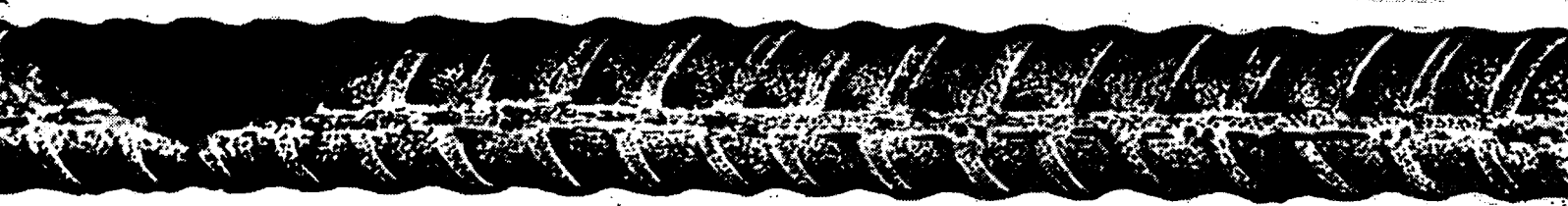
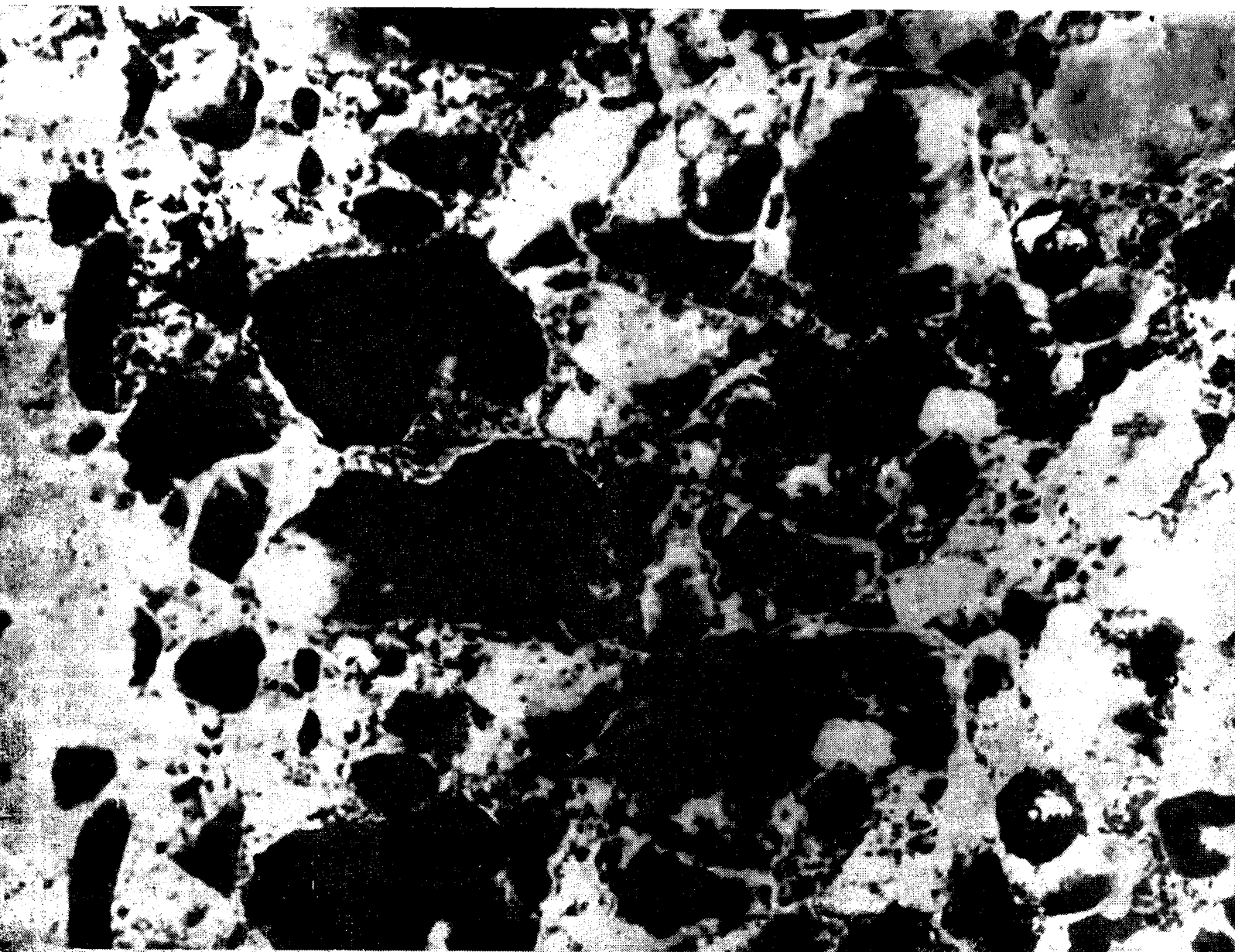


ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 9

1988





Все о жилище

На ВДНХ СССР с мая текущего года действует выставка «Развитие жилищного и культурно-бытового строительства в СССР», открытая к XIX Всесоюзной партийной конференции. Она посвящена конкретным мерам по обеспечению выполнения программы жилищного и культурно-бытового строительства в свете решений XXVII съезда КПСС.

Экспозиция выставки развернута в павильонах «Центральный», «Атомная энергия» и на открытых площадках.

Тематика выставки представлена следующими разделами: «Вводный», «Градостроительство», «Жилищное строительство», «Общественные здания», «Комплексное развитие села», «Комплексная реконструкция районов исторической застройки городов», «Реконструкция жилых и общественных зданий», «Развитие производства эффективных строительных материалов и изделий».

Во вводном разделе даны исторический анализ развития советского градостроительства и его дальнейшие перспективы. Здесь представлена застройка Москвы, Ленинграда, Свердловска, Харькова. За годы Советской власти в стране осуществлена широкая программа жилищного строительства. Создано немало ярких, вобравших в себя национальные традиции архитектурных сооружений. Жилищный фонд страны составляет 4,3 млрд. м². Важнейшей социальной установкой партии всегда являлось обеспечение населения жильем. В связи с этим совершенствовались технологические подходы и методы индустриального домостроения.

В разделе «Градостроительство» посетители ознакомятся с системой градостроительных исследований и проектных работ на территории страны, с развитием общесоюзной и региональной системой расселения. Планирование городов дается на примере развития Ленинграда и области. Освоение новых районов можно проследить на макете новых городов Славутича, Шевченко, Снежкиса и др. Застройка исторического центра Тбилиси демонстрирует, какое значение имеет восстановление старого ядра города и придание ему общественных функций.

Архитекторам и проектировщикам теперь даны широкие права проектировать дома, объекты культурно-бытового назначения, все общественные здания с учетом природных градостроительных условий и национальных традиций и особенностей. Умело используют эти возможности в Прибалтийских республиках, Белоруссии, Львове, некоторых городах Ленинградской обл. На стендах выставки представлены фрагменты жилой застройки Клайпеды, Таллина, Вильнюса. Использование градостроительных комплексов иллюстрирует панорама застройки жилого района Крылатское в Москве.

В экспозиции этого раздела выставки представлены строительство общественных центров городов (панорама центра жилого района Шешкине в Вильнюсе), создание пешеходных зон и улиц (панорама Лайвес-аллеи в Каунасе), затронуты проблемы охраны окружающей среды, транспортного обслуживания городов.

В разделе «Жилищное строительство» представлены основные направления коренного улучшения массового жилищного строительства: это рациональное планирование жилых районов и микрорайонов (микрорайон «Победа» в Днепропетровске, «Зеленый Луг» в Минске); строительство домов с разнообразными типами квартир для различных семей; архитектурное разнообразие и высокий эстетический уровень жилых домов и застройки (жилые дома различной этажности и фрагменты застройки в Москве, Киеве, Вильнюсе, Тольятти); учет природно-климатических условий при проектировании жилищ. Представлен также опыт строительства молодежных жилых комплексов. В залах выставки демонстрируются строительные системы и индустриальные конструкции жилых зданий: конструктивные системы крупнопанельного домостроения в обычных и сейсмических условиях; гибкая система панельного домостроения, основанная на принципе унификации решений, стандартизации узлов и деталей; монолитное домостроение в Минске, Баку, Ялте и др.

В этом разделе выставки отражены вопросы экономики жилищного строительства, материально-технической базы жилищного и культурно-бытового строительства, модернизации и капитального ремонта жилья, архитектурной бионики.

В разделе «Общественные здания» определяется место последних в структуре населенных мест. Отмечаются хроническая диспропорция и отставание их строительства от возведения жилья, недостаточное их число, плохое качество, некомплексность строительства, низкая градостроительная структура формирования массовых и уникальных общественных зданий.

Детские дошкольные учреждения являются объектами наиболее массового строительства. Сейчас в стране действует 142,7 тыс. учреждений, которые посещают 57% детей дошкольного возраста. Основным направлением в проектировании и строительстве учреждений этого типа является создание разнообразных по вместимости, назначению и архитектуре зданий с современным оборудованием. На выставке представлены макеты наиболее удачных проектов детских садов: базовые ясли-сад на 380 мест с бассейном в Саратове, детский игровой городок «В гостях у Гулливера» в Курске, центр дошкольного воспитания для микрорайона на 20 тыс. жителей и т. д.

В стране насчитывается более 150 тыс. школ. Основной задачей их проектирования и строительства являются формирование и развитие единой для городов и сел системы рациональных типов школ, преобразование школы в социальный центр жилой среды с использованием культурно-спортивных помещений. В экспозиции показаны макеты и фотографии наиболее интересных проектов школ. Среди них школа на 1300 учащихся в микрорайоне Вильнюса Лаздинай, архитектурная модель школы будущего и т. д. Важное место отводится строительству ПТУ. ЦНИИЭП учебных зданий предлагает проекты ПТУ фирмы «Лето» в Ленинграде, экспериментальный проект на 720 учащихся для интенсивного обучения. Здесь же посетители смогут увидеть проекты вузов, учебных комплексов и центров, зрелищных, физкультурно-оздоровительных и спортивных зданий и др.

В разделе «Комплексное развитие села» на примерах наиболее удачно спланированных сел показаны развитие и модернизация исторически сложившихся сел (с. Верхняя Троица Калининской обл., с. Напацен в Грузии). В экспозиции демонстрируются одноквартирный одноэтажный дом с хозяйстройкой в пос. Запрудное Горьковской обл., мансардный дом в этом же поселке, одно- и двухквартирные дома в разных областях нашей страны, образец многоквартирного дома в пос. Саласпилс ЛатССР, жилые дома для ветеранов труда в пос. Вертелишки БССР, новые проекты домов оленеводов. Здесь же показаны наиболее удачно сформированные общественные центры: с. Надевце Вологодской обл., с. Жилино Орловской обл., пос. Варакисно Удмуртской АССР и т. д.

Капитальный ремонт, модернизация и реконструкция — основные направления сохранения жилищного фонда, увеличения срока его службы, поддержания его на современном уровне. В залах выставки показаны примеры реконструкции и модернизации жилых микрорайонов в исторически сложившейся части Москвы, ремонта и реставрации фасадов уникальных зданий в Москве и Ленинграде, капитального ремонта и реконструкции жилых зданий в старых частях городов БССР, регенерации исторических центров городов Литвы и Латвии.

На открытой площадке представлено большое число натуральных образцов усадебных жилых домов и садовых домиков. Здесь демонстрируются домики на основе древесины (рубленные, панельные, блочные), усадебные дома из монолитного бетона, здания из каркасно-панельных и объемно-блочных элементов, из местных строительных материалов.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

9

(402)

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР

Сентябрь 1988

Содержание

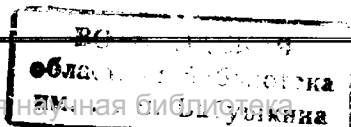
Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

<i>Ищенко И. И.</i> Десятая Всесоюзная конференция по бетону и железобетону	2
<i>Михайлов К. В.</i> Перспективы развития бетона и железобетона	3
<i>Гуща Ю. П.</i> Повышение эффективности железобетонных конструкций	5
<i>Баженков Ю. М.</i> Повышение эффективности и экономичности технологии бетона	7
<i>Рахманов В. А.</i> Ресурсосбережение и технический прогресс в производстве сборного железобетона	10
<i>Крылов Б. А., Лысов В. П., Королева Г. П.</i> Проблемы возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона	12
<i>Закиев А. З., Рахимов Р. З.</i> Передовой опыт в производстве и применении бетона и железобетона в Татарской АССР	14
<i>Васильев П. И., Гольшес А. Б., Залесов А. С.</i> Снижение материалоемкости конструкций на основе развития теории и методов расчета	16
<i>Гранев В. В., Лепский В. И., Николаев С. В., Пецольт Т. М.</i> Совершенствование проектных решений железобетонных конструкций зданий и сооружений	19
<i>Мадатян С. А., Черненко В. Т., Брагинский В. А.</i> Эффективные виды арматуры	21
<i>Клевцов В. А., Кузнецов Ю. Д., Рабинович Е. А.</i> Ресурсосбережение при реконструкции промзданий	24
<i>Малинина Л. А., Довжик В. Г., Лецинский М. Ю., Энтин Э. Б.</i> Экономия материальных и энергетических ресурсов в технологии бетонов	25
<i>Батраков В. Г., Ратинов В. Б., Башлыков Н. Ф., Бабаев Ш. Т., Яворская В. Л.</i> Повышение эффективности бетона химическими добавками	27
<i>Иванов Ф. М., Степанова В. Ф., Холошин Е. П.</i> Проблемы обеспечения долговечности бетона и железобетона пониженной энерго- и материалоемкости	29
<i>Крюков Р. В., Доминский Ю. И., Аксельрод Е. З., Волков Л. А., Цыро В. В.</i> Эффективные технологические линии для реконструкции предприятий КИД	32
<i>Гусев Б. В., Руденко И. Ф., Савинов О. А., Толорая Д. Ф.</i> Перспективные формовочные процессы и оборудование в заводской технологии	34
<i>Объезденко Г. А., Малинский Е. Н., Мурычев В. Б., Андрейченко А. В.</i> Повышение эффективности использования тепловой энергии при производстве сборных конструкций	37
<i>Мороз А. М., Гордон А. Э., Казберович Е. К., Шелег В. П.</i> Автоматизация технологических процессов в производстве железобетона	39
<i>Башлай К. И., Маркаров Н. А., Горячев Б. П.</i> Эффективное производство арматурных работ при возведении монолитных сооружений	42
<i>Лагойда А. В., Данилов Н. Н., Заседателев И. Б., Соловьянчик А. Р.</i> Энергосберегающие методы выдерживания бетона при возведении монолитных конструкций	45



МОСКВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ



ДЕСЯТАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО БЕТОНУ И ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ

В настоящее время и в обозримом будущем бетон и железобетон в нашей стране и за рубежом останется важнейшим конструкционным материалом строительства. Развитие и совершенствование бетона и железобетона, создание и широкое применение ресурсо- и энергоэкономичных технологий его производства — одно из решающих условий выполнения поставленных XXVII съездом КПСС задач по расширению объемов и повышению эффективности капитального строительства.

Ежегодно в народном хозяйстве страны производится свыше четверти миллиарда кубометров бетона и железобетона. К 1995 г. объем его выпуска должен возрасти до 300 млн. м³, а к 2000 г. — до 370...380 млн. м³. При этом наряду с увеличением производства сборных железобетонных конструкций существенно возрастает возведение жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона, доля которого в общем объеме бетонных конструкций должна составить не менее 50%. Одновременно с ростом применения тяжелого, легкого, высокопрочного бетона, преднапряженного железобетона в ближайший перспективный период существенно увеличится объем конструкций, возводимых из ячеистых бетонов и изделий из них.

Намеченные масштабы развития бетона и железобетона могут быть реализованы лишь при одновременном широко-масштабном внедрении в промышленность сборного железобетона и в строительстве разработанных за последние годы ресурсосберегающих технологий и эффективных конструктивных решений, обеспечивающих существенное снижение потребления цемента, металла, топлива. Повсеместное и полное использование в производственной практике новейших достижений науки, техники и передового опыта в этой области — первоочередная задача. Вместе с тем должны быть интенсифицированы работы по поиску, созданию и промышленному освоению принципиально новых технических решений: новых экономичных видов вяжущих, бетонов и конструкций, прогрессивных технологий их производства, коренным образом повышающих эффективность применения в строительстве бетонов и конструкций из них.

Рассмотрению актуальных проблем развития бетона и железобетона в стране посвящается создаваемая Центральным правлением ВНТО строительной индустрии в октябре 1988 г. в Казани десятая Всесоюзная конференция по бетону и железобетону. Ее девиз — «Бетон и железобетон. Ресурсо- и энергосберегающие конструкции и технологии». Подобные конференции проводятся научно-техническим обществом совместно с Госстроем СССР и строительными министерствами каждые 5 лет. На этих конференциях всесторонне обсуждаются перспективные направления научно-технического прогресса в развитии бетона и железобетона, формируются задачи науке и рекомендации производству.

На данной конференции основное внимание, как следует из ее названия, будет уделено проблемам ресурсо- и энергосбережения в промышленности сборного железобетона, в области монолитного бетона и, в первую очередь, путем создания и освоения новых экономичных технологических и конструктивных решений. При этом ставится задача направить обсуждение главным образом на поиск решений выдвинутых проблем, на выработку необходимых конкретных технических и организационных мер. В связи с этим на конференции предусматривается, помимо пленарных и секционных докладов, которые публикуются в настоящем номере журнала, заслушать на четырех секциях около 200

стендовых докладов и в дискуссионной форме обсудить предлагаемые пути решения поставленных задач.

Так, на секции № 1 «Железобетонные конструкции пониженной материалоемкости» намечено обсудить пути совершенствования норм расчета и проектирования сборных и монолитных железобетонных конструкций, снижения материалоемкости и повышения эффективности конструкций массового применения за счет совершенствования их конструктивных решений и способов изготовления; вопросы разработки и применения конструкций с нетрадиционными способами армирования (смешанным, внешним, дисперсным, без сцепления с бетоном и др.), создания быстромонтируемых железобетонных зданий-модулей, конкурентоспособных зданиям из легких металлических конструкций.

На секции № 2 «Ресурсо- и энергосбережение в технологии бетона» основное внимание предполагается уделить вопросам развития наиболее эффективных путей экономии цемента за счет применения новых технологических приемов, новых вяжущих, тонкомолотых добавок, оптимальных областей и условий применения промышленных отходов, различных химических добавок, в том числе суперпластификаторов, а также бесцементных вяжущих. При этом должны быть обсуждены проблемы долговечности бетона и железобетона с пониженными расходами цемента и с различными промышленными отходами, а также рассмотрены дискуссионные проблемы теории искусственных конгломератов и ее использования в целях повышения эффективности бетонов.

Секция № 3 «Эффективное производство сборного железобетона» предполагает обсудить рациональные области применения интенсивных технологий бетона, а также новых методов формирования железобетонных изделий. Будут рассмотрены рациональные типы технологических линий для производства конструкций зданий с изменяемой номенклатурой и наиболее массовых плитных изделий, энергосберегающие методы ускорения твердения, рациональные уровни и способы автоматизации производства различных изделий и заводских комплексов.

На секции № 4 «Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона» намечено рассмотреть эффективные способы приготовления, транспортирования и укладки бетонных смесей и методы выдерживания бетона, в том числе в зимних условиях, рациональные области применения различных видов бетонов с учетом климатических условий, вопросы индустриализации опалубочных и арматурных работ, качества и долговечности монолитных конструкций.

Широкое обсуждение актуальных проблем теории и практики, которое предстоит провести ученым и специалистам научно-исследовательских, проектных и строительных организаций и предприятий строительной индустрии, позволит выработать на конференции и рекомендовать строительным комитетам, министерствам и ведомствам, их предприятиям и организациям практические пути ресурсо- и энергосбережения в производстве бетона и железобетона, обеспечивающие существенное повышение эффективности его производства и применения в строительстве.

Правление Всесоюзного научно-технического общества строительной индустрии и Организационный комитет конференции надеются также, что открытые дискуссии по поставленным на обсуждение проблемам позволят одновременно наметить направления новых научных исследований и технологических разработок.

И. И. ИЩЕНКО,
председатель Оргкомитета конференции

К. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ)

Перспективы развития бетона и железобетона

Как известно, в настоящее время бетон является основным строительным материалом. В 1987 г. в стране изготовлено и применено более 260 млн. м³ армированного и неармированного бетона, на что израсходовано около 86 млн. т цемента, 13 млн. т стали, 400 млн. т крупного и мелкого заполнителя. Бетон и железобетон широко применяются при возведении новых зданий и инженерных сооружений, реконструкции и капитальном ремонте, индивидуальном строительстве. Из железобетона возводят крупнейшие объекты гражданского, производственного и транспортного назначения — многоэтажные здания, телевизионные башни, дымовые трубы, гидроэлектро- и атомные электростанции, мосты пролетом более 300 м, уникальные спортивные сооружения больших размеров и многие другие объекты.

Однако на одного жителя нашей страны приходится менее 1 м³ бетона и железобетона в год, в то время как, например, в Японии эта цифра в два раза больше — 1,85 м³. В ряде стран Европы удельный расход бетона и железобетона также существенно превышает наши показатели. Следовательно, мировая практика свидетельствует о необходимости более активного наращивания объемов применения в нашем капитальном строительстве бетонных и железобетонных конструкций.

Перспективное развитие бетона и железобетона во всех странах мира обеспечивают хорошо известные положительные свойства этих материалов. Замечательной особенностью бетона является возможность эффективно использовать в качестве его заполнителей отходы промышленности и сельского хозяйства (золы, шлаки, вскрышные породы, отходы лесозаготовки и др.). При этом создаются условия для организации безотходного производства и существенного улучшения экономической и экологической ситуации в стране.

Для решения одних и тех же строительных задач сооружения из железобетона требуют в несколько раз меньше стали, чем выполненные из металлических конструкций. С появлением и развитием метода предварительного на-

пряжения созданы условия для полноценного использования в качестве арматуры стали с временным сопротивлением 3000 МПа и более. Намечались пути применения в качестве арматуры неорганических и органических волокон высокой прочности. Из бетона можно создать композиционные конструкции, используя эффективные утеплители, внешнее армирование и др. Методы сборного, сборно-монолитного и монолитного железобетонного строительства позволяют выбирать оптимальные решения для конкретных объектов с учетом климатических и региональных условий. При изготовлении сборных изделий и возведении монолитных конструкций отдельные технологические процессы относительно легко поддаются механизации и даже автоматизации.

За счет применения различных вяжущих (полимеров, серы, жидкого стекла, напрягающего и глиноземистого цемента), специально подобранных заполнителей и химических добавок (суперпластификаторов, микрокремнеземов и др.) можно получить целую гамму бетонов с весьма различными свойствами: с высокой и сверхвысокой прочностью и водонепроницаемостью, надежной морозостойкостью, жаростойкие, коррозионно-стойкие в различных агрессивных средах, кислотостойкие, абразивостойкие, радиоэкранирующие и радиопоглощающие, электропроводящие и др.

Конечно, у бетона имеются и недостатки, с которыми приходится считаться: высокая плотность и значительная хрупкость тяжелых бетонов, малые предельные деформации, особенно при растяжении и в связи с этим низкая трещиностойкость, относительно медленный рост прочности даже при использовании тепловой обработки и других приемов ускорения твердения. Эти недостатки могут быть в значительной степени устранены за счет широкого применения бетонов на пористых заполнителях и ячеистых, массового использования напрягающего цемента и самонапряженных железобетонных конструкций, разработки эффективного быстротвердеющего цемента.

Решение важнейших задач развития

нашего общества на базе перевода экономики на путь интенсификации все в большей степени обуславливается прогрессом науки и техники, успехами в практическом использовании их результатов в народном хозяйстве. Важнейшим средством реализации программно-целевого метода планирования служит формирование перспективных комплексных программ научно-технического прогресса, разработка которых поручена ГКНТ СССР, Академии наук СССР и Госстрою СССР.

Принятая концепция интенсификации предполагает, что максимально высокий эффект должен достигаться при минимальных затратах, рациональном использовании и экономии всех видов ресурсов на основе ускоренного создания принципиально новых видов техники и технологии.

В основу прогнозирования развития бетона и железобетона должны быть положены решения XXVII съезда партии и последующих Пленумов ЦК КПСС. В их числе, например, поставленная партией задача к 2000 году обеспечить каждую семью отдельной квартирой или индивидуальным домом, потребовавшая резко увеличить объемы жилищного строительства из бетона.

В ближайшие годы намечено ликвидировать отставание с развитием монолитного строительства, в первую очередь при возведении жилых зданий. В принятой программе «Металлоемкость» поставлена задача существенно снизить расход металла на единицу национального дохода; в частности, предусмотрено использовать специальные бетоны и железобетон в машиностроении.

С учетом сказанного выше можно сформулировать следующие прогнозные данные развития бетона и железобетона. Объем применения этих материалов в ближайшие годы существенно возрастет; при этом удельный вес сборного железобетона несколько снизится и составит примерно 47% при росте его абсолютных объемов почти в 1,6 раза. В то же время темпы роста монолитного железобетона в предстоящем периоде будут опережать рост объемов сборного в среднем на 7...9%. Это связано с увеличением объемов жилищно-

го и гражданского строительства, реконструкцией действующих промышленных предприятий, ростом мелiorативного и дорожного строительства, где рационально широкое применение конструкций из монолитного бетона и железобетона.

Перспективы применения монолитного железобетона в гражданском и промышленном строительстве заслуживают более полного рассмотрения.

Как известно, в течение многих лет основные направления прогнозирования в области железобетона были связаны с проблемами развития сборных конструкций, расширением объема их применения на основе заводского производства, использования в них улучшенных исходных материалов — бетонов и сталей, совершенствования конструктивных решений и методов проектирования, обеспечивающих высокую экономичность и долговечность изделий.

Можно напомнить, что в повестке дня I Всесоюзной конференции по бетону и железобетону, проходившей почти 60 лет назад (апрель 1930 г., Москва), проблема индустриализации строительства на основе максимального расширения производства и применения сборных железобетонных конструкций заводского изготовления занимала одно из центральных мест. Проведенная в послевоенные десятилетия, особенно после известного постановления партии и правительства от 1954 г. о развитии производства и применения сборного железобетона, работа позволила к настоящему времени решить многие задачи. Аналогичная организованность, настойчивость и четкая направленность должны быть проявлены и сейчас при решении сложных и многоплановых задач, связанных с резким повышением объема применения эффективных и надежных монолитных железобетонных конструкций.

Следует отметить, что объем использования бетона и железобетона в европейской части страны в ближайшие годы возрастет в меньшей степени, чем в районах Сибири и Дальнего Востока. В структуре сборных железобетонных конструкций в прогнозируемый период также произойдут существенные качественные изменения.

К концу двенадцатой пятилетки объем производства преднапряженных конструкций предполагается довести до 36 млн. м³, и в дальнейшем тенденция этого роста сохранится. Для покрытий промышленных зданий (в том числе с безрулонной кровлей) рекомендуется применять высокоиндустриальные укрупненные плиты «на пролет» размером 3×18 и 3×24 м полной заводской го-

товности. На основе использования суперпластификаторов более широкое применение получат конструкции из высокопрочных бетонов классов В50 и В60.

В обозримой перспективе предусматривается ускоренный рост производства прогрессивных конструкций из легких и особенно из ячеистых бетонов. Панели из армированного ячеистого бетона найдут широкое применение в гражданском и промышленном строительстве, а ячеистые бетоны безавтоклавной обработки — при сооружении индивидуальных домов в сельской местности.

Рост объемов выпуска прогрессивных железобетонных конструкций в прогнозируемый период должен быть обеспечен значительным развитием новых, более совершенных технологий их производства. Уже в ближайшие годы должны быть внедрены (в том числе в районах Сибири и Дальнего Востока) изделия, изготавливаемые с использованием суперпластификаторов, автоматизированные установки и линии арматурного производства, стенды безопалубочного формования преднапряженных конструкций, эффективные камеры с использованием природного газа. В южных регионах страны для тепловой обработки будет широко применена гелиотехнология и ее разновидности с использованием дублирующего электроэнергетического источника.

В ближайшее десятилетие будут разработаны и внедрены новые технологические процессы для высокопроизводительных роторных, конвейерных (каскадно-конвейерных, полуконвейерных) и стендовых производств с использованием контейнеризации для мелких изделий. Следует иметь в виду, что во многих районах европейской части СССР пророст производства сборного железобетона будет обеспечиваться в основном интенсификацией технологии производства и реконструкцией действующих предприятий.

Значительный научно-технический прогресс в области бетона и железобетона должен быть обеспечен путем использования внутренних резервов, разработки и внедрения новых исходных материалов для бетона, неметаллической арматуры, конструктивных решений, технологий и оборудования.

Ведущим принципом должно стать ресурсосбережение. В частности, необходимо добиться снижения среднего расхода порландцементного клинкера на 1 м³ бетона не менее чем на 30 %, значительно снизить плотность легких и ячеистых бетонов с сохранением или даже увеличением их прочности, повысить прочностные и расчетные характеристики арматуры, в том числе термо-

механически упрочненной, для обычного железобетона, в несколько раз поднять производительность труда при изготовлении изделий и возведении монолитных конструкций, расширить и углубить методы химической защиты бетонов. За счет значительного увеличения объема применения высокопрочной арматуры средний удельный расход стали на 1 м³ железобетона должен снизиться на 20 % и не превышать 55 кг.

Все новшества будут сопровождаться повышением качества, обеспечением эксплуатационных свойств, надежности и долговечности конструкций из бетона. Для этого необходимы дальнейшая разработка и широкое применение неразрушающих методов контроля качества материалов и конструкций, строгое соблюдение технических регламентов при выполнении технологических процессов в заводских и построечных условиях производства. Важное место должно быть уделено вопросам эстетики и придания архитектурной выразительности сооружениям из бетона и железобетона. Для этого необходимо шире внедрять цветные цементы, применять обработку бетонных поверхностей мраморной крошкой, использовать рельефную опалубку, что до настоящего времени практикуется крайне слабо.

Для успешного выполнения столь большого комплекса сложных задач отраслевой науке потребуются существенная помощь академических институтов, вузов, научно-исследовательских институтов и организаций смежных отраслей народного хозяйства, совместная работа с которыми должна вестись с учетом новых условий хозяйствования и самофинансирования. Необходимо использовать такие методы организации исследований, которые позволили бы преодолеть разрыв между прогнозами и действительностью, мелкотемье, дублирование, обеспечить гибкость и динамизм в тематической ориентации и реализации научного потенциала.

Естественно, что такая крупная народнохозяйственная проблема, как выведение строительства из бетона и железобетона на новый, более высокий качественный и количественный уровень, может быть решена строительным комплексом только при активном участии работников промышленности строительных материалов, металлургов, химиков, машиностроителей и др. Руководящая и координирующая роль в решении этой проблемы принадлежит Госстрою СССР, его головным научно-исследовательским и проектным институтам. Большую пользу может принести помощь инженерной общественности в лице ВНТО строительной индустрии.

Повышение эффективности железобетонных конструкций

Дальнейшее развитие теории и методов расчета железобетонных конструкций обусловлено стремлением снизить их материалоемкость при одновременном обеспечении необходимой надежности, использовать новые виды материалов, изменить характеристики самих конструкций и расширить области их эксплуатации при различных воздействиях.

На наш взгляд, в настоящее время и в ближайшем будущем нет альтернативы проверенному многолетней практикой методу расчета конструкций по предельным состояниям. Вместе с тем его необходимо совершенствовать путем более полного привлечения вероятностных методов расчета, основанных на оценке изменчивости нагрузок, прочностных и деформативных характеристик материалов, размеров сечений, допусков и др., оценке вероятности совпадения неблагоприятных факторов. При этом может потребоваться пересмотр значений коэффициентов как надежности, так и условий работы, или введение новых коэффициентов, в более полной мере учитывающих вероятностные подходы.

Сопоставительная оценка надежности конструкций различного вида и назначения представляется первым шагом на пути их дифференцирования по важности выполняемых функций. В ряде случаев расчетную несущую способность конструкций можно повышать до 10 % за счет уменьшения излишней надежности. Вопросы надежности следует интенсивно развивать и уделять им существенно больше внимания, в частности созданию общей системы оценки и контроля качества железобетонных конструкций и накоплению материалов для разработки полностью вероятностных методов расчета.

Существенная экономия материалов и снижение стоимости, особенно конструкций массового применения, могут быть получены путем использования методов оптимального проектирования. При оптимизации стоимость и материалоемкость простых объектов может быть уменьшена на 5...10 %, а сложных объектов — до 20 % и более.

Теория расчета железобетонных кон-

струкций должна совершенствоваться с привлечением на более высоком уровне теории сопротивления материалов и методов строительной механики как единой основы для расчета на базе общих физических представлений. Несомненный интерес вызывает использование методов механики разрушения с доведением до практических результатов.

Представляется, что дальнейшее развитие получит расчет конструкций, основанный на применении в явном виде диаграмм деформирования материалов, в том числе при совместном действии силовых и несиловых факторов. Предстоит решить вопросы стандартизации диаграмм, правил их трансформации в зависимости от вида напряженного состояния, длительности действия нагрузки и других факторов, оценить получаемые результаты и т. д. Более сложным нерешенным вопросом является использование этого способа в рамках метода расчета конструкций по предельным состояниям с учетом различных значений коэффициентов надежности по нагрузкам и материалам для разных групп предельных состояний. Предстоит также выявить области наиболее эффективного его применения.

Способ расчета конструкций с использованием диаграмм деформирования материалов является одним из вариантов учета в наиболее полном объеме неупругих деформаций бетона и арматуры, в том числе в стадии, близкой к разрушению. Такой учет необходим для совершенствования метода расчета по предельным состояниям за счет того, что вводимые в расчет сопротивления материалов могут принимать переменные значения, а также для совершенствования и развития метода предельного равновесия и расчетов с учетом физической и геометрической нелинейности, позволяющих снизить материалоемкость конструкций.

Разработка более общих подходов к расчету необходима еще и в связи с расширением видов используемых бетонов и арматуры с весьма различными прочностными и деформативными свойствами. Существенное повышение эффективности конструкций может быть

достигнуто за счет применения высокопрочных бетонов, бетонов на нетрадиционных, в том числе местных заполнителях и отходах промышленности, за счет применения высокопрочной арматуры в преднапряженном железобетоне и в ряде случаев при использовании ее без преднапряжения, при смешанном армировании.

Большое значение приобретают теория и методы расчета железобетонных конструкций сложных форм, образуемых за счет сочетания стержневых, плоскостных и массивных элементов, а также имеющих значительные размеры в плане и (или) по высоте или сложной конфигурации. Положительные результаты здесь могут быть получены при корректном использовании расчета методом конечных элементов, который находит в последнее время все большее применение.

Весьма актуальным направлением повышения эффективности железобетонных конструкций является учет в расчетах их совместной и пространственной работы, что позволяет в ряде случаев существенно снизить расход материалов. В наибольшей мере этот вопрос проработан применительно к плитам покрытия и стропильным конструкциям промышленных зданий.

Существенного развития требуют методы расчета и проектирования сборно-монолитных и особенно монолитных конструкций. Наряду с возможностью создания новых эффективных форм это обеспечивает снижение расхода металла, цемента и сокращение трудоемкости.

Следует расширить исследования железобетонных конструкций применительно к суровым климатическим условиям эксплуатации, воздействию коррозионных и адсорбционно-активных сред, сейсмических, динамических, ударных и импульсных нагрузок, технологических температур различной интенсивности, сочетаниям силовых и несиловых воздействий различного вида и сложных силовых. Особое внимание необходимо уделять изучению влияния различных нагрузжений, приближенных к реальным условиям эксплуатации конструкций,

оценке влияния нагрузок длительного воздействия в сочетании с кратковременными различной интенсивности и направленности. Решение этих вопросов позволит более обоснованно вести проектирование, обеспечивая эффективную безаварийную работу конструкций.

Развитие теории расчета должно привести к совершенствованию его практических методов, предусматривающих использование ЭВМ и сокращающих затраты труда проектировщиков при сохранении физического смысла и возможности поэтапного контроля расчета. Особое внимание при этом должно быть уделено развитию и более широкому использованию автоматизированных систем проектирования, позволяющих принять оптимальное решение.

Значительное повышение эффективности железобетонных конструкций зданий и сооружений достигается за счет совершенствования проектных решений.

В промышленном строительстве перспективным направлением является проектирование большепролетных зданий с укрупненной сеткой колонн и крупно-размерными ограждающими конструкциями при унификации объемно-планировочных решений и применении типовых конструкций. При этом весьма эффективными являются балки покрытий для пролетов 18 и 24 м с канатной арматурой, плиты покрытия на жролет типа КЖС и П и неразрезные, конструкции со смешанным армированием обычной и преднапряженной арматурой, пространственные, ограждающие стеновые панели из легких бетонов с разреженным армированием и др. Сопоставление одноэтажных промышленных зданий из эффективных плоскостных железобетонных конструкций и стальных типа «Молодечно» показало, что при применении железобетона расход стали может быть снижен в 2...2,5 раза.

Проектные проработки показывают техническую возможность и экономическую целесообразность приобъектного изготовления железобетонных каркасов с плоскостными покрытиями для пролетов 30...36 м с шагом колонн 6, 12 и 18 м.

Следует отметить, что строительство промышленных зданий с применением сборных, сборно-монолитных и монолитных конструкций при использовании для их изготовления мобильных баз приобретает актуальное значение.

Новым конструктивным решением

промышленных зданий, с успехом осваиваемым в последние годы, являются каркасы с диафрагмами жесткости в виде двухветвевых колонн, вентиляционных вставок, технологических галерей и др. При таком конструктивном решении горизонтальные усилия воспринимаются жесткими элементами, разгружая основную массу колонн и фундаментов от действия этих усилий. Примером реализации такого конструктивного решения является филиал Минского тракторного завода в Сморгони, где экономический эффект составил около 1 млн. р.

Дополнительное снижение расхода бетона и стали, уменьшение массы по сравнению с традиционными железобетонными конструкциями может быть достигнуто за счет эффективных форм поперечных сечений элементов, например швеллерного, кольцевого или прямоугольного полого.

Большие успехи по внедрению центрифугированных железобетонных полых колонн квадратного и кольцевого сечений в практику строительства промышленных зданий достигнуты в Белоруссии. Минстроем БССР возведено более 150 объектов с использованием таких конструкций, что позволило на 25...50 % сократить расход бетона, автоматизировать процесс изготовления конструкций, вдвое снизить транспортные расходы при обеспечении высокого качества изделий. Расширяется применение таких конструкций для изгибаемых элементов, а также для зданий и сооружений различного назначения на базе Единого унифицированного каталога.

Основным направлением индустриализации гражданского строительства является внедрение полносборных конструктивных систем Единого общесоюзного каталога, включающего крупнопанельные и каркасно-панельные (соответственно серии 1.090.1-1 и 1.020-1/83 и их модификации) конструкции общественных зданий. На их базе к 1990 г. будут возведены здания общей площадью более 21 млн. м² при сокращении сметной стоимости строительства на 44 млн. р.

Наиболее эффективными элементами являются ригели со смешанным армированием высокопрочной арматурой классов Ат-IVC и Ат-V, несущие и навесные трехслойные стеновые панели с гибкими связями, однослойные стеновые панели из легкого бетона с уменьшенным

армированием, колонны с высокопрочной арматурой. Для серии 1.020-1/83 разрабатывается вариант каркаса с комплексным применением в несущих элементах высокопрочной арматуры класса Ат-IVC, а также рамный вариант с использованием упругопластического стыка ригеля с колонной, что позволит наиболее эффективно использовать ее в практике применительно к конкретным условиям.

В последние годы в нашей стране получает развитие строительство жилых и гражданских зданий с натяжением арматуры в построечных условиях. Думается, что этот опыт, особенно для южных районов страны, заслуживает внимания ввиду резкого сокращения номенклатуры изделий, снижения расхода металла и других преимуществ.

В настоящее время предъявляются достаточно высокие требования к жилищному строительству — к его индустриализации, более свободной и удобной планировке квартир, архитектурной выразительности зданий. Развитие эффективных технологических и конструктивных приемов позволяет удовлетворить все эти требования, о чем свидетельствуют весьма интересные разработки ЦНИИЭП жилища.

Актуальным и важным направлением экономии ресурсов в народном хозяйстве является реконструкция зданий и сооружений. Здесь имеются еще трудные вопросы, которые требуют специального и обстоятельного обсуждения и решения. В числе их — оценка состояния конструкций, включающая результаты натурных обследований, установление фактических расчетных схем, поверочные расчеты, проектирование усиления конструкций и реконструкции в целом. В настоящее время обобщены способы усиления железобетонных конструкций, разработано дополнение к СНиП 2.03.01-84 по реконструкции, т. е. создана определенная нормативная база. К решению вопросов реконструкции зданий и сооружений должно быть привлечено более пристальное внимание ведущих проектных и научно-исследовательских организаций.

Весьма интересным, на наш взгляд, инженерным решением реконструкции промышленных зданий является возведение висячей железобетонной оболочки с внешним листовым армированием для покрытия на московском заводе «Компрессор».

Повышение эффективности и экономичности технологии бетона

Бетон и железобетон являются основными строительными материалами, поэтому совершенствование их технологии во многом определяет эффективность и экономичность отрасли. Результаты научно-исследовательских работ и опыт передовых организаций показывают, что в этом направлении имеются большие резервы. Комплексное совершенствование конструкций и технологии с целью достижения максимального ресурсосбережения может увеличить объемы строительства в 1,2...1,4 раза при имеющихся ресурсах цемента и металла.

Модернизация технологии бетона требует определенных затрат на техническое перевооружение, расширение сырьевой базы вследствие использования отходов промышленности и энергетики, на производство новых химических добавок. Имеется много предложений по развитию технологии бетона, некоторые из них вызвали дискуссию в печати. Необходимо подвести итоги проведенных обсуждений, отобрать наиболее эффективные направления совершенствования технологии бетона и снижения ее материал- и энергоемкости, наметить конкретную программу участия строительных организаций в решении этих задач.

Прежде всего следует рассмотреть соответствие конструктивных форм возможностям применения различных бетонов, в том числе на основе низкомолекулярных вяжущих (гипса и др.) и бетонов (арболит и др.), отходов промышленности и местных материалов. Крупнопанельное строительство по условиям прочности и долговечности ограничивает возможности в этом направлении. Поэтому исходя из экономии, достигаемой при изготовлении не отдельного элемента или конструктивной схемы, а из общего народнохозяйственного эффекта, следует обсудить перспективу каркасных, сборно-монолитных и монолитных конструкций, которые в некоторых случаях позволяют использовать разнообразные экономичные бетоны и другие материалы. С точки зрения утилизации отходов промышленности, представляют интерес различные бетонные

блоки и соответствующие конструкции зданий и сооружений, особенно для малоэтажного строительства в сельских районах. За рубежом налажен выпуск железобетонных изделий малых размеров (плиты перекрытий и другие), не требующих для установки специальных кранов, что значительно облегчает монтаж малоэтажных зданий и на труднодоступных стройплощадках. Для широкого внедрения новых экономичных бетонов на базе отходов промышленности необходимо создать соответствующие конструктивные решения зданий и сооружений.

Большие возможности существуют и по разработке в короткие сроки эффективной и экономичной технологии бетона, основанной на комплексном применении новых вяжущих, добавок и технологических приемов, многие из которых уже прошли практическое опробование.

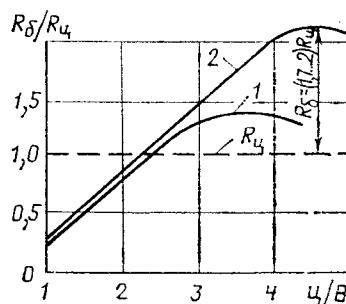


Рис. 1. Зависимость прочности обычного бетона (1) и бетона с суперпластификатором (2) от Ц/В ($R_{ц}$ — активность цемента)

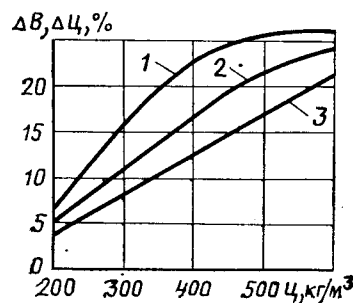


Рис. 2. Зависимость эффективности суперпластификатора, оцениваемой снижением водопотребности, от расхода цемента
Дозировка добавки: 1 — 1,2% массы цемента; 2 — 0,8%; 3 — 0,4%; О. К. = const

Необходимость коренной перестройки технологии бетона связана прежде всего с появлением эффективных химических добавок — суперпластификаторов и комплексных добавок на их основе. Их введение существенно сказывается на структуре и свойствах бетона, на выборе оптимальных соотношений компонентов бетона, на требованиях к вяжущим веществам и технологии приготовления.

При обычных Ц/В суперпластификаторы незначительно влияют на прочность бетона — изменение прочности в возрасте более 28 сут обычно колеблется в пределах $\pm 5...10\%$ в зависимости от объема вовлеченного воздуха и степени гомогенизации смеси (рис. 1). Однако они позволяют плотно укладывать бетонные смеси с Ц/В = 2,5...4 и получать бетоны высокой прочности [$R_{б} = (1,5...2) R_{ц}$] на обычных цементах.

Влияние суперпластификаторов на подвижность бетонной смеси зависит от его дозировки и расхода цемента (рис. 2), поскольку подвижность бетонной смеси определяется количеством и вязкостью цементного теста. Эффективность действия суперпластификатора возрастает с повышением расхода цемента как вследствие увеличения объема маловязкого цементного теста в бетонной смеси, так и благодаря повышению общего содержания добавки.

Приведенные на рис. 1, 2 зависимости раскрывают общие закономерности, действующие в бетонах с суперпластификаторами. Их количественные параметры зависят от вида цемента и добавки, тонкости помола цемента, заполнителей, состава бетона и т. д. Они могут быть установлены экспериментально с применением современных математических методов и вычислительной техники.

Рассмотренные закономерности показывают, что в бетонах с суперпластификаторами наиболее эффективны смешанные цементы средней прочности с пониженным содержанием портландцементного клинкера, а также бетоны с тонкомолотыми добавками (зола, шлаки, отходы камнедробления и др.). Это обес-

печит лучшую пластификацию бетонной смеси и некоторую экономию клинкера. Соответственно уменьшается и общая энергоемкость бетона, поскольку наибольшие энергетические затраты приходятся на получение цементного клинкера.

Введение тонкомолотых добавок необходимо, когда при использовании высокопрочного цемента и суперпластификаторов для низкомарочных бетонов расход цемента, определенный из условий прочности, окажется меньшим или близким к минимальным значениям, обеспечивающим получение плотного бетона. Они целесообразны и для высокопрочных бетонов. Из теории структурообразования цементного камня и бетона известно, что при $V/C=0,5$ не удается достигнуть полной гидратации цемента. При малых V/C в твердеющем цементном камне с тонкомолотыми добавками происходит перераспределение жидкой фазы и на долю цементных зерен приходится большая доля воды вследствие того, что большинство добавок не требует воды для химических реакций. Кроме того, в цементном камне с добавками при низких V/C имеется больший свободный объем пространства для роста новообразований. Все это способствует глубокой гидратации цементных зерен и обеспечивает более полное использование вяжущих свойств цемента в бетоне.

Для повышения эффективности бетонов с тонкомолотыми добавками и суперпластификаторами целесообразно производить предварительный помол цемента с добавками. Поверхностно-активные вещества способствуют помолу смешанного вяжущего, резко возрастанию его активности. При этом необходимо увеличивать дозировку суперпластификатора с повышением тонкости помола, чтобы получить надежное распределение суперпластификатора по поверхности зерен вяжущего. В этом случае можно добиться достаточной жизнеспособности молотого вяжущего (без ПАВ его активность резко снижается при хранении и все преимущества помола пропадают).

Способность особо тонкомолотых вяжущих удерживать повышенное количество суперпластификатора и высокая тонкость помола вяжущего улучшают пластические свойства цементного теста, при этом прочность бетона увеличивается, а нормальная густота вяжущего снижается. В результате удается получить вяжущие низкой водопотребности (ВНВ). Его эффективность на примере совместного помола портландцементного клинкера и шлака в присутствии суперпластификатора приведена в таблице.

Вяжущее	Н, Г., %	Активность вяжущего, МПа
Портландцемент марки 400	27	41,7
То же, с добавкой 0,7% С-3, введенной с водой затворения	23	53,4
ВНВ с 50% клинкера	17	59,3
ВНВ с 30% клинкера	18	32,3

При смешивании тонкомолотого вяжущего с водой происходит агрегация его частиц (рис. 3), что ухудшает взаимодействие системы «цемент — вода», текучесть смеси и рост прочности бетона. Введение суперпластификатора уменьшает агрегацию частиц и как бы увеличивает действительную эффектив-

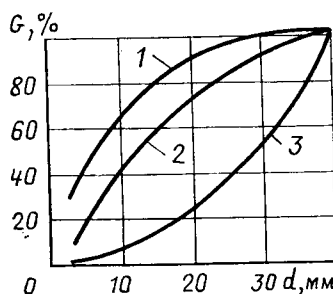


Рис. 3. Содержание (G) зерен и агрегатов цемента в сухом цементе (1), в цементном тесте с добавкой суперпластификатора (2), в обычном цементном тесте (3)

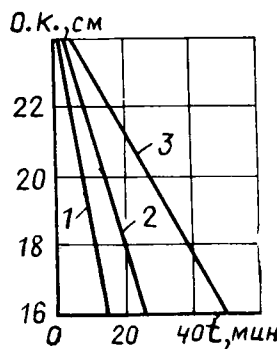


Рис. 4. Уменьшение подвижности бетонной смеси во времени
1 — в бетонной смеси на тонкомолотом цементе с суперпластификатором и тонкомолотой добавкой; 2 — в обычной бетонной смеси; 3 — в бетонной смеси с СДБ

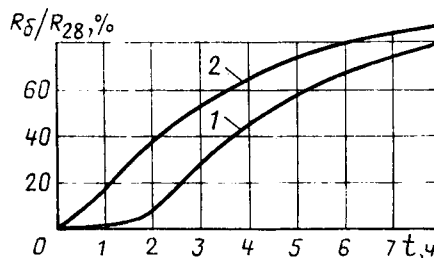


Рис. 5. Изменение прочности бетона в процессе ТВО (рис. 5), в некоторых случаях позволяет отказаться от нее, учитывая экзотермию цемента.

ную поверхность вяжущего в воде. При этом возрастает текучесть смеси, улучшаются свойства бетона. Поскольку склонность к агрегированию возрастает с тонкостью помола вяжущего, появляется необходимость в пластификаторах и суперпластификаторах.

В современных условиях следует обратить внимание на забытые твердые пластификаторы, в первую очередь известь. Смешанное вяжущее, в котором 50 % клинкера заменено известью и золой, ускоряет твердение бетона, но требует специальных мероприятий для обеспечения долговечности конструкции.

Известно, что подвижность бетонной смеси, достигнутая непосредственно после изготовления, быстро уменьшается с течением времени вследствие протекания физико-химических процессов взаимодействия воды и цемента (рис. 4). Потеря подвижности возрастает с увеличением тонкости помола цемента и присутствия структурообразующих тонкомолотых добавок. Введение большинства известных суперпластификаторов не снижает скорость потери подвижности, а некоторые зарубежные суперпластификаторы, наоборот, обеспечивают пластификацию только в течение короткого времени (20...30 мин.). Пластификаторы, например СДБ, способствуют сохранению подвижности бетонной смеси, но замедляют твердение бетона, что, как правило, нежелательно.

Учет потери подвижности бетонной смеси с момента приготовления до укладки приводит к необходимости готовить более подвижные смеси, чем требуется для формирования конструкции, что увеличивает расход воды и цемента. Для уменьшения расхода цемента следует приближать производство бетонной смеси к месту укладки, применять сухие бетонные смеси, автобетоносмесители, передвижные смесители на формовочных постах.

При этом эффективны новые вяжущие вещества — цементы с регулируемым сроком схватывания. Использование комплексных химических добавок и технологических приемов подготовки сырья существенно меняет сроки схватывания цемента. Примером цемента с регулируемым сроком схватывания является безгипсовый цемент с комплексными химическими добавками. Во многих случаях сокращение сроков схватывания ведет к ускорению начального структурообразования и росту прочности бетона в раннем возрасте, что способствует интенсификации производства, заметно сокращает продолжительность ТВО (рис. 5), в некоторых случаях позволяет отказаться от нее, учитывая экзотермию цемента.

Известно, что сроки затвердевания бетонной смеси зависят от ее состава и некоторых других факторов и, как правило, отличаются от времени схватывания цемента. Для цементов с регулируемыми сроками схватывания необходимо прогнозировать время затвердевания бетонной смеси. По методике, разработанной в МИСИ, можно проектировать технологии изготовления изделий с медленной распалубкой на основе быстротвердеющих бетонов на цементах с регулируемыми сроками схватывания. Внедрение такой технологии требует специальных мероприятий и технологической оснастки, обеспечивающих надежность работы технологических линий.

При переходе к многокомпонентным бетонам (вяжущее, тонкомолотая добавка, комплекс химических добавок, вода, заполнители разных видов) для приготовления бетона обязательно интенсивное и тщательное перемешивание бетонной смеси. Для этого служат высокоскоростные смесители принудительного действия и раздельное перемешивание с предварительной активизацией и гомогенизацией цемента, тонкомолотой и химической добавок в специальных аппаратах. При внедрении раздельного приготовления бетонной смеси были разработаны новые эффективные смесители, что открывает новые возможности по внедрению в строительство многокомпонентных бетонов и бетонов с регулируемыми сроками схватывания.

Таким образом, эффективная технология сборного и монолитного железобетона предполагает применение многокомпонентных бетонов, включающих суперпластификаторы или комплексные добавки на их основе и тонкомолотые добавки, активное регулирование сроков схватывания бетона и кинетики его твердения введением комплекса химических добавок и специальных вяжущих веществ, интенсивных методов приготовления бетонной смеси; максимальное сближение процессов перемешивания, укладки и уплотнения бетонной смеси; использование эффективной системы пооперационного контроля и вычислительной техники для управления технологическими процессами и обеспечения высокого качества изделий и конструкций при минимальных затратах цемента, энергии и трудовых ресурсов.

Одни из рассмотренных элементов технологии уже получили достаточно широкое распространение, другие успешно применяются передовыми организациями, по некоторым закончена научно-техническая разработка. Комплексное их использование обеспечит

наибольшую экономию ресурсов в отрасли. Поскольку известны различные способы совершенствования отдельных элементов технологии бетона, а некоторые вопросы пока являются спорными, целесообразно обсудить имеющиеся предложения и выбрать наиболее рациональные направления быстрого внедрения достижений научно-технического прогресса в области технологии бетона и железобетона.

При этом необходимо уделить особое внимание и тем предложениям, которые пока не нашли распространения в строительстве вследствие их недоработанности, нечеткости определения рациональной области применения и условий, гарантирующих надлежащее качество конструкций, а также выявить и устранить причины, сдерживающие внедрение новых бетонов и технологий.

Значительную экономию цемента приносят бесцементные вяжущие на основе гипса и фосфогипса, шлакощелочные, щелочно-стекольные, полимерные и др., в которых используются отходы промышленности. При этом необходима разработка мероприятий по обеспечению стабильности свойств бетона, его долговечности, эффективности технологического оборудования.

Целесообразно, особенно при более широком применении суперпластификаторов, обсудить вопрос об ускорении выпуска высокопрочных бетонов для преднапряженных конструкций, обеспечивающих экономию цемента, бетона и металла. Для преднапряженного железобетона и в некоторых других случаях следует шире использовать бетоны на напрягающих цементах, особенно фибробетон, разработать новые напрягающие композиции.

Большие возможности экономии цемента и улучшения свойств вследствие утилизации отходов промышленности имеются в производстве легкобетонных и ячеистых изделий. В некоторых регионах страны для тонкостенных конструкций рациональны мелкозернистые многокомпонентные бетоны с различными химическими и тонкозернистыми добавками отходов промышленности, более интенсивное перемешивание и уплотнение бетонной смеси.

Широкое внедрение в технологию отходов промышленности, многие из которых отличаются нестабильностью и содержат нежелательные компоненты, требует особого внимания к долговечности изделий и конструкций, особенно с учетом того, что уменьшение доли клинкера в цементе также несколько снижает долговечность бетона и сохранность арматуры. Необходима разработка четких рекомендаций и мероприятий,

обеспечивающих надежную работу железобетона, изготовленного с применением отходов промышленности, в разных условиях эксплуатации.

Переход к многокомпонентным бетонам и настоятельная необходимость компьютеризации производства требуют дальнейшего совершенствования теоретических основ бетоноведения.

Поэтому целесообразно обсудить различные предложения, сделанные в последнее время по этому вопросу: рассмотрение структуры и свойств бетона на основе теории искусственных конгломератов, теории кластеров, понятия об эффективном водоцементном отношении с использованием современных физико-химических представлений о поверхностном взаимодействии и др. Необходимо отобрать из них рациональное и, объединив их с последними достижениями зарубежной науки о бетоне, существенно укрепить научный фундамент бетоноведения, создать основу для широкого внедрения в строительство эффективных и экономичных технологий.

На ВДНХ СССР

Ограждающие конструкции

На межотраслевой выставке ВДНХ СССР «Изобретательство и рационализация-88» ЦНИИпромзданий демонстрирует ограждающие конструкции из ячеистого бетона с защитой от увлажнения и коррозии. Технология предназначена для защиты изделий из ячеистого бетона от действия агрессивных газозлажных и жидких слабоагрессивных сред.

Ячеистый бетон с защитой от увлажнения и коррозии можно использовать для теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных элементов зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях агрессивной среды. В результате обработки на изделиях образуется защитный слой заданной толщины (25 мм), который обеспечивает непроницаемость для воды при давлении 10⁴ Па, устойчивость к сульфатной агрессии, к воздействию газов. В мокрых условиях равновесная влажность до 10 % повышает морозостойкость изделий.

Производительность предлагаемой технологии составляет 2...13 м³/ч, энергозатраты на обработку 1 м³ изделий 18...35 кДж, дополнительные трудозатраты 1...1,5 чел.-ч.

Впервые технология внедрена на Сумском заводе силикатного кирпича Минстройматериалов УССР.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 127238, Москва, Дмитровское ш., 46, ЦНИИпромзданий.

Ресурсосбережение и технический прогресс в производстве сборного железобетона

Современное производство сборного железобетона представляет собой крупную отрасль строительной индустрии, насчитывающую более 4,5 тыс. комбинатов и предприятий общей мощностью 176 млн. м³ конструкций и изделий с основными фондами 13,9 млрд. р., стоимостью товарной продукции 11,5 млрд. р. и численностью промышленно-производственного персонала 770 тыс. чел. В промышленности ежегодно потребляется порядка 48 млн. т цемента, 210 млн. м³ крупного и мелкого заполнителя, свыше 8 млн. т арматурной стали и более 11 млн. т усл. топлива. При таких объемах потребления вопросы экономии ресурсов в отрасли существенным образом влияют на экономику капитального строительства в целом.

В последнее время в промышленности сборного железобетона наметилось улучшение технико-экономических показателей работы предприятий: за два года текущей пятилетки объем производства вырос на 8,3 % и в прошлом году достиг 148 млн. м³, коэффициент использования мощностей увеличился с 0,84 до 0,86, фондоотдача возросла с 0,78 до 0,83, а выработка на одного рабочего увеличилась на 6,4 % и составила 227 м³ изделий в год.

В связи с интенсивным развитием строительства особенно острыми являются задачи экономии цемента, металла и топлива, которые должны решаться одновременно с резким повышением производительности труда, комплексной механизацией производства.

Одним из основных направлений технического перевооружения в отрасли является химизация производства сборного железобетона. Это связано со снижением трудозатрат на формовочных операциях, значительным сокращением доли тяжелых ручных операций и повышением социальной привлекательности труда, повышением качества бетона, его прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости, значительной экономией цемента и энергетических затрат.

При большом числе типов и названий сходных по свойствам суперпластифи-

каторов в нынешних условиях перспективы их развития связаны с наличием сырьевой базы, проблемами использования вторичных ресурсов и в конечном счете со стоимостью продукта.

Внедрение химических добавок в промышленности осуществляется одновременно с мероприятиями по экономии цемента, нормализации производственных процессов, внедрению усовершенствованных правил статистического контроля и подбора состава бетона, снижению нормируемой отпускной и передаточной прочности бетона, применению минеральных и иных добавок. Повсеместное распространение получает раздельная технология приготовления бетонной смеси, обеспечивающая экономию 5...10 % цемента.

Необходимо интенсифицировать работы по модернизации технологического оборудования с учетом особенностей применения пластифицированных бетонных смесей, принять организационно-технические меры по широкому внедрению зол и золошлаковых отходов, создать эффективные смесители-активаторы и осуществить разработку типовых проектов автоматизированных бетоносмесительных узлов. Все это должно обеспечить приготовление бетонов по интенсивной технологии с применением многокомпонентных вяжущих. Такие работы в настоящее время ведутся Гипростроммашем, ВНИИжелезобетонном, ПромтрансНИИпроектом, ВНИИстройдормашем и другими организациями.

В производстве сборного железобетона постоянно ведутся работы по экономии металла, в основном осуществляемые путем улучшения структуры потребляемых арматурных сталей и проектных решений железобетонных конструкций. Этому же способствуют совершенствование конструкций и модернизация парка форм и оснастки для изготовления продукции, улучшение технологии изготовления арматурных изделий.

В текущей пятилетке достигнуты определенные успехи во внедрении высокопроизводительных автоматизированных линий для изготовления арматур-

ных сеток и каркасов, широкосеточных машин, линий для изготовления двухветвевых каркасов, монтажных петель и других арматурных изделий. Появились первые образцы механизированных линий для стыковой сварки термоупрочненной арматуры, высокопрочной проволоки, горячекатаной арматуры диаметром до 60 мм и многое другое прогрессивное оборудование.

Задачи экономии металла в области арматурного передела связаны с автоматизацией производства, разработкой технологии и оборудования для заготовки арматуры, в том числе фибровой, изготовлением арматурных элементов из новых внедряемых в производство высокопрочных сталей.

Особого внимания заслуживает экономия металла, расходуемого на изготовление и ремонт форм. Несмотря на имеющиеся и большей частью опробованные в производстве разработки НИИЖБ и других организаций по усовершенствованию конструкций и технологичности форм, их металлоемкость в производстве сборного железобетона практически растет. Поэтому здесь необходимо провести специальные организационно-технические мероприятия.

Технический прогресс в формовочном производстве должен быть направлен на сокращение трудозатрат при улучшении социальных условий труда рабочих. Этой задаче должно соответствовать все существующее многообразие технологий и оборудования для формования изделий из жестких, подвижных и литых бетонных смесей. Наряду с наметившейся тенденцией перехода к литьевой технологии и активной работой над безвибрационным формованием из жестких смесей (роликовым, зонным нагнетанием, прессованием, экструзией) актуальной остается проблема дальнейшего развития виброформования. Прежде всего это вызвано тем, что серийные виброплощадки с частотой 50 Гц, на которых изготавливают порядка 85 % сборного железобетона, не отвечают современным требованиям по уровню шума, не надежны в эксплуатации и приводят к преждевременному износу форм. Работы ведутся в направлении

применения низкочастотных (10...25 Гц) переменных режимов, обеспечивающих эффективное уплотнение бетона при снижении уровня шума и повышении долговечности оборудования.

На основе накопленного опыта освоения эффективного низкочастотного виброформовочного оборудования (разработчики — КТБ Мосоргстройматериалов, Гипростроммаш и др.) необходимо в ближайшее время создать базовые серийные виброплощадки с управляемыми режимами для уплотнения подвижных и жестких бетонных смесей.

Серьезного внимания заслуживает дальнейшее развитие работ по виброштампованию, вибропрокату и вибровакуумированию. С позиций ресурсосбережения новой оценки требует вопрос эффективности виброформования непосредственно бетонной смеси изделия, минуя форму. Для этого промышленность необходимо обеспечить надежными высокопроизводительными глубинными вибраторами. Известный интерес представляет технология ВНИИЖелезобетона по укладке предварительно провибрированной смеси в горизонтальные и вертикальные кассетные формы (виброщелевое формование).

Необходимо усилить работы по созданию надежно работающих фильтров и реализовать преимущества давно известной вакуумной технологии. Ее использование в сочетании с напорным бетонированием подвижных и литых пластифицированных бетонных смесей позволит обеспечить экономию цемента и повысить эффективность литейной технологии.

Технический прогресс в производстве массовых изделий крупнопанельного домостроения и сборного железобетона на линиях производительностью более 30 тыс. м³ изделий в год основывается на конвейерной технологии, в наибольшей степени соответствующей требованиям механизации и автоматизации. Развитие кассетного производства в зависимости от мощности линий в последнее время идет по пути кассетно-конвейерной или кассетно-поточной технологии. В крупнопанельном домостроении с использованием линий вертикального формования изготавливается основная номенклатура изделий, в том числе панели внутренних стен, перегородок, плит перекрытий, осваивается выпуск панелей наружных стен. По этой технологии целесообразна организация производства перегородок и наружных стен промышленных зданий.

Дальнейшее развитие кассетно-конвейерных технологий направлено на сокращение длительности первой ста-

дии тепловой обработки, использование манипуляторов для навивки арматурных каркасов и автоматизацию производства, повышение качества и обеспечение полной заводской готовности изделий.

В последнее время получает развитие роторно-конвейерная технология, лишенная ряда недостатков, характерных для традиционных схем конвейерного производства, и обеспечивающая условия для полной автоматизации процессов. Применение этой технологии целесообразно в первую очередь для производства дорожных плит, стеновых блоков, элементов мощения и других массовых изделий. Следует интенсифицировать развитие стендовой технологии. Помимо совершенствования изготовления крупноразмерных конструкций и плит безопалубочного формования должны быть усилены работы по созданию гибкой технологии производства на стендах широкой номенклатуры изделий, в том числе с использованием подвесного технологического оборудования.

В промышленности сборного железобетона ведется широкий поиск путей экономии тепловой энергии. Повышение экономичности повсеместно применяемых процессов пропаривания железобетонных изделий (85 % общего объема) в крупном масштабе осуществлено на основе нормализации топливно-энергетических балансов предприятий, энергосберегающих термосных режимов и высокоэффективных ямных камер для тепловой обработки с суммарной экономией порядка 40 % удельного энергопотребления. Важной задачей является расширение применения эффективных энергоносителей взамен традиционного пара: электрической и солнечной энергии, горячей воды, геотермальных вод, продуктов сгорания природного газа. В этой области отработан технологический процесс и накоплен определенный производственный опыт.

Важное значение имеет учет кинетики гидратации цемента при тепловой обработке изделий. Основанная на этом новая технология ВНИИЖелезобетона с ограниченным тепловым импульсом обеспечивает до 50 % экономии тепловой энергии. Использование теплого бетона в сочетании с химическими добавками в целом ряде случаев позволяет отказаться от тепловой обработки изделий.

Ресурсосберегающие процессы и оборудование наиболее полно реализуются при создании новых технологических линий для выпуска массовых видов железобетонных изделий. При этом основное внимание уделяется таким ре-

шениям, которые обеспечивают снижение капитальных вложений и металлоемкости оборудования, уменьшают трудоемкость и эксплуатационные расходы, необходимые производственные площади.

Среди эффективных технологических линий, созданных за последние годы, следует отметить: двухветвевые конвейерные линии для производства панелей наружных стен, разработанные ВНИИЖелезобетоном, Гипрогражданпромстроем и КБ по железобетону им. А. А. Якушева; автоматизированные конвейерные линии для выпуска пустотных плит перекрытий, создаваемые организациями Главленстройматериалов совместно с ВНПО Союзжелезобетон и КТБ Стройиндустрия Минюгстроя СССР; кассетно-конвейерные линии для изготовления панелей внутренних стен и сплошных перекрытий, предложенные СКТБ Стройиндустрия Минсвостроя СССР, ЭКБ Минуралсибстроя СССР, ЦНИИЭП жилища; роторно-конвейерные линии по производству блоков стен подвалов, плитных изделий благоустройства и другой номенклатуры по предложениям Днепропетровского филиала, НИИСПа, НИИЖБа, бывш. НИЛ ФХММ и ТП Главмоспромстройматериалов; комплекты новых технологических линий для изготовления изделий соцкультбыта серии 1.090, созданные ВНПО Союзжелезобетон и Гипростроммашем; конвейерные, полуконвейерные, карусельные линии для изготовления различной номенклатуры изделий, предложенные Минским филиалом КТБ Стройиндустрия Минюгстроя СССР; модернизированные технологические линии для производства железобетонных труб методом виброгидропрессования (со спирально-перекрестным армированием), радиального прессования, центробежного проката по разработкам ВНПО Союзжелезобетон, НИИЖБа и Гипростроммаша.

На указанных технологических линиях, предполагаемых к внедрению в ближайшие годы, намечено снизить трудозатраты и повысить производительность труда в 1,5...2 раза, сократить на 20...30 % энергозатраты на тепловую обработку, на 20...60 % увеличить съем продукции с единицы производственной площади.

Дальнейшее развитие и внедрение ресурсосберегающих технологий при безусловном базировании их на применении эффективных исходных материалов, в том числе химических и минеральных добавок, должно осуществляться на основе комплексной механизации и автоматизации, а также на использовании унифицированных техно-

логических модулей, обеспечивающих компоновку производства необходимой мощности. Уровень механизации и автоматизации, а также выбор технологических решений в каждом конкретном случае должен определяться на стадии технико-экономического обоснования проекта.

Для решения задач интенсификации жилищного строительства рядом ведущих научных и проектных организаций ведется разработка проектов технического перевооружения и строительства новых заводов КПД и цехов

соцкультбыта. В этих проектах наряду с высокопроизводительными технологическими линиями закладываются новые компоновочные решения и организационные схемы производства, в том числе с использованием двухъярусных цехов и поперечного размещения формовочных конвейеров относительно крановых пролетов. Высокие технико-экономические показатели таких решений в ближайшие годы должны быть реализованы при техническом перевооружении и строительстве головных цехов и заводов.

Важную роль для развития средних

и малых городов должно обеспечить строительство предприятий КПД малой (10...50 тыс. м²) мощности, ориентированных на выпуск прогрессивных серий сборных и сборно-монолитных жилых домов, а также заводов по выпуску комплектных домов из ячеистого бетона.

Задача научных, проектно-конструкторских и технологических организаций в этой работе — мобилизовать усилия по оказанию научно-технической помощи производству во внедрении новой техники и технологий.

УДК 624.92

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ); В. П. ЛЫСОВ, д-р техн. наук, проф. (Минский политехнический ин-т); Г. П. КОРОЛЕВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Проблемы возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона

В современных условиях возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона является важным направлением научно-технического прогресса в строительстве. Этому способствуют достоинства монолитного железобетона, занимающего ведущее положение среди других строительных материалов.

Отечественный и зарубежный опыт строительства показывает, что использование монолитного бетона и железобетона позволяет создавать неповторимые архитектурные ансамбли, сооружения оригинальных форм и тонкого эстетического воздействия, возводить здания и сооружения в районах с мало развитой базой сборного железобетона, в сложных геологических условиях, на стесненных участках застройки и т. д. Монолитное домостроение обеспечивает высокий уровень индустриализации строительства, не требует создания дорогостоящей производственной базы. Для его организации на 30...40% сокращаются капитальные вложения, расход стали, электроэнергия, улучшаются эксплуатационные качества зданий и создается благоприятная возможность использования местных строительных материалов для их возведения.

Однако в 60—70-е годы в нашей стране была допущена некоторая диспропорция в использовании монолитного и сборного железобетона в сторону

увеличения последнего. В отдельных случаях монолитные железобетонные конструкции необоснованно заменяли сборными, что повлекло за собой увеличение сметной стоимости строительства. И до сих пор понятие «индустриализация строительства» нередко отождествляется с понятием «сборность», что отодвигает разработку и применение индустриальных методов возведения монолитных конструкций, зданий и сооружений на второй план.

Развитию монолитного строительства препятствовала также и диспропорция сметных цен по отношению к строительству из сборного железобетона, которая не отражает объективных затрат и наносит ущерб государственным интересам. Это могло быть оправдано в 60-е годы для стимулирования становления и развития полносборного строительства.

В последние годы в нашей стране сложилась система научных исследований, проектирования и организации монолитного строительства. Намечались сдвиги в повышении его технического уровня. В некоторых институтах, министерствах и ведомствах разработаны долгосрочные программы развития монолитного домостроения. Все это должно положительно сказаться на развитии индустриализации, повышении эффективности и качества строительства.

Вместе с тем общий технический экономический уровень работ по монолитному строительству до сих пор невысок. Основными причинами, сдерживающими рост объема применения монолитного бетона и железобетона, являются низкая степень индустриализации, недостаточность оборудования и прогрессивных видов опалубки, невысокий технологический и организационный уровень строительства. Все эти технические, организационные, экономические и другие проблемы взаимосвязаны между собой и должны решаться совместно и в первую очередь за счет внутренних резервов.

При использовании монолитного бетона и железобетона большое значение имеют состав и свойства бетонных смесей. Для более интенсивного их твердения эффективны портландцементы и быстротвердеющие цементы.

Обеспечение высокого качества возводимых конструкций во многом зависит от уплотнения бетонной смеси с помощью вибровоздействия. Применение пластичных смесей с суперпластификатором и отказ от вибрации резко снижают трудоемкость укладки смеси, повышают качество конструкций, уменьшают расход вводимой воды затворения и тем самым обеспечивают их долговечность.

Надежность монолитных конструкций во многом определяется качеством

используемых материалов и помимо вяжущего — заполнителей. Применение только чистых, мытых фракционированных заполнителей позволяет получать бетоны высокой плотности, однородности и монолитности. Для бетона, представляющего собой многокомпонентный материал, очень важно обеспечить высокую монолитность, т. е. надежную связь между собой и единую работу составляющих. Это можно обеспечить только при шероховатой, чистой ст тонкодисперсных инертных частиц поверхности зерен заполнителя. Песчано-гравийные смеси без обогащения (промывки и фракционирования) следует запретить для применения в бетонах, чтобы повысить долговечность конструкций и не перерасходовать цемент.

Таким образом, для целого ряда конструкций, особенно подвергающихся многократному попеременному замораживанию и оттаиванию (дорожных, аэродромных, гидромелиоративных и др.), без низкоалюминатных портландцементов, высококачественных фракционированных заполнителей, пластифицирующих и воздухововлекающих добавок невозможно получить долговечный бетон. Отечественная промышленность освоила выпуск суперпластификатора С-3, эффективной воздухововлекающей добавки СДО (смола древесная омыленная), КТП (клей таловый пековый) специально для бетонов, но, к сожалению, еще в недостаточном количестве. Необходимо организовать производство пластифицирующих, воздухововлекающих, пластифицирующе-воздухововлекающих и других добавок в необходимом объеме.

Важное место в общей технологической цепочке возведения конструкций, зданий и сооружений из монолитного бетона занимают доставка бетонной смеси на объекты строительства и механизация ее укладки. Анализ этих процессов показывает, что уровень механизации труда при транспортировании смесей автосамосвалами составляет 8...10 %, на подаче смеси к месту укладки по традиционной технологии «бадья—кран» — соответственно 35...40 %. Потери от применения ручного труда при приемке бетонной смеси из кузова автосамосвала с его очисткой, по данным Минстроя БССР, в среднем составляют 50 тыс. чел.-дн. на 1 млн. м³ укладываемого бетона. Если сравнить с объемами укладываемого бетона по стране в целом, то потери увеличатся в 100 и более раз. Кроме того, транспортирование смеси в автосамосвалах снижает ее качество из-за утечек цементного молока, расслоения и уменьшения подвижности. Вызываемые этими при-

Вид опалубки	Достигнутая оборачиваемость опалубки, число раз	Общие начальные затраты на опалубочные работы, включая изготовление		Средние затраты на опалубочные работы, приходящиеся на одну оборачиваемость	
		трудоемкость, чел.-ч/м ²	стоимость, р/м ²	трудоемкость, чел.-ч/м ²	стоимость, р/м ²
Деревянная мелкощитовая из влагостойкой фанеры с каркасом из брусков	19	6,8	36,5	2,6	5,20
Инвентарная мелкощитовая из влагостойкой фанеры с каркасом из облегченных гнутых металлопрофилей	96	8,7	94,8	1,2	1,10
Инвентарная металлическая в крупнощитовом исполнении	112	12,4	103,4	1,0	0,95

чинами потери смеси составляют 3...10 % перевозимого бетона.

Для снижения указанных затрат необходим более интенсивный переход на применение автобетоновозов и автобетоносмесителей вместимостью 4...6 м³, который одновременно повысит производительность транспортирования в 2...3 раза. При разгрузке смеси из автобетоносмесителей для очистки барабанов не требуются рабочие. Целесообразно применение передвижных (легко монтируемых и демонтируемых) бетоносмесительных установок. За рубежом и у нас в стране имеются примеры эффективного их использования непосредственно на строительных площадках. Например, передвижная самомонтирующаяся бетоносмесительная установка СБ-119 вполне компактно вписывается в комплекс процессов по возведению монолитных зданий и сооружений и сокращает транспортные перевозки и затраты на 25...30%.

Для подачи бетонной смеси применяются различные бадьи в сочетании с кранами, бетононасосы, пневмонагнетатели и другие средства механизации. Однако применение современных передвижных бетононасосных установок-автобетононасосов, оборудованных распределительной стрелой, позволяет при интенсивности укладки 6...10 м³/ч обеспечить комплексную механизацию наиболее трудоемких операций в составе бетонных работ (приемку, подачу, распределение). По сравнению с крановой подачей затраты труда и стоимость работ сокращаются соответственно на 0,9...1,2 чел.-ч и 1,0...1,6 р. в расчете на 1 м³ уложенного бетона. Следует отметить, что автобетононасосы из-за их нехватки применяют редко. Да и там, где они имеются, их мощность используется недостаточно и составляет 20 м³ укладываемого бетона в день по сравнению с 40...60 м³ в Англии, Нидерландах, США, ФРГ.

Одной из ключевых проблем в строительстве из монолитного железобе-

тона является создание и использование эффективных опалубок, характеризующихся высокой степенью индустриализации сборки и разборки, многократной оборачиваемостью, модульностью типоразмеров и инвентарностью. За рубежом и у нас в стране (в Кишиневе, Ленинграде, Вильнюсе, Минске, Баку и др.) применяют эффективные системы опалубок. Их оборачиваемость достигает 100 раз и более. Однако это лишь единичные примеры в монолитном возведении монолитных конструкций и сооружений применяют низкооборотные малоэффективные опалубки. Фактические данные по использованию опалубок трех видов приведены в таблице.

Из этих данных видно, что, несмотря на высокую начальную стоимость и трудоемкость изготовления инвентарных опалубок, в конечном итоге благодаря повышенной их оборачиваемости эти затраты перераспределяются и на 1 м² опалубочных работ составляют всего 0,9...1,1 р. и 1,0...1,2 чел.-ч. Более экономична крупнощитовая опалубка из влагостойкой фанеры, удобная для производства работ в зимнее время, так как легко оснащается электронагревателями. В зарубежной практике такая опалубка широко применяется и оборачиваемость ее достигает 50...250 раз. От дощатой опалубки пора отказаться, ибо при оборачиваемости 2...3 раза на нее затрачивается древесины в 100 раз больше, чем на опалубку из влагостойкой фанеры.

Таким образом, резерв повышения эффективности опалубочных работ заключается в первую очередь в их многократном использовании и обеспечении высокого качества поверхности монолитных конструкций.

В большинстве своем опалубки изготовляют на неприспособленных предприятиях (кустарно), и это является основной причиной их невысокого качества. Учитывая, что объем опалубочных

работ постоянно возрастает и достигает 300 млн. м² в год по стране, необходимо централизовать их изготовление на специальных заводах и ввести для этого строгие обязательные ГОСТы. Это позволит повысить технический уровень опалубочных работ.

Слабая производственная база тормозит оснащение строек приспособлениями, оборудованием, контрольно-измерительной аппаратурой, средствами малой механизации по всем видам работ при возведении монолитных конструкций. Постоянно используемые средства, средства малой механизации и др. пора перевести на централизованное изготовление. Положительно сказалось бы и расширение кооперации промышленных предприятий с ведомствами строительной отрасли на договорной основе. Заказчики должны участвовать в строительстве и расширении своих промышленных предприятий.

В связи с тем, что объемы работ по монолитному домостроению в ближайшие годы возрастут и эта тенденция будет сохраняться, в районах с длительным зимним периодом возникает необходимость круглогодичного строительства. Это должно быть взаимосвязано с совершенной технологией производства работ в зимних условиях, а также методами ускорения твердения бетона. Однако применительно к монолитному домостроению из легких бетонов исследовательских проработок и практического внедрения пока крайне недостаточно. Во многих районах нашей страны возведение монолитных зданий в зимний период резко замедляется, а то и вовсе прекращается. Первоочередная задача ученых и новаторов производства состоит в отборе существующих и разработке новых приемов термообработки бетона для интенсификации его твердения применительно к монолитному домостроению.

Положительную роль здесь могли бы сыграть греющие опалубки, предварительный электроразогрев бетонной смеси, химические противоморозные и ускоряющие твердение бетона добавки и др. Ускорение твердения бетона в монолитных конструкциях целесообразно применять и в теплое время года. Это позволит при небольших дополнительных затратах строить здания и сооружения из монолитного железобетона в те же сроки, что и из сборных конструкций. Имеются неплохие примеры возведения высотных зданий в любое время года в республиках Прибалтики, Ленинграде. Необходим комплексный подход к решению проблем на всех этапах и технологических переделах строительного процесса в совокуп-

ности со смежными ведомствами и предприятиями.

Значительным организационным недостатком в программе работ по монолитному домостроению и возведению других сооружений и конструкций из монолитного бетона является неоправданное множество строительных организаций, осуществляющих его. Во многих трестах подобное строительство, хотя и в небольших объемах, ведут почти все строительные управления, из-за чего технический, организационный и экономический уровень работ остается фактически невысоким. Прослеживается трудность создания в каждом СУ квалифицированных бригад рабочих и ИТР, обеспечения их надежными и высокопроизводительными машинами, механизмами, средствами малой механизации, инструментами, опалубкой и инвентарем. Ощущается общий недостаток в этих средствах, поэтому целесообразно в строительных ведомствах, трестах и других подразделениях создать специализированные тресты, управления, участки по монолитному домостроению и возведению других сооружений из монолитного железобетона. Это позволит улучшить общую систе-

му организации и управления монолитным строительством и повысить эффективность работ, поднять производительность труда, улучшить качество возводимых сооружений. Анализ результатов работы специализированных СМУ показывает, что выработка на одного рабочего в них на 40...50 % выше, чем в обычных строительных управлениях, частично выполняющих бетонные работы.

В настоящее время важно решить вопросы, касающиеся укомплектования строительных организаций современным бетоносмесительным, транспортным и укладочным оборудованием, опалубками, инструментами и средствами малой механизации, чтобы наряду с улучшением качестваготавливаемых смесей добиться качественного и экономического изменения результатов работ в условиях строительных площадок.

Как показывает опыт народного хозяйства, только комплексное решение проблемы, затрагивающее все этапы строительства, позволит быстро, качественно и экономично возводить жилые дома, культурно-бытовые и промышленные здания из монолитного железобетона.

УДК 691.327:69(470.41)

А. З. ЗАКИЕВ, инж. (Главтатстрой Минюгстроя СССР); Р. З. РАХИМОВ, д-р техн. наук, проф. (Казанский инженерно-строительный ин-т)

Передовой опыт в производстве и применении бетона и железобетона в Татарской АССР

Татарская АССР отличается значительными объемами и динамичным развитием капитального строительства. Только в одиннадцатой пятилетке в строй действующих в республике вступило более 900 предприятий, много объектов культурно-бытового и общественного назначения, жилых домов общей площадью более 9 млн. м², школ на 100 тыс. учащихся, дошкольных учреждений на 50 тыс. мест, больниц на 58 тыс. коек. Объем капитальных вложений в двенадцатой пятилетке по сравнению с предыдущей возрос на 20 % и составляет около 15 млрд. р.

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 г. наряду с дальнейшим развитием промышленных объектов намечается увеличение доли капитальных вложений в социальную сферу. Так, в области жилищного строительства предусматривается ежегодный ввод не менее 2 млн. м² жилья, резко возрастут объемы строительства объектов культурно-бытового и общественного назначения. Для решения этих задач в республике будут реконструированы и технически перевооружены более 40 заводов стройин-

дустрии, введены новые производственные базы. Сформированная комплексная научно-техническая программа «Строительство-90» намечает путем улучшения структуры применяемых строительных конструкций и материалов добиться экономии 54 тыс. т металла, 310 тыс. т цемента, около 100 тыс. м³ леса.

Только в последнее время предприятиями региона внедрено много новых конструкций и технологий, сокращающих ресурсоемкость строительства. Так, в сотрудничестве со специалистами ГДР на заводе ЖБК-70 треста Промстройматериалы освоено производство экономичных преднапряженных балок покрытий пролетом 18 м, благодаря применению которых только в 1987 г. была достигнута экономия более 400 т металла. На этом же предприятии освоено производство железобетонных панелей покрытия на пролет размером 3×18 м, применение которых позволяет экономить 25 % арматурной стали и 23 % бетона, снижает трудоемкость в 2 раза и дает экономический эффект до 6 р. на 1 м² перекрываемой площади. В республике освоено производство различных объемных элементов. На заводе КПД-2 Главтатстроя организовано производство санитарно-технических гипсобетонных кабин полной ступени заводской готовности с возможностью применения полиэтиленовых труб, сантехзаготовок и узлов строго унифицированных размеров. На этом же предприятии освоен выпуск объемных лоджий для домов серии 125, применение которых в 4 раза уменьшило число ранее применявшихся изделий, объемных лестничных клеток, облегченных гипсобетонных вентиляционных блоков. В настоящее время проводится коренная реконструкция заводов крупнопанельного домостроения с одновременным переводом их на выпуск единой унифицированной зональной серии 5..10-этажных домов улучшенной планировки по гибкой технологии производства. Практически это крупнопанельные дома четвертого поколения единой серии. Это позволит специализировать каждое предприятие на выпуске изделий строго определенного набора. В Главтатстрое разработана и реализуется целевая комплексная программа «Монолит», согласно которой в 1989—1990 гг. планируется ввод 25 тыс. м² жилья в монолитном исполнении, включая 18-этажные дома. Строительство монолитных одноэтажных домов на селе разворачивается в текущем году. На предприятиях Главтатстроя в 1987 г. были внедрены и другие конструкции, позволяющие эконо-

мить материально-энергетические ресурсы.

В опытным порядке внедрены следующие конструкции. Панели КПП размером в плане 6×2,4 м выполнены из керамзитобетона классов В3,5 и В10 и предназначены для крыш жилых зданий с рулонной гидроизоляцией. Расход арматурной стали 87,5 кг на изделие (6,1 кг/м²).

Панели КПВ размером в плане 6,4×1,6 м, разработанные совместно с КПД-3 Главтатстроя, предназначены для крыш с теплым чердаком и безрулонным покрытием и представляют собой панель-ванну коробчатого поперечного сечения с жестким вкладышем-утеплителем из керамзитобетона класса В3,5. Панель-ванну выполняют из бетона класса В35 при марках по морозостойкости F400 и водонепроницаемости В6. Масса панели 3,83 т. Расход бетона и керамзитобетона 2,7 м³, стали 74 кг на изделие. Панели изготавливают в заводских условиях по агрегатно-точной технологии стенками ванны вниз. После тепловлажностной обработки изделие устанавливают в рабочее положение.

Использование панели КПВ в качестве элемента крыши, например для жилого дома серии III-125, позволяет по сравнению с типовым решением уменьшить число изделий на секцию в 10 раз, расход арматурной стали на 1 м² покрытия в 1,6 раза, расход тяжелого бетона в 3,3 раза, общую трудоемкость в 3,2 раза.

Вместо типовых балок разработаны их новые конструктивные решения, в которых в качестве рабочей арматуры применяли сталь классов Ат-IV и А-V без преднапряжения, материалом служил бетон класса В35. Расход основной рабочей арматуры составил 48,1 кг при общем расходе стали 109,8 кг на изделие. По сравнению с типовым решением удалось сократить расход арматурной стали на 20%.

Разработаны различные железобетонные балки, прогоны, плиты покрытий и перекрытий с применением полосовой стали с отверстиями, т. е. металлических вторичных ресурсов автомобильной промышленности. Экономия металла при производстве изделий достигается и другими путями. Так, замена толщины листового металла в закладных деталях с 8..10 на 6..8 мм в конструкциях домов серий 121, 125 и 90 позволяет получить экономию металла до 250 т в год. Только на одном заводе ЖБИ-2 Главтатстроя в 1986—1987 гг. сэкономлено около 20 т металла путем замены обычных монтажных петель замкнуты-

ми. Значительная экономия металла в республике достигается и благодаря другим мероприятиям: использованию отходов арматуры при изготовлении анкеров к закладным деталям и непрерывной стыковке арматурной стали, применению закладных деталей и арматурных каркасов и металлооснастки с минусовыми допусками, а также многоцелевых легкопереналаживаемых металлоформ и бортооснастки.

Результаты отдельных исследований железобетонных конструкций входят в нормативные документы. Так, Казанский инженерно-строительный институт совместно с НИИЖБом и Казгражданпроектом проводят исследования плосконапряженных элементов на действие местной нагрузки обычных и преднапряженных балок-стенок различных конструктивных решений одно- и многопролетных с отверстиями и проемами составных несущих систем типов панель—панель, стена—ригель, балка—стенка—перемычка. Разработан единый подход к их расчету на прочность и трещиностойкость на основе новой модели разрушения бетона и работы конструкции в виде каркасно-стержневого аналога, состоящего из условно выделенных бетонных и железобетонных полос, направленных вдоль сжимающих и растягивающих силовых потоков. В результате этих работ снижена металлоемкость типовых конструкций жилых домов серий 125 и 90, стеновых панелей серии 1.020/83, колонн промзданий по серии КЭ01-52. Результаты исследований использованы при разработке НИИЖБом «Руководства по проектированию сборно-монолитных железобетонных конструкций».

В республике разрабатываются и внедряются ресурсо- и энергосберегающие технологии бетона. Составлен каталог промышленных отходов предприятий Татарской АССР с рекомендациями их применения в производстве строительных материалов. На предприятиях стройиндустрии внедрены установки по введению химических добавок при изготовлении бетонных и растворных смесей, освоена литьевая технология производства конструкций серии 1.020.

Одним из направлений использования вторичных продуктов является применение золы и золошлаковых отходов Казанских ТЭЦ для изготовления конструкций жилищного домостроения из тяжелых и легких бетонов.

Казанским инженерно-строительным институтом совместно с НИИЖБом и Казанским ДСК отработана технология изготовления наружных стеновых панелей для домов серии III-90 и 121 из поризованного золокерамзитобетона, от-

личительной особенностью которого является применение золы в виде зольного шлама концентрацией 40..60% одновременно с химическими добавками. Это позволяет устранить технические трудности, связанные с подачей влажной золы гидроудаления в бетоносмесительный узел. Кроме того, интенсивное перемешивание зольного шлама в присутствии ПАВ и активаторов твердения бетона повышает однородность шлама и активизирует поверхность зольных частиц.

Использование золы и отходов химических предприятий в производстве наружных стеновых панелей на казанских заводах КПД-1 и КПД-3 позволило снизить расход цемента на 5..8 %, пористого песка на 100 кг/м³, условного топлива на 15..20 кг/м³.

В республике ведутся интенсивные исследования по утилизации отходов Казанского химического комбината, ПО Нижнекамскнефтехим и др. в качестве химических добавок для бетона. Широкое использование отходов, содержащих нитрит-нитраты и бихроматы калия или натрия в качестве добавок для конструкций кассетного формования, позволило заводу КПД-3 в результате перехода на низкотемпературный прогрев сократить расход энергии на тепловлажную обработку панелей внутренних стен и плит перекрытий на 20..25 %, а при введении этих добавок совместно с золой ТЭЦ сократить расход цемента на 15 %.

Строительный трест КамАЗа совместно с Казанским инженерно-строительным институтом разработали и внедрили рекомендации по использованию в бетонах в качестве заполнителей отходов литейного производства: хвостов обогащения кварцевого песка, гранулированного шлама, отработанной формовочной земли. Целесообразно использовать различные смеси этих материалов, так как каждый из них в отдельности не отвечает требованиям к заполнителям либо по содержанию примесей, либо по его гранулометрическому составу. Разработаны и внедрены составы легких бетонов с применением пенополиуретановой крошки для плит и перегородок жилых и промышленных зданий, устройства тепло- и звукоизоляционного основания полов жилых зданий, а также устройства теплоизоляции кровли. Выпущена опытная партия гипсобетонных плит перегородок с заполнителем из пенополиуретана.

Важным направлением энергоресурсосберегающей технологии сборного железобетона является использование местных сырьевых ресурсов. В республике разработана технология получения

высокопрочного керамического заполнителя шарообразной формы на базе местных глин для высокопрочных бетонов. Применение этого заполнителя вместо привозного гранитного щебня сокращает транспортные затраты и позволяет снизить расход вяжущего на 5..10 %.

Ведутся разработки технологии получения пористого заполнителя для легкого бетона на базе местных глин и промышленных отходов предприятий ТАССР в виде аглопорита и керамзита пониженной средней плотности. Применение таких заполнителей в легком бетоне для ограждающих конструкций в процессе их эксплуатации позволит экономить 4 т усл. топлива на 1 тыс. м² жилья.

Для экономии энергетических ресур-

сов при производстве бетона и железобетонных конструкций в республике осуществляются конкретные мероприятия: реконструируются пропарочные камеры с устройством эффективной теплоизоляции из пенополиуретана, снижаются энергозатраты на отдельных предприятиях в результате внедрения комплекта приборов контроля за выполнением технологических процессов уплотнения и термообработки при производстве бетонных работ в условиях заводского изготовления изделий и на строительной площадке. При строительстве сооружений из монолитного бетона и при ремонте сооружений значительная экономия энергозатрат обеспечивается применением виброэжекционной торкрет-машины, которую с успехом применяют и за пределами республики.

УДК 624.012.45.003

П. И. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук (Ленинградский политехнический ин-т);
А. Б. ГОЛЫШЕВ, д-р техн. наук (НИИСК); А. С. ЗАЛЕСОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Снижение материалоемкости конструкций на основе развития теории и методов расчета

В последние годы были проведены исследования в самых различных областях теории расчета железобетонных конструкций. Можно с уверенностью сказать, что достигнуты серьезные результаты и имеются определенные успехи. Следует, однако, отметить, что в связи со значительным расширением гаммы применяемых материалов и копированием форм, а также заметным повышением требований к уровню теоретических разработок каждый новый шаг в развитии и совершенствовании инженерных методов расчета железобетонных конструкций сталкивается со все большими трудностями. Поэтому, видимо, настало время попытаться выявить наиболее приоритетные направления, разработка которых в ближайшие десятилетия могла бы дать наибольший экономический эффект, и сосредоточить на них основные силы и средства.

Факторы запаса, надежность и оптимизация. Определенные перспективы снижения материалоемкости железобетонных конструкций могут быть свя-

заны с более правильной оценкой их надежности. К сожалению, в настоящее время и, наверное, по целому ряду причин в ближайшем будущем мы еще не сможем иметь ни вполне обоснованного критерия, ни достаточно точной оценки надежности железобетонных конструкций. Главная причина заключается в отсутствии достаточно полной и объективной информации об отклонениях несущей способности конструкций, связанных с изменчивостью влияющих на нее многочисленных факторов.

Поэтому критерием надежности конструкций, по существу, является практика строительства. В этих условиях вряд ли целесообразно ставить вопрос об общем снижении запасов, речь может идти лишь о выравнивании надежности, т. е. создании равнонадежных железобетонных конструкций и их элементов равной ответственности.

В настоящее время разработана методика оценки надежности железобетонных конструкций, рассматривающая

их параметры как случайные величины. Показано, что надежность элементов, прочность которых зависит от прочности нескольких материалов (например, от бетона и арматуры) оказывается больше надежности элементов, прочность которых зависит от прочности одного материала (например, бетона или арматуры). Сравнительный анализ надежности расчета изгибаемых элементов по нормальным и наклонным сечениям показал, что по наклонным сечениям она существенно ниже, чем по нормальным. Отсюда следует, что нужно понизить расчетную несущую способность изгибаемых элементов по наклонным сечениям до уровня нормальных сечений.

В новых условиях хозяйствования существенное значение приобретает оптимизация конструктивных решений. Разработанная в настоящее время методика оптимального проектирования нашла применение в ряде типовых конструкций и дала значительный экономический эффект. Представляется, что в дальнейшем все типовые проекты должны выпускаться только с использованием методов оптимизации.

Предельно допустимые значения раскрытия трещин и прогибов. Одним из наиболее важных факторов, влияющих на экономические показатели конструкций, является обоснованное назначение предельно допустимых значений прогибов и ширины раскрытия трещин. И если по первому вопросу за последнее время произошли существенные сдвиги, то по второму сдвигов пока не имеется.

Как известно, основным критерием, определяющим предельную деформативность железобетонных перекрытий, являются эстетические или скорее психологические требования, т. е. ощущение опасности при больших прогибах. До сих пор этот критерий представлялся в значительной степени неопределенным. Однако за последние годы была сделана попытка более объективно, на научной основе оценить величины предельных прогибов. В результате была разработана более обоснованная система назначения допустимых прогибов, позволившая существенно их повысить, усилить внимание к перемещающимся нагрузкам и т. д.

Что касается допустимой ширины раскрытия трещин, то здесь пока нет достаточных оснований для уточнения принятых в нормативах значений, обеспечивающих непроницаемость конструкций или коррозионную сохранность арматуры, особенно в обычных условиях при отсутствии агрессивных сред. В то же время существуют предположения, что в нормальных условиях

эксплуатации, в частности в закрытых отапливаемых помещениях, коррозия арматуры практически не развивается даже при значительной ширине раскрытия трещин. Все это открывает возможность для дифференцированного повышения допустимой ширины раскрытия трещин, что также даст существенный экономический эффект.

Диаграммы « σ — ϵ » бетона и арматуры и их применение в расчете. За последние годы развиваются исследования, связанные с диаграммами деформирования бетона и арматурной стали. Основная причина повышенного внимания заключается, по-видимому, в желании поставить теорию расчета железобетонных конструкций на более прочную физическую основу.

Имеется множество различных предложений по описанию диаграмм деформирования для бетона и стали. Важной их особенностью является наличие ниспадающих участков, позволяющих более полно оценивать работу бетона в составе конструкций на стадии полного исчерпания несущей способности. При разработке таких диаграмм во внимание принимаются вид бетона, технологические факторы, характер напряженного состояния, градиент напряжений, режим нагружения. Диаграммы для арматурной стали проходят через опорные точки, определяемые предельными упругими и пластическими характеристиками материала.

Следует признать, что расчет с прямым использованием диаграмм деформирования для статически определимых конструкций в большинстве случаев не дает сколько-нибудь существенного уточнения по сравнению с общепринятой методикой. Другое дело — статически неопределимые, особенно конструкции с вынужденными деформациями, где очень важно иметь достаточно точные значения жесткости сечений по их длине.

В настоящее время расчет статически неопределимых конструкций по прочности производится по методу предельного равновесия. Этот метод, оперируя максимальными значениями напряжений в бетоне и арматуре, дает достаточно приближенную картину распределения усилий в предельном состоянии. Между тем использование полных диаграмм деформирования дает возможность построить обобщенную диаграмму состояния конструкции (диаграмма «момент — кривизна») в необходимых случаях с учетом ниспадающей ветви, т. е. учесть возможность снижения усилий в каких-либо сечениях после достижения ими предельного состояния при увеличивающейся кривизне.

В результате получится уже иное, более полное распределение усилий по сравнению с методом предельного равновесия, и в ряде случаев разница может быть достаточно велика. Учет ниспадающей ветви целесообразен в основном при расчете на экстремальные воздействия.

Наглядным примером эффективного использования диаграмм деформирования является расчет конструкций зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях, когда со стороны основания возможны большие деформационные воздействия (вынужденные перемещения). Их учет предъявляет специфические требования к аналитическому аппарату для расчета несущей способности и деформативности таких конструкций, основное из которых — точность оценки жесткости сечений на всех стадиях работы вплоть до разрушения.

Сложные силовые воздействия (поперечные силы, крутящие моменты и др.). Если при относительно простых силовых воздействиях наши методы расчета имеют достаточно высокий уровень точности, то применительно к более сложным воздействиям имеются еще значительные резервы.

Расчеты железобетонных элементов на действие поперечных сил и крутящих моментов в значительной степени базируются на приближенных полуэмпирических методах, и, несмотря на многочисленные исследования в этом направлении, пока еще не удалось для практических целей разработать достаточно строгие и законченные расчетные модели.

В настоящее время проводится сравнительный анализ различных расчетных схем, включающих двухблочную модель, распорно-балочную, деформационные модели и др., а также различных способов определения усилий в бетоне и в арматуре, пересекающей трещину. На основе блочных моделей проводятся также разработки преднапряженных конструкций без сцепления продольной арматуры с бетоном.

Большой и важный раздел составляют плитные и стеновые конструкции, работающие в условиях сложного напряженного состояния. Разрушения плит разделяют на две основные схемы — по нормальным линиям излома и по замкнутым локальным наклонным поверхностям типа продавливания. Если для первой схемы в основном применяют метод предельного равновесия, то для второй используют различные полуэмпирические методы. Существенным дополнением расчета по линиям излома является расчет по деформиро-

ванной схеме и учет мембранных и распорных усилий, а также уточнение распределения деформаций и напряжений по длине линии излома в зависимости от схемы загрузки и опирания плиты.

Расчет коротких элементов по методу однородных полей напряжений. За последние годы он выделился в весьма перспективное направление. Главная особенность работы коротких элементов заключается в том, что в них образуются концентрированные полосы или поля напряжений, связанные с точками приложения действующих на элемент внешних усилий, и разрушение происходит в зонах концентрации напряжений.

Применение каркасно-стержневой системы требует решения ряда серьезных задач, включающих общее конструирование уравновешенной системы, определение геометрических размеров выделенных полос, установление в них предельных усилий и т. д.

Использование метода конечных элементов (МКЭ). Его применение открывает широкие перспективы для расчета железобетонных конструкций. Речь идет не о статических расчетах и подборе сечений сложных стержневых систем, оболочек и др., которые традиционно выполняются по стандартным, хорошо отлаженным программам, а об отдельных железобетонных элементах. Главная задача заключается в том, чтобы достаточно правильно и точно учитывать неупругую работу бетона и арматуры, наличие трещин и работу арматуры в трещине, вдоль и поперек трещин, предельное состояние бетона и арматуры при соответствующем напряженном состоянии, предельное состояние элемента в целом.

Метод конечных элементов может быть реализован на ЭВМ. Поэтому представляется очевидным, что параллельно должны развиваться так называемые инженерные методы, использующие более простые приемы и модели, которые могут быть реализованы на индивидуальных компьютерах и позволяют инженеру контролировать процесс расчета. Возможно, метод конечных элементов и другие численные, достаточно универсальные методы целесообразно использовать в ряде случаев в качестве машинного эксперимента взамен физического как более дорогостоящего для отработки более простых инженерных способов расчета. Расчеты по разрабатываемым программам должны быть проверены по всему диапазону изменяющихся факторов и опытным данным. Можно полагать, что простые

конструкции, стержневые, балочные, простые плоскостные и объемные при статических нагрузках следует рассчитывать в основном с помощью простых инженерных методов, а при сложных конструктивных решениях, большим числе различных воздействий следует переходить на более сложные численные методы.

Повторяющиеся нагрузки. Исследования показывают, что повторное действие нагрузки оказывает существенное влияние и на прочность, и на раскрытие трещин, и на деформации железобетонных элементов, причем не только при числе циклов нагружения, исчисляемых миллионами, но и при относительно малом числе циклов, исчисляемых десятками и сотнями.

В целом начинает складываться общая картина изменения прочности, трещиностойкости и перемещений в реальном диапазоне изменения числа циклов нагружения. При этом принципиальное значение приобретают уровень и количество повторных нагружений. При сравнительно невысоком их уровне в процессе повторения нагрузок разрушения не происходит и конечная прочность иногда оказывается выше, чем при однократном нагружении. Напротив, при высоком уровне повторных нагружений разрушение происходит при повторных нагружениях, причем прочность элемента оказывается ниже, чем при однократном нагружении.

Существенную роль играют частота циклов нагружения, нестационарность режимов и пр. Влияние повторных нагружений в основном проявляется в результате накопления остаточных неупругих деформаций и повреждений в бетоне и арматуре, в элементе в целом.

Прежде всего необходимо решить вопрос, в каких случаях учитывать влияние повторных нагружений, особенно в их малоцикловой области. В настоящее время вырисовывается достаточно определенно область сейсмических воздействий, где наряду с первым силовым возникают повторные малоцикловые нагружения. С другой стороны, требуется разработка методов расчета, в достаточной мере учитывающих повторные нагружения при неупругой работе железобетона.

Особенности расчета сборно-монолитных конструкций. В настоящее время разработаны эффективные методы расчета сборно-монолитных стержневых конструкций по нормальным сечениям, причем на однократные и многократно-повторные нагрузки. Однако для оценки прочности по наклонным и простран-

ственным сечениям требуется проведение дополнительных исследований. Что касается расчета прочности по контакту, есть много различных предложений, наиболее обоснованным из которых является методика, рассматривающая предельное состояние по контактному шву, в виде сдвига бетона по шву и нагельного сопротивления пересекающей шов арматуры либо в виде системы наклонных и нормальных к плоскости шва бетонных и арматурных связей.

Значительный объем работы предстоит выполнить в связи с решением вопросов экономики сборно-монолитного железобетона, расширения области его рационального применения, проектирования оптимальных сечений и т. п.

Прямое отношение имеет сборно-монолитный железобетон и к реконструкции предприятий, сопровождающейся усилением конструкций либо изменением их расчетных схем.

Массивные конструкции. В массивных конструкциях (плотинах) условия твердения бетона отличаются от условий твердения контрольных образцов. Набор прочности, рост модуля деформаций и тепловыделения, нагрузка вышележащих слоев благоприятно влияют на повышение прочности бетона. Следует также учитывать наличие сложного напряженного состояния. Все это дает возможность существенно повысить расчетные сопротивления бетона для массивных конструкций и добиться значительного экономического эффекта.

Вообще говоря, при расчете массивных конструкций возникает ряд проблем. Расчет по методам теории упругости приводит к большим запасам. Расчет прочности по предельным состояниям трудно осуществить, поскольку практически невозможно получить достаточные экспериментальные данные об исчерпании несущей способности массивных конструкций, уточняющие предельное состояние. В ряде случаев целесообразен переход к расчету массивных конструкций по так называемым вторичным полям напряжений или блочным моделям, в которых на основе исследования напряженного состояния с учетом образования начальных магистральных трещин оцениваются новое напряженное состояние и возможность образования опасных вторичных трещин, например предельных трещин откола сжатой зоны. Важной является задача теории моделирования железобетонных конструкций.

Актуальным остается вопрос термического трещинообразования в массивном бетоне.

В. В. ГРАНЕВ, инж. (ЦНИИпромзданий); В. И. ЛЕПСКИЙ, инж. (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов);
С. В. НИКОЛАЕВ, д-р техн. наук (ЦНИИЭП жилища);
Т. М. ПЕЦОЛЬД, канд. техн. наук (Белорусский политехнический ин-т)

Совершенствование проектных решений железобетонных конструкций зданий и сооружений

В промышленном строительстве предусмотрена приоритетная разработка большепролетных зданий с укрупненными сетками колонн, крупноразмерными ограждающими конструкциями и агрегированным инженерным оборудованием. Возведение новых типов зданий различного назначения должно обеспечивать сокращение продолжительности, снижение стоимости и трудоемкости работ и эксплуатационных расходов, повышение архитектурных качеств объектов, выполнение требований по охране окружающей среды.

Параметры производственных зданий, являющиеся результатами унификации их объемно-планировочных решений, служат основой типизации конструкций. В настоящее время степень типизации плит покрытий и перекрытий, стеновых панелей составляет около 98 %, ферм и балок — около 90 %, колонн — до 84 %. Разработанная и освоенная стройиндустрией номенклатура типовых железобетонных конструкций позволяет полностью укомплектовать основной объем запроектированных зданий и сооружений.

Наряду с этим возникла необходимость и в более мелкой градации пролетов и высот зданий, для чего предстоит разработать балки пролетом 15 и 21 м, колонн с градацией 0,6 м многоэтажных зданий с нерегулярным сочетанием этажей и т. д. Кроме того, предполагается отказаться от применения железобетонных ферм и перейти на стропильные балки.

Как правило, при проектировании инженерных сооружений железобетонные конструкции разрабатываются для конкретного объекта и имеют ограниченную повторяемость. В ЦНИИпромзданий предложены унифицированные панели стен подземных сооружений, что позволяет существенно сократить номенклатуру изделий.

Эффективность железобетонных конструкций зданий и сооружений может быть достигнута за счет:

расширения области применения основных типов сборных железобетонных

конструкций на основе межвидовой унификации;

разработки конструкций с бессварными узлами сопряжения, укрупнения монтажных элементов;

расширения использования высокомарочной арматуры и высокопрочных бетонов;

новых конструктивных решений на основе передовой технологии изготовления;

совершенствования методов расчета конструкций с учетом их пространственной работы в зданиях и сооружениях, в том числе применения расчетных схем, наиболее близких к действительной работе;

развития и более широкого использования программно-информационного обеспечения автоматизированных систем проектирования с выбором оптимальных по расходу материалов вариантов;

совершенствования норм проектирования конструкций и норм нагрузок и воздействий.

Реализацией такого подхода в практике проектирования и строительства БССР является идея единого унифицированного сортамента центрифугированных элементов кольцевого и прямоугольного полого сечения для крановых и бескрановых одноэтажных и многоэтажных производственных зданий, различных инженерных сооружений (эстакад, элеваторов, кормозаготовительных комплексов).

Замена сплошных колонн многоэтажных зданий серий 1.420-12 и 1.420-6 полыми кольцевыми и квадратными позволяет сэкономить до 15 % бетона и стали, что подтвердило экспериментальное строительство зданий ПО «Горизонт» и фабрики цветной печати в Минске. Там же заканчивают монтаж первых круглых в плане зданий НПО «Гранат». В системе их каркаса использованы всего четыре монтажных элемента: наружная стеновая панель, наружные и внутренние кольцевые центрифугированные колонны и треугольная преднапряженная плита перекры-

тия пролетом 12 м, выполняющая также функции ригелей. Тонкостенные элементы позволяют полностью отказаться от традиционных закладных деталей, фиксация осуществляется при помощи специальных болтовых соединений через отверстия в стенках элементов. Тонкостенные конструкции из высокопрочных бетонов обладают более высокой огнестойкостью по сравнению с конструкциями сплошного сечения.

В последние годы большой интерес вызывает проектирование и строительство 2-этажных промышленных зданий с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа, что обусловлено сокращением площади застройки. При этом для некоторых производств (литейные цехи машиностроительных предприятий и др.) на перекрытия передаются технологические нагрузки от 4 до 10 тс/м², что не дает возможности использовать типовые конструкции. Вариант 2-этажного цеха точного стального литья литейно-кузнечного завода в Сморгони с центрифугированными колоннами, сборно-монолитными и сталежелезобетонными ригелями под нагрузки 4...6 т/м² позволил значительно сократить расход металла.

Из-за несвоевременной и некомплектной поставки предприятиями стройиндустрии железобетонных конструкций продолжительность монтажа промышленных объектов увеличивается до 50 %. Технологические линии заводов разработаны для изделий определенной номенклатуры, которая через несколько лет уже не соответствует потребностям строительства. Возникает необходимость в дальнейшем воспроизводстве металлических форм, а при выполнении заказов для большого количества объектов с номенклатурой изделий, отличной от расчетной, заводы вынуждены снижать объемы производства.

Другим подходом является возведение промышленных объектов с использованием сборных, сборно-монолитных и монолитных несущих и ограждающих конструкций, изготавливаемых по передовой технологии в мобильных цехах.

На этой основе осуществляется строительство промышленных и гражданских объектов совместно с зарубежными фирмами, которое наиболее целесообразно:

во вновь осваиваемых районах;

в малых и средних населенных пунктах при сооружении предприятий небольшой мощности, не имеющих близко расположенной базы стройиндустрии;

в районах с развитой базой стройиндустрии при дальности перевозки конструкций автомобильным транспортом более 100 км и железнодорожным транспортом более 400 км.

Расчеты показывают, что в этом случае сокращение сроков строительства может достигать 30 % при снижении стоимости до 25 р. на 1 м² здания.

Перспективой индустриализации гражданского строительства определяется широкое внедрение полносборных конструктивных систем Единого общесоюзного каталога, включающего конструкции крупнопанельных и каркасно-панельных общественных зданий для различных природно-климатических районов страны.

Крупнопанельная конструктивная система социального и культурно-бытового строительства представлена в каталоге серии 1.090.1-1 и ее модификациями для особых условий. К 1990 г. годовой объем применения крупнопанельных общественных зданий будет увеличен до 14 млн. м² общей площади, при этом экономия стали достигнет 170 тыс. т, суммарная трудоемкость строительства снизится на 10 000 чел.-лет, сметная стоимость сократится на 27 млн. р.

Одновременно интенсивно осваивается промышленное производство межвидового унифицированного каркаса серии 1.020-1/83 для обычных условий, а также его модификаций для сейсмических районов, северной зоны, территорий с просадочными грунтами. Каркасные конструкции, на основе которых в 1990 г. будет построено общественных зданий общей площадью свыше 7 млн. м², обеспечат годовую экономию 30 тыс. т стали, снижение суммарной трудоемкости на 2000 чел.-лет и сокращение сметной стоимости строительства на 17 млн. р.

В составе Единого общесоюзного каталога в ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов разработаны и внедрены несущие и навесные трехслойные стеновые панели с гибкими связями и эффективным утеплителем для крупнопанельных и каркасных зданий. Определены оптимальные области использования этих кон-

струкций, годовая эффективность по прогнозам составит около 6 тыс. т усл. топлива, приведенные затраты снизятся на 3,4 млн. р. Широкое внедрение ригелей со смешанным армированием высокопрочной арматурой классов Ат-V и Ат-IVC обеспечит сокращение расхода стали на 3 тыс. т.

Завершены научные и технико-экономические обоснования, подтвердившие целесообразность разработки варианта каркаса серии 1.020-1/83 с комплексным применением в несущих элементах высокопрочной арматуры класса Ат-IVC при дополнительном снижении расхода 3 тыс. т стали.

Обобщен опыт применения в ряде регионов навесных однослойных легкобетонных стеновых панелей с пониженным процентом армирования, планируется выпуск проектной документации. Массовое внедрение данного конструктивного решения позволит получить экономию стали в размере 1,6 тыс. т при экономическом эффекте свыше 0,8 млн. р.

Экспериментально подтверждена конструктивная надежность упруго-пластического стыка ригеля с колонной, на основе которого разработаны рамные варианты каркаса серии 1.020-1/83 для промышленного и гражданского строительства. Это решение позволяет в рамках единой технологии с использованием одной и той же оснастки и оборудования решить проблему оптимальной организации высокопроизводительного заводского производства изделий связевого и рамного каркаса.

Перспектива дальнейшего развития индустриальных конструктивных систем гражданского строительства связана с исследованиями, разработкой и внедрением элементов, обеспечивающих размещение встроенных предприятий торгового и культурно-бытового обслуживания в нижних этажах жилых домов, совершенствованием изделий и стыков крупнопанельных общественных зданий, вариантов типовых решений, учитывающих требования прогрессивных технологий.

Развитие эффективных технологических приемов позволяет по-новому взглянуть на систему сборных зданий и конструкций для жилищного строительства. Среди таких приемов следует выделить два: кассетно-конвейерную технологию производства несущих конструкций из тяжелого бетона и многопустотных панелей на длинномерных стендах.

Обе технологии характеризуются высокой производительностью, низкими трудозатратами, высокой степенью механизации и автоматизации процессов.

Кассетно-конвейерные линии до сих пор применяют для производства панелей внутренних стен. Однако на таких линиях можно изготавливать массовую продукцию крупнопанельного домостроения — панели внутренних стен, перекрытий и часть панелей наружных стен.

Разработанные ЦНИИЭП жилища трехслойные панели наружных стен с эффективным утеплителем выполняют в сборном варианте: из двух «скорлуп» (внутренней и наружной) и слоя утеплителя из пенополистирола или другого эффективного утеплителя. Слои панелей выполняют из тяжелого бетона или конструктивного керамзитобетона и соединяют между собой металллическими связями.

Для одномодульной панели наружной стены длиной 3 или 3,6 м устанавливаются четыре связи, для двухмодульных — шесть. При этом отделка наружного слоя панелей может осуществляться в процессе формования путем образования рельефных поверхностей, наклеивания коврика со стекло- или керамической плиткой или после формования покраской, присыпкой стеклянной крошкой, глазурированием и другими приемами.

Разработанные, в том числе на основе опыта фирм «Партек» (Финляндия) и «Спанкрит» (США), конструктивные решения армирования стыков многопустотных панелей позволяют применять их не только в качестве длинномерных плит перекрытий с пролетом до 9...12 м, но и использовать в качестве панелей внутренних стен с вертикальными каналами и панелей наружных стен с утеплителем, введенным в конструкцию в процессе изготовления плиты. Плиты наружных стен с утеплителем могут применяться в качестве ограждающих конструкций при горизонтальной и вертикальной разрезке, перекрывая одновременно до 3...4 этажей.

Предъявляются новые требования к конструкции, геометрии и объемам панелей наружных стен. Это прежде всего массовое производство трехслойных панелей наружных стен с гибкими связями. Сбережение тепла в домах, политика ресурсосбережения предопределяют необходимость освоения этой пока трудоемкой в изготовлении конструкции наружной стены. В качестве промежуточного, в настоящее время более технологичного варианта, но уступающего на 30...40 % по теплофизическим качествам панелям с гибкими связями, остается однослойная конструкция панелей наружных стен с тер-

мовкладышами, т. е. панель с так называемыми жесткими связями.

При конструировании изделий для панельного домостроения вводится жесткая унификация доборных изделий (лестничных маршей, площадок, сантехкабин, тубингов лифтовых шахт, вентиляционных блоков и т. п.), не влияющих на архитектуру зданий. Вводятся ограниченные модули для панелей внутренних стен, плит перекрытий и торцовых панелей наружных стен — 300 мм, а также ограничиваются шаги панелей наружных стен — 3; 3,6; 6 и 6,6 м. В дальнейшем предстоит провести унификацию узлов сопряжения конструкций.

Для придания своеобразия здания в возрастающих масштабах будут вводиться индивидуальные немассовые, в том числе объемные, элементы (эркеры, балконные ограждения, карнизы, наклонные крыши и т. п.).

На плоских панелях создается рельеф глубиной до 250 мм, повышаются требования к точности размеров панелей наружных стен и их граней. Это требование обеспечивается при таком конструктивном решении форм и оснастки, когда при формовании «лицом вниз» контурная часть панелей образуется за счет оснастки, закрепленной на поддоне и формирующей наружный абрис панелей. При введении рельефной отделки панелей наружных стен необходимо часто менять рисунок рельефа, что затрудняет технологию производства, конструкцию форм и оснастки.

Меняется облик крыш зданий — появляются кровли наклонные и с ломаным профилем, покрывающие мансардные этажи, что также предъявляет новые требования к технологии их производства и к отделке, включая рельефную с имитацией крыш под черепицу, гон и другие кровельные материалы.

Следует предвидеть стирание граней между панельными конструкциями для жилищного, культурно-бытового и промышленного строительства и унификацию плит перекрытий, панелей внутренних стен, узлов сопряжения и т. п.

Увеличится доля монолитного строительства как одного из видов домостроения, резко повысятся объемы кооперативного и индивидуального строительства жилья. Последнее в особенности потребует новых подходов к технологии производства конструкций из легких бетонов с использованием местных строительных материалов, в первую очередь отходов промышленности в виде шлаков, зол и т. п. Размеры и масса этих конструкций будут обеспечивать возможность их ручного транспортирования и монтажа.

УДК 691.87:693.554.003

С. А. МАДАТЯН, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ);

В. Т. ЧЕРНЕНКО, канд. техн. наук (Институт черной металлургии);

В. А. БРАГИНСКИЙ, инж. (Моспроект-1)

Эффективные виды арматуры

Развитие железобетона тесно связано с повышением механических свойств и снижением расхода массовых видов арматурной стали. В результате освоения в 60-х годах арматурной стали для обычного железобетона классов А-III, В-1 и Вр-1, а также напрягаемой классов А-IV, А-V, Ат-V и Ат-VI и увеличения применения высокопрочной проволоки и арматурных канатов средневзвешенный предел текучести стали увеличился на 30%, а расчетное сопротивление — на 18%.

Годовой объем выпуска эффективных видов арматурной стали с пределом текучести 390 Н/мм² и выше составил в нашей стране в 1986 г. около 8 млн. т. При производстве в 1986 г. железобетона в СССР, США, Японии и ФРГ 192, 180, 185 и 70...75 млн. м³ общий расход арматурной стали составил 12, 10, 11,5 и 5 млн. т.

По выпуску преднапряженного железобетона наша страна занимает первое место: в СССР, США и Японии изготавливают в год соответственно 30,5; 5 и 1,32 млн. м³ (15,9; 2,8 и 0,7% общего объема железобетона).

Годовой расход высокопрочной напрягаемой арматурной стали классов Ат-V...К-7 в нашей стране ~1,1 млн. т в год (~9,2% всей арматурной стали), в США ~250 тыс. т (2,5%) и в Японии 63 тыс. т (0,53%).

Долгосрочная комплексная программа «Металлоемкость» предусматривает снижение удельной металлоемкости строительно-монтажных работ к 1990 г. по сравнению с 1985 г. на 15, к 1995 г. на 30...33 и к 2000 г. на 45...50%, что соответствует уменьшению удельной металлоемкости железобетона за прошедшие 35...40 лет. Она ставит перед металлургической промышленностью задачу увеличить к 2000 г. прочность проката на 20...25% и довести удельный вес производства термоупрочненного проката до 30%.

Анализом мирового развития производства и применения обычной (ненапрягаемой) арматуры установлено, что большинство экономически развитых стран переходит от горячекатаной арматуры с пределом текучести 390...420 Н/мм² к термомеханически упрочненной в потоке проката с пределом текучести не менее 500 Н/мм² (Австрия, ФРГ, Нидерланды, ГДР и др.) и 550...600 Н/мм² (США, Индия, ВНР).

В нашей стране началось применение в обычном железобетоне стали классов Ат-IVC, Ат-IVK и Врп-1 с пределом текучести ≥ 590 Н/мм² и упрочненной вытяжкой стали класса А-IIIв с пределом текучести ≥ 540 Н/мм².

Исследования Института черной металлургии, Днепропетровского металлургического института, НИИЖБа и ВНИО Союзжелезобетона показали, что пластические свойства стали класса Ат-IVC, поведение при низких отрицательных температурах, чувствительность к надрезам и поверхностным дефектам, ударная вязкость при температуре до -100°C, а также усталостная прочность и стойкость против коррозионного растрескивания не хуже, чем у горячекатаной стали класса А-III марки 35ГС. Она хорошо сваривается контактно-точечной, дуговой, в том числе ручными прихватками, и контактной стыковой сваркой. При ванной сварке необходимо использовать для усиления стыка стальную скобу-накладку в соответствии с ГОСТ 14098—85.

Арматурная сталь класса Ат-IVC имеет более высокий, чем у горячекатаной стали А-IV (20ХГ2Ц), относительный предел упругости η , величина которого в исходном состоянии около 0,85 ($\sigma_{\text{нск}}^{\text{нск}} = 0,85 \sigma_{\text{нск}}^{\text{нск}}$) (рис. 1), и работает в составе железобетонных элементов практически упруго. Ее можно использовать без преднапряжения с более высокими, чем у горячекатаной стали класса А-IV, расчетными сопротивлениями.

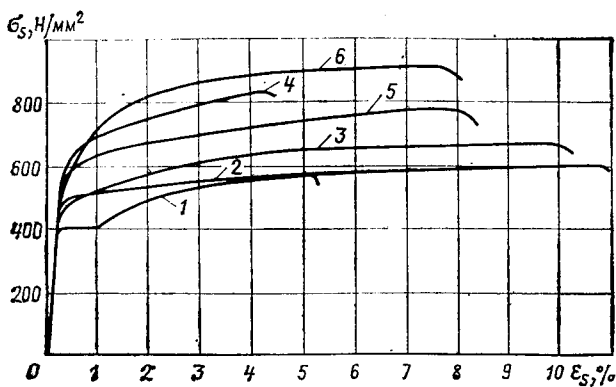


Рис. 1. Нормативные ($P_{\Sigma} \geq 0,95$) диаграммы растяжения арматурной стали повышенной прочности классов 1 — А-III; 2 — А-III; 3 — А-III; 4 — А-III; 5 — А-III; 6 — А-III (20Х2Г2П)

Сравнение требований к механическим свойствам термомеханически упрочненной арматурной стали в СССР и за рубежом показывает, что для стали Ат-IVC по ГОСТ 10884—81 $\sigma_{0,2}/\sigma_b = 0,75...0,8$, в ФРГ (DIN488 и DIN1045) — 0,9 и в ГДР (TGL 12530/08) — 0,875. Термомеханическое упрочнение позволяет получить практически любую диаграмму стали и в том числе вследствие повышения температуры самоотпуска до 550...600°C снизить σ_b для стали класса Ат-IVC до 700 Н/мм² при $\sigma_{0,2} \geq 590...600$ Н/мм². При сохранении химического состава стали марок 25Г2С, 20ГС или 10ГС2 такой режим термообработки обеспечит создание стали фактически класса Ат-IVСК, увеличит пластичность, улучшит свариваемость и другие эксплуатационные показатели. Создается возможность для широкой замены стали класса А-III на Ат-IVC и унификации армирования растянутой арматурой со сталью А-IIIв и А-IV.

В настоящее время в ГОСТ 10884—81 внесены изменения, допускающие выпуск стали класса Ат-IVC с временным сопротивлением $\sigma_b \geq 740$ Н/мм² при $\sigma_{0,2} \geq$

≥ 590 Н/мм², $\delta_5 \geq 12\%$ и $\delta_p \geq 3\%$, а также ограничивающие верхний уровень временного сопротивления стали этого класса ($\sigma_b \leq 1030$ Н/мм²). Как показало промышленное производство стали класса Ат-IVC с $\sigma_b = 740...800$ Н/мм² при $\sigma_{0,2} = 590...650$ Н/мм², фактическое удлинение $\delta_5 = 17...22\%$, $\delta_p = 4...8\%$.

Ненапряженную арматурную сталь класса Ат-IVC наиболее эффективно использовать в качестве сжатой в стадии эксплуатации арматуры как в сжатых, так и во внецентренно-сжатых и изгибаемых элементах, где реальная экономия достигает 25%.

Основной фактор, ограничивающий эффективность применения этой стали в качестве растянутой арматуры, заключается в значительной ширине раскрытия трещин, главным образом при длительном действии нагрузки. В соответствии со СНиПом использование стали классов Ат-IVC и А-IIIв ограничивается для растянутой арматуры диаметром 10...18 мм железобетонными элементами с $\mu \geq 0,005...0,1$, а стержни диаметром 20...32 мм — изделиями с $\mu \geq 0,01...0,012$ и 0,015...0,018 (рис. 2, 3).

Проведенная Моспроект-1 совместно с НИИЖБом замена в колоннах и ригелях многоэтажных зданий московского каталога арматурной стали класса А-III на Ат-IVC позволила в ригелях пролетом 4,8...6 м получить экономию 24...27% стали и 0,35...1,06 р. на 1 м³ железобетона (1,5...6,23 р. на 1 т стали). Аналогичное снижение расхода металла достигнуто и в колоннах.

Незначительная экономия денежных средств при столь большой экономии стали при замене А-III (Ат-III) на Ат-IVC обусловлена действующими в настоящее время ценами. Для эффективного применения стали класса Ат-IVC ее цена, по нашему мнению, не должна превышать стоимости стали класса А-III (Ат-III) более чем на 10% и быть не выше цен (с учетом себестоимости передела у потребителя) стали класса А-IIIв.

На базе термомеханически упрочненной катанки марок Ст3 и Ст5 осваивается производство холоднотянутой проволоки диаметром 3...6 мм повышенной прочности класса Врп-1 с механическими свойствами, аналогичными стали класса Ат-IVC диаметром 10...32 мм.

Широкие возможности экономии стали открывает использование в качестве обычной ненапрягаемой арматуры упрочненной вытяжкой стали класса А-IIIв. На типовых установках СМЖ-525, а также другом простейшем оборудовании таким образом можно повысить предел текучести стали класса А-III до 540...600 Н/мм², т. е. почти до уровня стали класса Ат-IVC. После старения у такой арматуры отмечается явно выраженная площадка текучести. Недостаток стали класса А-IIIв заключается в малой прочности при сжатии, а преимуще-

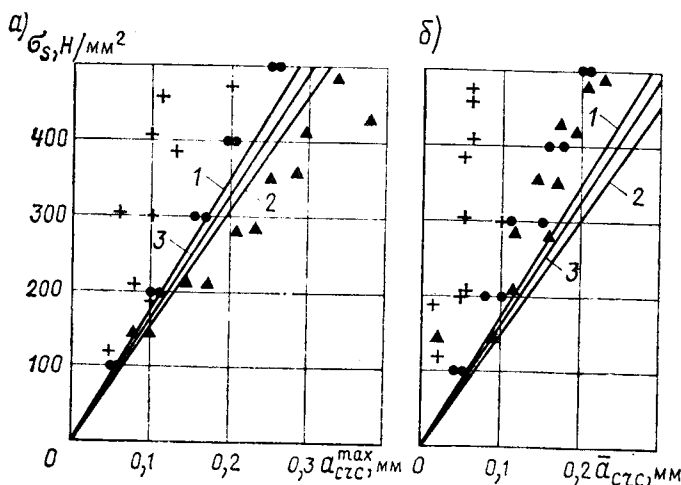


Рис. 2. Влияние диаметра на максимальную a_{crc}^{max} (а) и среднюю \bar{a}_{crc} (б) ширину раскрытия трещин при $\mu \approx 1\%$. +, ●, ▲ — опыты при \varnothing 12, 16 и 18 мм; 1...3 — расчет по СНиП для тех же диаметров (\varnothing 12 мм, $\mu = 1,1\%$; \varnothing 16 мм, $\mu = 1\%$ и \varnothing 18 мм, $\mu = 1,27\%$)

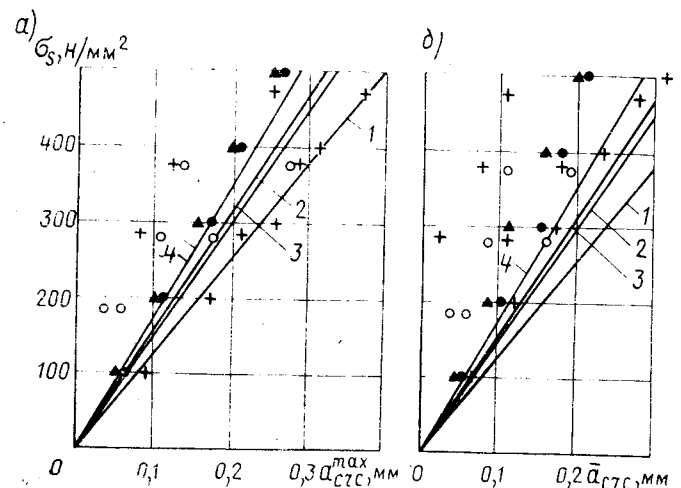


Рис. 3. Влияние μ на максимальную a_{crc}^{max} (а) и среднюю \bar{a}_{crc} (б) ширину раскрытия трещин для стержней \varnothing 14 мм. + — $\mu = 0,31...0,44\%$; ○ — $\mu = 0,8\%$; ▲ — $\mu = 0,92...0,98\%$; ● — $\mu = 1,2\%$; 1...4 — расчет по СНиП для этих условий ($\mu = 0,35; 0,8; 0,95$ и $1,2\%$)

ство при работе в качестве растянутой арматуры состоит в сокращении ее длины после упрочнения.

Следовательно, замена арматурной стали классов А-III, Ат-IIIС более прочными материалами классов Ат-IVС, Врп-1, А-IIIв и Ат-IVК — наиболее эффективный способ снижения расхода арматурной стали в обычном железобетоне.

В настоящее время за рубежом стержневая арматура периодического профиля имеет, как правило, плавный, без пере-сечения продольных и поперечных ребер профиль и обязательно маркируется обозначениями, видимыми на поверхности (рис. 4). Это исключает возможность спутать сталь разных классов прочности, в том числе А-III и А-IV (Ат-IVС).

С 1986 г. металлургическими пред-приятиями нашей страны также начат переход на новую систему маркировки арматурной стали периодического профиля по ТУ 14-2-635-85, отличную от покраски концов, применяемой в ГОСТ 5781—82 и 10884—81. Арматурную сталь классов А-II...А-VII (Ат-VII) начинают выпускать с новой маркировкой (рис. 5). Класс арматурной стали обозначается числом поперечных ребер между двумя выпуклыми метками, наносимыми при прокатке с шагом не более 1000 мм.

Несмотря на большие объемы произ-водства высокопрочной стержневой и проволочной арматуры классов Ат-V...К-7, до сих пор в качестве напрягаемой ар-матуры широко используется упрочнен-ная вытяжкой сталь класса А-IIIв. Это связано в первую очередь с дефицитом высокопрочной свариваемой стали клас-сов А-V и А-VI диаметром 10...32 мм, объем выпуска которой составил в 1986 г. 80 тыс. т при потребности 200...250 тыс. т, а также с поставкой стали классов Ат-V и Ат-VI длиной до 12 м вместо требуе-мой 12,6...13 и 25...26 м. Поэтому такие массовые изделия, как плиты покрытий размера 1,5×12, 3×12, плиты «на пролет», КЖС и др. изготавливают с при-менением малоэффективной арматуры.

Не развивается также производство высокопрочной проволоки класса Вр-II диаметром 6...8 мм, которая успешно ис-пользуется за рубежом.

При изготовлении массовых предна-пряженных железобетонных изделий (многопустотные панели перекрытий, до-рожные плиты и т. п.), армированных сталью классов Ат-V, А-V и Ат-VI, сле-дует переходить на автоматизированную технологию заготовки и натяжения ар-матуры на линиях ДМ-2.

За последние 5...6 лет были выполне-ны значительные работы по освоению производства свариваемой стержневой арматуры класса Ат-VI диаметром 12...32 мм, термомеханически упрочненной

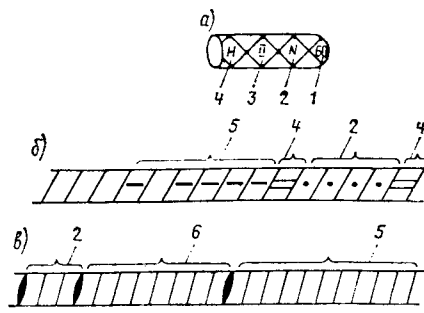


Рис. 4. Маркировка арматуры периодического профиля в США (а) и в странах Западной Европы (б, в)

1 — марка стали; 2 — класс стали; 3 — ди-аметр; 4 — заводская марка; 5 — изгото-витель; 6 — страна

стали класса Ат-VII диаметром 10...25 мм, стабилизированной арматурной проволоки класса Вр-II, 19 проволочных кана-лов и других видов высокопрочной на-прягаемой арматурной стали.

Исследования позволили не только от-работать технологию их производства, но и оценить целесообразные области применения и дать соответствующие ре-комендации.

Арматуру винтового профиля классов А-III...Ат-VII диаметром 14...25 мм по ТУ 14-228-12-86 уже сейчас могут вы-пускать Криворожский, Западно-Сибир-ский и другие металлургические комби-наты. При наличии заказов сортament будет расширен до 10...40 мм. «Рекомен-дации по применению арматурной стали винтового профиля» включены в выпу-щенные в 1988 г. «Рекомендации по применению в железобетонных конструк-

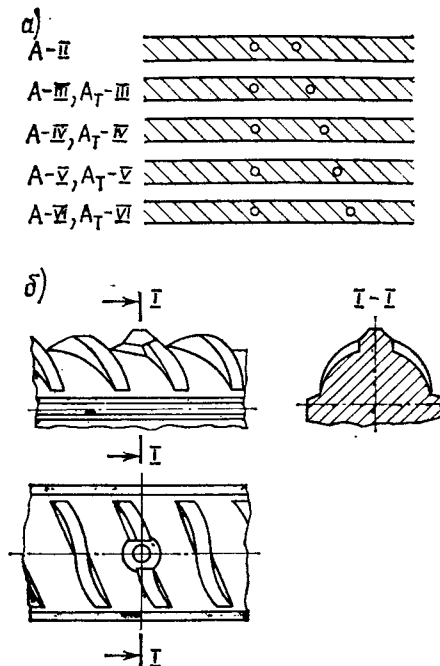


Рис. 5. Новая маркировка арматурной стали а — схема маркировки арматуры. Число ребер между маркировочными знаками стали классов А-II...А-VI—2...6; б — маркировочный прокатный знак

циях эффективных видов стержневой арматуры», содержащие материалы по применению всех современных и пер-спективных видов стержневой арматуры.

Важнейшим направлением развития обычной и особенно напрягаемой ар-матуры является создание и внедрение не-металлических материалов. В отече-ственной и мировой практике начали ис-пользовать различную стеклопластико-вую арматуру. Принципиально новыми являются арматурные элементы на базе волокон кевлара и углерода с времен-ным сопротивлением до 3100 Н/мм² и относительным удлинением 2...3%.

Одновременно с развитием неметалли-ческой арматуры особо высокой проч-ности НИИЖБом совместно с Институ-том черной металлургии и другими ор-ганизациями изучается возможность со-здания стальной бунтовой арматуры с временным сопротивлением не менее 2000 Н/мм² и пределом текучести 1800 Н/мм². Полосовая арматура, обла-дающая специальным профилем и луч-шей прокаливаемостью, должна обеспе-чить не только высокую прочность, но и хорошую совместную работу с бетоном.

Несмотря на определенные успехи в технологии производства различных ви-дов арматуры, приходится сталкиваться с трудностями применения новых видов арматуры, связанными с изменением ар-мирования и подготовкой проектной до-кументации на железобетонные конст-рукции, а также с разработкой и изго-товлением современного высокомехани-зированного оборудования для перера-ботки арматуры.

Внедрение в ближайшие годы рассмот-ренных эффективных видов арматурной стали в обычных и преднапряженных конструкциях позволит сократить общий расход арматуры на 10...12%. Для это-го необходимо переработать норматив-ную и проектную документацию желе-зобетонных конструкций, существенно сократить число типоразмеров изготавли-ваемых изделий и создать социальные и экономические стимулы для внедрения новых высокопрочных сталей и автома-тизации арматурных работ. При этом следует переходить на проектирование железобетона с использованием в расче-те диаграмм работы арматуры, суще-ственно изменяющихся под влиянием преднапряжения и других технологиче-ских факторов. Это позволит более объ-ективно оценивать предельные состояния железобетонных элементов, вследствие чего экономить значительные средства.

В перспективе напрягаемую, а возмож-но и обычную массовую арматуру в сельском, энергетическом, дорожном и других видах строительства предпола-гается заменять на неметаллическую.

В. А. КЛЕВЦОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ); Ю. Д. КУЗНЕЦОВ,
Е. А. РАБИНОВИЧ, кандидаты техн. наук (Харьковский ПромстройНИИпроект)

Ресурсосбережение при реконструкции промзданий

В настоящее время капиталовложения на реконструкцию составляют более 50 % общего объема капиталовложений в строительство, с каждым годом они будут увеличиваться.

Основной источник ресурсосбережения при выполнении реконструкции — сокращение сроков проведения работ без остановки производства или с минимальным перерывом. Это обеспечивается вследствие рационального использования существующих железобетонных конструкций и разработки рациональных методов их усиления в случае необходимости. Если только для 5..10 % зданий, подлежащих реконструкции в двенадцатой пятилетке, срок службы строительных конструкций при рациональном использовании увеличить на 10 лет, стоимость работ по реконструкции снизится примерно на 90 млн. р.

Эффективность реконструкции в значительной мере зависит от подготовительных работ, включающих натурные обследования и разработку существующих конструкций с учетом стесненности производства работ, а также требований основного производства.

Оценку состояния эксплуатируемых конструкций проводят на основании обследований, иногда дополнительно по результатам натурных статических или динамических испытаний. Большинству научно-исследовательских институтов и вузов, а также некоторым проектным организациям приходится заниматься обследованиями. Однако далеко не все вопросы, связанные с методикой их проведения и оценкой полученных результатов, решены. В связи с этим Харьковским ПромстройНИИпроектом совместно с НИИЖБом, ЦНИИСКом, УкрНИИПСКом, ЦНИИПСКом, ЦНИИпромзданий, НИИОСПом и др. разработан проект нормативного документа, регламентирующего обследования строительных конструкций, установлены категории для оценки их состояния.

В настоящее время недостаточна обеспеченность приборами, в том числе для неразрушающего контроля. Наиболее удобные из них механические приборы для определения прочности

бетона методом упругого отскока наша промышленность не выпускает. Совершенно необходимые приборы, реализующие метод отрыва со скалыванием (ГПНВ и ГПНС), производит мелкими сериями опытный завод Донецкого ПромстройНИИпроекта. Серийно выпускаемые магнитные приборы для установления положения арматуры ИЗС-10Н для обследований приспособлены значительно хуже, чем магнитные приборы, разработанные различными организациями и выпускаемые единичными экземплярами.

Важная задача заключается также в разработке и совершенствовании методов и приборов для определения параметров, для которых пока отсутствуют неразрушающие методы. К их числу в первую очередь относятся способы установления прочности арматуры и ее дефектоскопии. Необходимы приборы для оценки напряженного состояния железобетонных конструкций, прежде всего с помощью акустической эмиссии.

Основным методом оценки состояния конструкций по результатам обследований являются поверочные расчеты по данным натурных обследований, регламентированные дополнениями к СНиП 2.03.01-84, разработанными НИИЖБом совместно с Харьковским ПромстройНИИпроектом. Кроме того, НИИЖБ совместно с Проектно-конструкторским институтом Минстроя ЛитССР подготовили «Рекомендации по обследованию и оценке качества с применением неразрушающих методов возводимых и эксплуатируемых конструкций», развивающие положения дополнений к СНиП 2.03.01—84, а также содержащие правила получения характеристик конструкций, необходимые для поверочных расчетов.

Недостаточно исследован учет различных дефектов при обследовании конструкций. Рекомендации по оценке состояния конструкций по видам дефектов приведены в разработанных Харьковским ПромстройНИИпроектом «Рекомендациях по учету дефектов при проектировании и реконструкции зданий и сооружений и при оценке их состояния», в упоминавшемся уже документе, а также в других ведомственных

материалах и в технической литературе. Важное направление исследований заключается в дальнейшем изучении влияния наиболее часто встречающихся дефектов на несущие свойства конструкций.

Сохранение существующих конструкций позволяет осуществить реконструкцию с минимальными затратами. Однако часто без надлежащих технико-экономических обоснований принимают решение о полной замене элементов зданий, поскольку это упрощает проектирование и производство работ. Вопрос о целесообразности замены или сохранения существующих конструкций (без усиления или с усилением) следует решать в каждом случае с учетом технико-экономических показателей, включающих помимо затрат на строительную часть основных фондов потери основного производства в связи с необходимостью его остановки или организации его по временной схеме при полной замене конструкций.

В этой связи важной задачей является приближение расчетных схем к действительным статическим схемам конструкций. Проведенные исследования показали, что плиты покрытий и перекрытий работают совместно со стропильными конструкциями и ригелями, имеется защемление в узлах сопряжения стропильных конструкций с колоннами, стеновые панели включаются в работу каркаса и т. п., благодаря чему условия работы некоторых конструкций облегчаются.

Влияние всех этих факторов, достаточно хорошо изученное, используется в практике чрезвычайно осторожно. Это объясняется сомнением в возможности достижения нормированного качества. Однако реконструкцию следует осуществлять на основании материалов обследований, дающих картину фактического качества. Поэтому в некоторых случаях при проведении поверочных расчетов можно допустить более смелый подход при выборе расчетных схем. В связи с этим было бы полезным иметь документы, позволяющие оценивать несущую способность эксплуатируемых старых типовых конструкций с учетом их фактического состоя-

ния, взаимодействия с другими конструкциями, изменившимися расчетными положениями. Например, несущую способность старых колонн можно существенно увеличить при переходе к расчету по деформируемой схеме. В настоящее время часты случаи неправильной оценки эксплуатируемых конструкций, ненужного усиления, что удлинит сроки реконструкции и приводит к затратам материалов.

Сохранению конструкций в составе зданий и сооружений способствует наличие эффективных способов усиления. Проектно-конструкторский технологический институт Минсельхозмаша СССР выпустил альбом «Конструктивные решения по усилению строительных конструкций промышленных зданий». Харьковский ПромстройНИИпроект совместно с НИИЖБом и другими организациями разработали «Рекомендации по усилению железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий», в которых систематизированы основные способы усиления элементов, приведены способы их расчета.

Известно, что новое строительство ведется в основном на базе типовых конструкций, проходящих всестороннюю экспериментальную проверку. Индивидуальное новое проектирование проводят в большинстве случаев также ведущие проектные организации с привлечением при необходимости научно-исследовательских институтов. Проектирование же усиления часто осуществляют организации, не имеющие достаточного опыта проектирования. При этом нередки случаи применения нерациональных конструктивных решений усиления, вызывающих существенный перерасход материалов. Поэтому целесообразно более широко привлекать к проектированию усиления типовых конструкций ведущие проектные и научно-исследовательские институты — авторы этих конструкций.

Весьма эффективным является усиление вследствие изменения статической схемы конструкций. Так, разрабатываемый в настоящее время способ усиления каркасов одноэтажных промзданий введением элементов жесткости позволит повысить несущую способность ко-

лонн и фундаментов в некоторых случаях до 30 %. Эффективными могут оказаться способы усиления с использованием напрягающего цемента, фибробетона и полимеров.

Строительное обеспечение реконструкции во многих случаях связано с большими трудностями в связи со сложностью присоединения к железобетонным конструкциям новых частей или элементов, удаления части конструкций и т. п. Поэтому в условиях, когда предполагается значительное увеличение числа реконструируемых предприятий, а также сокращение периодов между ними, следует разработать типовые железобетонные конструкции, позволяющие упростить проведение будущих строительных реконструкций и сократить их сроки. Например, предложенные ПИ-1 и НИИЖБом узлы крепления технологических коммуникаций без закладных деталей дают возможность легко заменить технологические коммуникации. В дальнейшем целесообразно создать легко демонтируемые сборные железобетонные конструкции каркасов промзданий.

УДК 666.982.003

Л. А. МАЛИНИНА, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ); В. Г. ДОВЖИК, канд. техн. наук (ВНПО Союзжелезобетон); М. Ю. ЛЕЩИНСКИЙ, канд. техн. наук (трест Киевгорстрой); З. Б. ЭНТИН, канд. техн. наук (НИИЦемент)

Экономия материальных и энергетических ресурсов в технологии бетонов

За одиннадцатую пятилетку в нашей стране было выпущено 635 млн. т цемента, из которых около 80 % израсходовано на капитальное строительство, изготовлено более 1,5 млрд. м³ бетонов и растворов разных видов.

За этот период только для тяжелого бетона и растворов потребовалось более 1 млрд. м³ крупного заполнителя, около 0,8 млрд. м³ природных песков. По самым скромным оценкам, на такое количество бетонов потребовалось более 0,2 млрд. т усл. топлива, основная часть которого приходится на долю цемента в бетоне и на тепловлажностную обработку.

Объемы производства бетона в текущей пятилетке и последующие годы существенно увеличатся, и это потребует огромных материальных и энергетических ресурсов. В других отраслях на-

родного хозяйства выпуск основной продукции сопровождается образованием большого количества отходов (вскрышные породы, отходы камнедробления, шлаки черной и цветной металлургии, золы ТЭС и т. д.). Только небольшая их часть утилизируется. Происходит, с одной стороны, уменьшение природных ресурсов и вынужденное применение заполнителей, зачастую не отвечающих требованиям стандартов, а с другой — растут горы отвалов из отходов, часто вполне пригодных в технологии бетонов.

Среди промышленных отходов наиболее широко используются металлургические шлаки. Они идут на производство цемента, заполнителей, минеральных волокон и т. д.

На тепловых электростанциях страны образовалось в 1987 г. более 110 млн. т

золошлаковых отходов, а к 1990 г. их количество возрастет до 155 млн. т. В отвалах скопилось более 1 млрд. т золошлаковых отходов. В технологии бетона и железобетона в 1987 г. израсходовали около 3,5 млн. т таких отходов, в том числе примерно 1 млн. т сухой золы-уноса, остальное — отвальная золошлаковая смесь. Эффективность наличия золы в бетоне объясняется тем, что она выполняет роль полифункционального компонента — функции заполнителя, активной минеральной добавки, пластификатора и микрозаполнителя. Бетонные смеси с золами обладают большей связностью, лучшей перекачиваемостью, меньшим водоотделением и расслоением. Бетон имеет при этом большую прочность, плотность, водонепроницаемость, стойкость к некоторым видам коррозии, меньшую теплопроводность.

Наиболее хорошо организована утилизация золошлаковых отходов на Украине — в 1987 г. для бетона и железобетона использовали 1,8 млн. т (13 % годового выхода). В Главкиевгорстрое золу применяют на всех заводах ДСК треста «Стройдеталь» для легких и тяжелых бетонов сборных и монолитных конструкций, а также для строительных растворов. В Главкиевгорстрое с 1984 по 1987 г. объем использования отходов составил 6,2; 18,5; 33,7 и 44 тыс. т. Благополучно положение дел в Ростовской и Свердловской областях. В то же время в наиболее богатой золошлаковыми отходами Казахской ССР, где находятся электростанции, работающие на высокозольных экибастульских углях, в дело идет не более 1 % годового выхода.

Однако не все золошлаковые отходы пригодны для бетонов, особенно армированных вследствие своего химического состава. Наиболее эффективны кислые золы и золошлаковые смеси ТЭС, не обладающие вяжущими свойствами; их пуццоланическая активность проявляется во взаимодействии с цементным вяжущим. В зависимости от этой характеристики по отношению к конкретному цементу, водопотребности и удобоукладываемости бетонной смеси, расходу вяжущего, условиям и длительности твердения удается сократить расход цемента на 10...40 %. При оптимальном содержании золы (150...200 кг/м³ бетона) расход цемента при температуре пропаривания 80...90°C можно снизить на 60...120 кг/м³. При 60...70°C экономия цемента уменьшается до 30...50 кг/м³.

Наиболее стабильную экономию цемента дает сухая зола-унос. В настоящее время в Минэнерго СССР ее отбор организован на 30 электростанциях в объеме более 6 млн. т, причем только половина пригодна без ограничения для производства железобетона. Фактически на эти цели расходуется лишь 30 % сухой золы, что связано с нуждами в золах других отраслей народного хозяйства и недостатками в организации ее поставок. С учетом этих факторов при намечаемом к 1990 г. увеличении выпуска сухой золы можно изготовить 15...20 млн. м³ бетона и железобетона, сэкономить 1,5...2 млн. т цемента. Поэтому необходимо наряду с сухой золой повсеместно задействовать отвальную золу и золошлаковые смеси.

На предприятиях Донбасса и Приднепровья золошлаковые смеси с содержанием шлака 20...50% складывают и транспортируют как обычные заполнители и вводят их в состав бетона

в количестве 200...600 кг/м³, что снижает расход цемента на 20...50 кг/м³. Смеси с малой долей шлака после реконструкции складов и системы подачи можно применять как заполнители. Послойку в межсезонье бывают перебои, заслуживает внимания технология введения отвальной золы в виде зольной пульпы, освоенная на Казанском заводе ЖБК-1 и других предприятиях.

В последнее время в качестве компонента бетона начинают вводить отходы с высокой степенью дисперсности (20 тыс. м²/кг и более). Характерным представителем таких материалов являются отходы производства ферросилиция — порошкообразный кремнезем, содержащий до 85...95 % аморфного SiO₂. Несмотря на то, что большая дисперсность несколько увеличивает водопотребность бетонных смесей, высокая реакционная способность порошкообразного кремнезема и его роль как наполнителя существенно повышают плотность, морозостойкость, водонепроницаемость и прочность. Экономия цемента при введении 5...10 % массы цемента порошкообразного кремнезема составляет 20...35 %.

В технологии легких бетонов экономия материально-энергетических ресурсов связана с расходом и энергоемкостью не только цемента, но и пористых заполнителей. Это в первую очередь касается керамзитобетона, доля которого составляет 70...80 % общего выпуска легкобетонных конструкций. Для уменьшения расхода цемента и керамзита следует использовать при приготовлении керамзитобетона золы ТЭС. При введении их в количестве 100...200 кг/м³ можно отказаться от обжигового или дробленого керамзитового песка и снизить расход цемента на 5...10 % для бетонов классов В3,5...ВТ,5 (однослойные панели) и на 15...30% для бетонов классов В10...В15 (многослойные панели). Конструкционно-теплоизоляционные керамзитобетоны с пониженной плотностью следует готовить на золах ТЭС или керамзитовом песке с обязательным введением воздухововлекающих добавок. Расход цемента для таких бетонов не должен превышать 180...200 кг/м³, а необходимая прочность обеспечивается высокотемпературной тепловой обработкой.

Для конструктивных легких бетонов кроме зол ТЭС для снижения расхода цемента эффективны суперпластификаторы и модифицированные технические лигносульфонаты, а также крупные пористые заполнители повышенной прочности. Для бетонов классов В10...В25 увеличение прочности пористого заполнителя по сравнению с минимально до-

пустимой по ГОСТ 25820—83 снижает расход цемента на 25...35 %. При намеченном на 1990—1995 гг. ежегодном выпуске 30...40 млн. м³ конструкций и изделий из легких бетонов массовым внедрением ресурсосберегающих приемов и мероприятий можно сэкономить 1...2 млн. т цемента.

Экономия материальных и энергетических ресурсов в бетонах связана с развитием цементной промышленности. При этом можно выделить три принципиальных направления: лучшая адаптация видоимарочного ассортимента цемента к запросам потребителей, снижение приведенных топливно-энергетических затрат на 1 т цемента, улучшение качественных показателей цемента.

Согласно прогнозу, к 1995 г. потребность в цементе марки 300 составит 34...38 млн. т (не менее 23 % общего выпуска). Она может быть удовлетворена производством малоклинкерных цементов (30...35 % клинкера) с введением местных добавок, приготовленных на помольных установках в местах массового потребления. При использовании 30 % клинкера средней активности и таких добавок, как золы ТЭС, доменный, феррохромовый или вулканический шлак и другие местные материалы, активность цементов составляет 23...32 при нормальном твердении и 28...35 МПа после пропаривания. С учетом небольшой доли клинкера суммарные приведенные энергозатраты по сравнению с шлакопортландцементом марки 300 сокращаются на 20...23 %.

Снижение энергозатрат на 1 т цемента достигается при сухом способе производства, однако для этого необходимы большие капитальные затраты. Выпуск тонкомолотых цементов с дисперсностью более 400 м²/кг также снижает суммарные затраты. При этом расход клинкера на 1 м³ бетона сокращается примерно на 20 %. При повышении дисперсности до 450...500 м²/кг шлакопортландцемент марки 400 можно получить при введении до 55...60 % шлака вместо 39 % в настоящее время.

Активность при пропаривании заметно влияет на расход цемента в бетоне, подвергаемом ТВО, что предусматривает СНиП 5.01.23—83. Повышение активности цемента при пропаривании является трудной задачей. В каждом конкретном случае приходится осуществлять индивидуальные мероприятия (оптимизация в пределах, допускаемых сырьевой базой химико-минералогического состава клинкера, дисперсности цемента, вида и количества добавок и др.). При введении добавок, повышающих водопотребность цемента (трепел или опока), в некоторых случаях целе-

сообразен их предварительный обжиг при 600...800°C.

Вследствие целенаправленной работы активность цемента при пропаривании на Брянском, Эдолбуновском, Коркинском, Себряковском и других заводах удалось повысить на 1...6 МПа и получить цементы более высокой группы.

Наиболее существенная экономия цемента достигается при введении в бетон цементосберегающих компонентов: суперпластификаторов (С-3, 40-03, 10-03, Дофен и др.) — 15...25 %, эффективных пластификаторов (ЛСТМ-2, ЛТМ, НИЛ-20, ХДСК и др.) — 5...15 %, зол ТЭС — 10...20%.

Большое внимание следует уделять нормализации технологического процесса изготовления изделий, повышению однородности бетона, контролю его качества в соответствии с ГОСТ 18105—86, 25006—86, изменениями № 1 к ГОСТ 13015—85 по снижению отпускной прочности бетона в холодное время года. Все это позволит уменьшить расход цемента на 10...15 % без существенных капиталовложений.

Развитие технологии свидетельствует о том, что бетон становится многокомпонентным композиционным материалом, состоящим из традиционных составляющих, микрозаполнителей, ПАВ и других добавок. Кроме этого наблюдается явная тенденция к увеличению дисперсности составляющих бетона.

В связи с этим возникают проблемы качественного приготовления и уплотнения бетонных смесей. Очевидно, что интенсивное перемешивание бетонных смесей и активация цемента являются важным элементом получения многокомпонентных бетонов нужного качества.

Снижение энергоемкости цемента и увеличение его ресурсов в стране осуществляются теми же методами, которые применяются в технологии бетона для экономии цемента. Таким образом, строители получают уже разбавленные минеральными добавками цементы, содержащие ПАВ, что естественно снижает или исключает использование тех же технологических приемов на заводах ЖБИ и стройках.

Применение на некоторых цементных заводах ЛСТ в качестве интенсификатора помола снизило прочность пропаренного бетона, а также эффект от С-3 на заводах ЖБИ.

Необходимо также установить минимальное содержание клинкерной части в смешанных тонкомолотых цементах и их расходы в бетонах, обеспечивающие сохранность арматуры и долговечность бетонных и железобетонных конструкций.

УДК 666.972.16.003

В. Г. БАТРАКОВ, д-р техн. наук (НИИЖБ); В. Б. РАТИНОВ, д-р техн. наук, проф. (МАДИ); Н. Ф. БАШЛЫКОВ, Ш. Т. БАБАЕВ, кандидаты техн. наук (ВНИИЖелезобетон); В. Л. ЯВОРСКАЯ, инж. (Новгородский ДСК)

Повышение эффективности бетона химическими добавками

Для повышения производительности труда, улучшения качества и долговечности сооружений и конструкций различной номенклатуры и назначения добавки в бетон являются самым универсальным, технологичным, доступным и эффективным средством.

Они способны придавать бетонной смеси и бетону новые свойства. С помощью гидрофобизаторов, например кремнийорганических соединений, можно получить бетон с водоотталкивающими свойствами. Применяя противоморозные добавки, снижающие температуру замерзания воды, удается обеспечить твердение бетона при низкой температуре до —25...—30°C. Вводя бактерицидные добавки, можно исключить биоповреждения бетона.

Введение добавок может улучшить свойства бетона и, наоборот, ослабить те из них, которые для данного сооружения или конструкции нежелательны. Так, благодаря значительному пластифицирующему действию таких соединений, как лигносульфонаты, суперпластификаторы на нафталинформальдегидной или меламинформальдегидной основе, удается повысить подвижность бетонной смеси при ее почти неизменном составе, снизить В/Ц при неизменной подвижности смеси и за счет этого повысить прочность и непроницаемость бетона, сократить расход цемента для равнопрочных бетонов на 20...25%.

Применение химических добавок может принципиально изменить технологию ведения работ. Так, литевая технология бетонной смеси стала возможной только благодаря появлению суперпластификаторов — синтетических органических водорастворимых веществ, почти не обладающих нежелательным побочным действием. Их удается вводить в больших, чем считалось допустимым ранее, дозировках и получать практически любую подвижность смеси.

Использование сильных ускорителей схватывания и твердения позволяет

снизить или исключить отскок заполнителя в торкрет-бетоне и наносить смесь на вертикальные и труднодоступные поверхности без опалубки. Благодаря замедлителям схватывания можно длительно хранить и перевозить бетонные смеси на большие расстояния, что очень важно для гидротехнического строительства при возведении массивных бетонных сооружений, а также для дорожного и сельского.

Введение в бетонную смесь соединений воздуховлекающего или газообразующего действия в количестве 0,005...0,1 % массы цемента в 2...3 раза повышает морозостойкость бетона путем создания в нем оптимальной системы условно-замкнутых воздушных пор, играющих роль демпферов. Чаще всего такие добавки представляют собой щелочные соли абietиновой кислоты и некоторые другие поверхностно-активные вещества (ПАВ) гидрофобизирующего действия. Наиболее эффективными типами соединений для получения бетонов повышенной морозо- и коррозионной стойкости, в том числе в условиях воздействия растворов солей высокой концентрации, являются кремнийорганические соединения гидрофобизирующего, гидрофобно-пластифицирующего и гидрофобно-структурирующего (особенно газообразующего) действия.

Добавки — ингибиторы коррозии стали, из которых наиболее популярны нитриты натрия и кальция, тормозят коррозию арматуры, в том числе в трещинах бетона и в средах с агрессивными хлорид-ионами. Важно, что эти добавки сохраняют эффективность в течение многих лет, что было установлено в ходе специального исследования.

Успешному внедрению добавок в строительную индустрию в немалой степени способствовали возможность снижения температуры тепловлажностной обработки бетона, сокращение продолжительности изотермического нагрева изделий и других энергетических операций. Использование пластифика-

торов, особенно суперпластификаторов, позволяет в некоторых технологиях исключить высокочастотную вибрацию или заменить ее непродолжительным низкочастотным воздействием для улучшения распределения смеси в форме. Это обеспечивает снижение энергозатрат и трудоемкости, а также повышение качества конструкций. При этом улучшаются условия труда при укладке и уплотнении бетонной смеси. В результате одновременного введения добавок — ускорителей твердения и многокомпонентных повысилась и производительность предприятий стройиндустрии.

Таким образом, можно утверждать, что к 2000 г. практически во всех высокоразвитых странах около 100 % всего производимого бетона будет содержать добавки. Поэтому необходимо своевременно проанализировать с учетом наметившихся тенденций, в каких направлениях будут развиваться производство добавок и технология их применения. Представляется, что должны резко возрасти производство и применение суперпластификаторов, получаемых синтетическим путем. Вместе с тем расширяется использование в качестве добавок различных отходов и побочных продуктов промышленности, что очень перспективно, так как поможет решить не только технико-экономические, но и экологические проблемы.

Кроме того, крупнотоннажные отходы производств, довольно стабильные по составу, свойствам, придаваемым ими бетонной смеси и бетону, могут иногда конкурировать с веществами, синтезируемыми в качестве добавок, особенно при специальной обработке. К таким отходам относится, например, щелочной сток производства капролактама (ЩСПК), в котором действующее начало — адипинат натрия — обеспечивает хорошие пластифицирующие и воздухововлекающие эффекты. Кроме того, ЩСПК обладает сравнительно низкой эвтектической температурой.

Самые многотоннажные и доступные из пластифицирующих добавок лигносульфонаты (ЛС) щелочных либо щелочноземельных металлов представляют собой отходы лесохимии. В последние годы освоены различные способы обработки ЛС для улучшения их качества или придания им специальных свойств. Так, с помощью методов модифицирования, направленных на подавление воздухововлекающего действия ЛС, разработаны пластификаторы типа НИЛ-21, МТС-1. Разработан способ замещения части кислотных групп в составе ЛС основными (тип

ЛСТМ-2). Пластификатор этого типа используется как добавка к цементу для повышения его активности, а также к бетонной смеси. Усиление эффекта пластификации бетонных смесей и повышения прочности бетона достигнуто при сочетании ЛС с ускорителями (ЛТМ, ХДСК-1). Имеется опыт эффективного использования в производстве изделий крупнопанельного домостроения добавки МС-Нов-1 на основе ЛС и кубовых остатков фурфурола.

К числу крупнотоннажных побочных продуктов относится хлорид кальция, получаемый при производстве соды по аммиачному способу. Существующий запрет на сбросы хлорида кальция в водоемы в известной мере лимитирует производство основного продукта, хотя сода все еще остается остродефицитной. Вместе с тем хлорид кальция или его сочетание с некоторыми другими веществами, в первую очередь с ингибитором коррозии арматуры в бетоне, успешно используют в качестве добавки — ускорителя схватывания цемента и твердения бетона и в качестве противоморозной.

К сожалению, во многих случаях в отходах невысока концентрация основного компонента, так как большинство из них представляют собой разбавленные водные растворы. В связи с этим возникают проблемы, связанные с транспортированием подобных добавок, особенно на большие расстояния, и с исключением отрицательного влияния примесей. Иногда можно непосредственно использовать побочные продукты без переработки. Однако такие добавки обладают нежелательным побочным действием при не очень сильном основном эффекте. Это обусловлено тем, что отходы чаще всего недостаточно стабильны по составу и содержат примеси, которые не всегда действуют положительно. Влияние примесей можно ограничить, либо повышая концентрацию раствора выпариванием, либо превращая жидкий продукт в пастообразный или твердый. Однако это требует специального оборудования, дополнительных технологических переделов и значительных энергетических затрат.

Использование комплексных многокомпонентных добавок открыло новую страницу в области производства эффективных добавок и позволило улучшить качество не только отходов, но и побочных продуктов как добавок в бетон. Такой прием стал универсальным средством модификации добавок почти всех классов.

Доказано, что путем введения комплексных добавок удастся снизить или

практически полностью исключить их отрицательное побочное действие независимо от состава и источника получения. Так, многие органические ПАВ замедляют схватывание и твердение цемента и других вяжущих, поэтому, если этот эффект нежелателен (например, в промышленности сборного железобетона), то такие добавки сочетают с ускорителями, в частности с сульфатом натрия, хлоридом, нитратом или нитрит-нитратом кальция и некоторыми другими.

При этом сохраняется пластифицирующее действие ПАВ, а в некоторых случаях удается его усилить. Если те или другие соли используют в качестве противоморозных добавок и вводят в повышенных дозах, то необходимо замедлить процессы схватывания цемента и роль ПАВ как дополнительного компонента в комплексной добавке из нежелательной превращается в положительную.

Важным направлением является разработка таких сочетаний добавок, в которых удалось бы усилить положительный эффект применением основного компонента либо взаимодействием обеих составляющих. Так, удается усилить ускоряющее действие хлорида кальция в сочетании с нитрит-нитратом кальция при одновременном торможении последней коррозии арматуры, некоторые сочетания ПАВ или ПАВ с пленкообразующими добавками резко удлиняют сроки схватывания минеральных вяжущих и т. д.

В настоящее время разрабатываются теоретические основы подбора таких добавок, введение которых обеспечивает эффект неаддитивного усиления заданных параметров бетонной (растворной) смеси и бетона, например, удается усилить пластифицирующее действие ПАВ, вводя в нее другой компонент, обладающий слабым пластифицирующим действием, и т. п.

В некоторых случаях комплексы из разных соединений разрабатывают для придания бетону одновременно нескольких ценных свойств. Так, сочетания ускорителей твердения бетона с некоторыми гидрофобизирующими добавками на основе кремнийорганических веществ повышают прочность бетона и его сульфато- и морозостойкость.

Нередко экономический эффект обеспечивается не только усилением основного положительного действия подобных комплексных добавок, но и снижением дозировки ее более дефицитного и дорогого компонента при сохранении на том же уровне заданных показателей бетонной смеси и бетона.

Отдельное направление занимает выбор эффективных ускорителей схватывания и твердения бетона, безопасных в отношении коррозии стали. Помимо известных и оправдавших себя на практике нитратов щелочных и щелочно-земельных металлов, нитрит-нитрата кальция и отчасти сульфата натрия все чаще используют формиаты, ацетаты и другие соли органических кислот. Кроме прямого назначения эти добавки, повышающие щелочность среды, вводят и для модификации ЛС.

Следует подчеркнуть, что в состав комплексных добавок можно вводить также активные и малоактивные минеральные компоненты: золы уноса, микрокремнезем и некоторые другие, позволяющие повысить, например, связность бетонных смесей. Это в еще большей степени повышает целесообразность использования добавок для частичной утилизации многотоннажных неорганических твердых отходов производства.

Однако внедрение и суперпластифи-

каторов, и некоторых комплексных добавок только тогда будет иметь максимальный результат, когда они одновременно изменят технологию приготовления бетонной смеси, включая их состав, оснастку, режимы твердения бетона.

Наряду с разработкой комплексных добавок, получаемых смешением исходных компонентов, исключающих взаимодействие друг с другом, перспективна разработка соединений многоцелевого назначения. Их получают химическим модифицированием путем введения в состав макромолекул фрагментов иной природы, что позволяет направленно регулировать свойства бетонной

смеси и бетона. В настоящее время в СССР разработаны и исследованы новые перспективные соединения полифункционального действия марок СМФ, СМС и другие, применение которых позволяет повысить прочность бетонов из высокоподвижных бетонных смесей, в 1,5...2 раза снизить количество супер-

пластификатора, улучшить долговременные характеристики бетона.

Дальнейшее развитие должны получить: направленное регулирование свойств бетонной смеси и бетона путем введения в их состав комплексных модификаторов полифункционального действия в виде совмещенного водорастворимого или водоразбавляемого продукта, в том числе в порошкообразной отпускной форме на основе органических соединений и электролитов различной природы и механизма действия; разработка регуляторов процессов схватывания и твердения бетонов, в том числе ускорителей, не вызывающих коррозии арматуры.

Создание эффективных добавок различного назначения, широкое их внедрение в производство сборного и монолитного бетона и железобетона позволяют интенсифицировать технологические процессы, повысить качество изготавливаемых конструкций, экономить энерго-, тепло- и трудозатраты, улучшить условия труда.

УДК 691.327:669.9.019.3

Ф. М. ИВАНОВ, д-р техн. наук, В. Ф. СТЕПАНОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ);
Е. П. ХОЛОШИН, канд. техн. наук (ДальНИИС)

Проблемы обеспечения долговечности бетона и железобетона пониженной энерго- и материалоемкости

Одна из основных задач двенадцатой пятилетки — экономия всех видов материальных и топливных ресурсов при максимальном ускорении темпов и увеличении объемов строительства. В связи с этим использование вторичного сырья и отходов промышленности для производства строительных материалов приобретает особо важное значение. Все более широкое применение находят в строительстве отходы металлургической и топливной промышленности (шлаки, золошлаковые смеси). Их можно использовать в качестве заполнителя для бетона и в составе цемента. Раздельная струйная технология изготовления бетона, а также многокомпонентные вяжущие позволяют получать экономно цемента при сохранении проектного класса бетона или повышать прочность бетона без увеличения расхода цемента.

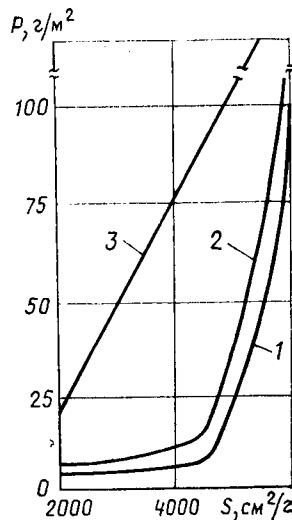
Использование местных природных заполнителей (вулканические шлаки, туфы и т. д.) вместо дефицитного привозного заполнителя или искусственного легкого заполнителя (керамзита) также снижает материал- и энергоемкость конструкции.

Длительными исследованиями установлено, что долговечность конструкций в той или иной среде эксплуатации определяется как стойкостью бетона, так и сохранностью арматуры в нем. Обычно бетоны на портландцементе в исходном состоянии обладают достаточным пассивирующим действием по отношению к арматуре, т. е. обеспечивается первичная защита стали от коррозии самим бетоном. Применение же в бетоне природных и искусственных пористых заполнителей, особенно мякких с содержанием пылевидной фракции $< 0,14$ мм более 10 %, снижает рН

жидкой фазы бетона, а следовательно, вызывает коррозию арматуры. Аналогичная картина наблюдается в бетонах при использовании зол и золошлаковых смесей вместо заполнителя или части цемента. Потеря первичного защитного действия таких бетонов по отношению к арматуре связана в первую очередь со способностью заполнителей связывать гидроксид кальция, а также присутствие в их составе агрессивных по отношению к стали веществ (соединений серы, несгоревшего угля). Повышенное содержание железистых соединений вызывает образование гальванических пар со сталью в бетоне, при этом возникают локальные коррозионные повреждения арматуры. Проведенные в НИИЖБе исследования сохранности арматуры в бетонах с применением золы и золошлаковых смесей свидетельствуют о том, что коррозия арма-

туры зависит от химического состава, удельной поверхности и расхода золы. Основным фактором, как показала статистическая обработка результатов коррозионных испытаний (см. рисунок), является удельная поверхность материала S при неизменном содержании сернистых соединений. Ее повышение с 4000 до 6000 $\text{см}^2/\text{г}$ увеличивает коррозионные потери в 4 раза при прочих равных условиях. Надежная первичная защита арматуры в таких бетонах достигается назначением правильного соотношения золы и массы цемента. Введение в состав бетона до 40 % золы ($S \leq 4000 \text{ см}^2/\text{г}$, П.п.п. $\leq 30 \%$) массы цемента обеспечивает первоначальную пассивность стали в бетоне. Полученные результаты нельзя распространять на преднапряженные конструкции, особенно при армировании их термически упрочненными сталями. Высокопрочные термоупрочненные стали (классов Ат-IV, Ат-V, Ат-VI) подвержены крупному разрушению без предварительных признаков коррозии, что может вызвать мгновенное разрушение конструкции. НИИЖБ совместно с Физико-механическим институтом АН УССР изучают возможность повышения коррозионной стойкости таких сталей в бетонах с пониженными защитными свойствами, вводя ингибиторы коррозионного расщелачивания.

Использование многокомпонентных вяжущих при производстве железобетонных конструкций также связано с подбором оптимальных соотношений клинкера и минеральных добавок с целью получения заданных физико-механических характеристик бетона, обеспечения его морозостойкости и коррозионной стойкости в агрессивных средах и сохранности в нем арматуры. При этом придание пассивности стали в бетоне сразу после изготовления не гарантирует длительную надежную эксплуатацию конструкции. Продолжительность защитного действия бетона по отношению к стали в газовой среде определяется его диффузионной проницаемостью для углекислого газа. Бетоны на многокомпонентных вяжущих, активных заполнителях при равной проницаемости с бетоном на портландцементе быстрее теряют защитные свойства по отношению к арматуре. Следовательно, для длительной надежной защиты арматуры необходимо снижать проницаемость бетона и повышать его защитные свойства по отношению к арматуре введением комплексных пластифицирующих, уплотняющих и ингибирующих добавок. Однако внедрение таких бетонов сдерживается из-за дефицита



Влияние удельной поверхности и расхода золы в бетоне на коррозию арматуры. Состав вяжущего — Ц: 3=1:1
Расход золы: 1 — 150; 2 — 230; 3 — 320 $\text{кг}/\text{м}^3$

ингибиторов (NaNO_2 , H_2N_2 и т. п.) и ограниченной области применения конструкций с такими добавками.

Рассматривая вопросы экономии материальных ресурсов, необходимо отметить намечающуюся тенденцию к использованию цемента низкотемпературного синтеза (алинитового), получающегося обжигом в расплаве хлористого кальция. Интенсивная коррозия арматуры в таком бетоне наблюдается уже в процессе твердения. В результате исследования коррозии арматуры в бетонах на алинитовом цементе установлены рациональные области применения железобетонных конструкций на их основе — в малоармированных конструкциях зданий и сооружений с сухим режимом эксплуатации. Расширение области применения цементов низкотемпературного синтеза возможно вследствие снижения содержания хлор-иона в клинкере введением алюминатных добавок на стадии изготовления.

Рассматривая вопрос о долговечности конструкций из бетонов на природных пористых заполнителях, нельзя не учитывать такие их свойства, как высокую стойкость в некоторых жидких агрессивных средах, а также способность

интенсивно связывать гидроксид кальция, снижая pH жидкой фазы бетона, что приводит к развитию коррозии. Так, вулканический шлак Козельского месторождения поглощает 24, а Советского — 21...37 $\text{мг}/\text{г}$ CaO .

Отличительная особенность бетонов на природных пористых заполнителях Дальнего Востока, используемых для гидротехнического строительства, заключается в повышенном содержании мелкого заполнителя (до 70 % фракции 0...5 мм). Вулканический шлак применяют в бетоне совместно с обычным морским песком. Рекомендуемый зерновой состав смеси вулканического шлака с морским песком следующий: полные остатки на стандартном наборе сит с отверстиями 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 мм составляют 0...10, 10...40, 15...60, 40...75 и 70...80.

В качестве вяжущего используют портландцемент Спасского завода с содержанием C_3A 9...12 %. По сравнению с плотными заполнителями вулканические шлаки имеют низкую прочность, высокую пористость и водопоглощение. Способность пористого заполнителя аккумулировать влагу положительно влияет на формирование структуры цементного камня, контактной зоны, что позволяет получить бетоны высокой морозостойкости и малой проницаемости. Содержание хлоридов в бетоне при этом не должно превышать 0,5 % массы цемента для обычных конструкций и 0,1 % для преднапряженных при условии их равномерного распределения.

Многолетним опытом эксплуатации железобетонных конструкций из бетонов на природных заполнителях Дальнего Востока установлена возможность создания долговечных конструкций пониженной материал- и энергоемкости с использованием технологических приемов в качестве первичной защиты конструкций от коррозии.

Применение шлакопортландцементов и пуццолановых портландцементов снижает морозостойкость бетонов. Однако широкое использование пластифицирующих и воздухововлекающих добавок позволило разработать составы бетонов

Таблица 1

Состав цемента, %	Расход, $\text{кг}/\text{м}^3$		Добавка НЧК, % массы цемента	О. К., $\mu\text{см}$	Объемная масса, $\text{т}/\text{м}^3$	$R_{сж}$, МПа	Мрз, циклы
	цемента	воды					
96 клинкера, 4 гипса	344	172	—	7	2,44	34,2/40,5	300/75
То же	308	154	0,1	6	2,35	27,0/34,0	500/500
66 клинкера, 30 шлака, 4 гипса	318	159	—	5	2,40	31,5/36,5	200/100
То же	300	154	0,1	6	2,34	26,1/37,3	500/—

Примечания. 1. Перед чертой — нормальное твердение 28 сут, после черты — ТВО.
2. НЧК — нейтрализованный черный контакт.

высокой морозостойкости. Эффективность таких добавок для придания морозостойкости бетонам на шлакопортландцементе видна из табл. 1. Многочисленные эксперименты показали, что воздухововлечение понижает морозостойкость в 2...5 раз. Рекомендуемые значения содержания вовлеченного воздуха для повышения морозостойкости можно распространить и на бетоны на смешанных вяжущих (табл. 2).

Интенсивно изучается возможность введения добавок золы-уноса от сжигания пылевидного угля.

Сравнительными испытаниями морозостойкости и сульфатостойкости бетонов на цементе без добавок золы и с введением ее до 150 кг/м³ при одновременном снижении расхода портландцемента на 50 кг/м³ установлена возможность получения бетонов, выдерживающих с повышением прочности 100 циклов замораживания и оттаивания, и значительно более сульфатостойких, чем без добавки. После 12 мес выдерживания образцов в 5 %-ном растворе сульфата натрия и после 100 циклов замораживания и оттаивания прочность бетона не снизилась. Отмечалась высокая эффективность от использования зоны Ладыжинской ТЭС в керамзитозолотоне. При введении золы вместо песка и суммарном расходе вяжущего 360 кг/м³ с содержанием цемента 150...180 кг/м³ получен керамзитобетон классов В3,5 и В5 средней плотностью 950...1000 вместо 1100...1150 кг/м³ на бетоне без золы. Легкий бетон с добавкой золы, используемый для изготовления стеновых панелей, испытывали на морозостойкость (F100) и на стойкость в климатической установке.

В вопросе о количестве вводимых добавок, характеристиках смешанных цементов и о допустимости введения в состав бетонной смеси тех или иных минеральных добавок до сих пор нет единой точки зрения. Не установлены нормативы на предельно допустимое количество неактивных и активных минеральных добавок в цементы или различные бетоны в зависимости от области применения, нет единого мнения о гранулометрии минеральных добавок, о возможности одновременного введения минеральных добавок и активизаторов твердения бетонов на смешанных цементах.

Область применения цементов пониженной энергоемкости определяется стойкостью бетонов в различных условиях. Например, при исследовании коррозии I вида (выщелачивание) установлено, что скорость коррозии цемент-

ного камня и цементного раствора на аллиновом цементе выше примерно в 2 раза, чем на обычном портландцементе. Это свидетельствует о необходимости обращать особое внимание на придание пониженной проницаемости такому бетону в условиях, когда коррозия I вида определяет долговечность сооружений, например в гидротехнических сооружениях.

Таблица 2

Наибольшая крупность щебня, мм	Воздухосодержание, %, при В/Ц		
	<0,4	0,41...0,50	0,51...0,60
10	4	5	7
20	4	5	6
40	3	4	3
80	3	3	4

Таблица 3

Продолжительность испытаний, мес	Количество поглощенного сульфат-иона, % массы цемента, в растворе Na ₂ SO ₄ с концентрацией по иону SO ₄ ²⁻ , мг/л			
	1500	5000	12 000	20 000
6	2,26/1,51	4,08/2,74	6,84/3,26	6,51/3,78
12	2,75/3,03	4,72/4,43	7,77/6,51	8,84/7,98
24	3,31/4,61	5,87/4,93	9,61/9,36	9,90/9,99

Примечание. Перед чертой — аллиновый цемент, после черты — портландцемент.

Исследования сульфатостойкости (табл. 3) свидетельствуют о практически одинаковой стойкости образцов цементного раствора с равным водоцементным отношением на аллиновом цементе и обычном портландцементе.

Свойства бетонов пониженной энерго- и материалоемкости определяются характеристиками цементов, добавок к ним и технологией производства. Приведенные примеры показывают, что долговечность может быть достигнута различными способами, однако во всех

случаях необходима экспериментальная проверка.

При исследовании стойкости бетона и арматуры в бетонах пониженной энерго- и материалоемкости долговечность конструкций является определяющей для оценки их прочности в различных условиях эксплуатации. Широкому внедрению железобетона на экономичных цементах, составах бетона и при новой технологии должно предшествовать детальное изучение его стойкости к воздействиям внешней среды.

На ВДНХ СССР

Гелиотехнология изделий

На ВДНХ СССР на межотраслевой выставке «Изобретательство и рационализация-88» представлена гелиоустановка, разработанная КТБ Стройиндустрия совместно с ВНИИЖелезобетоном, для производства железобетонных ребристых плит покрытый или других изделий. Установка работает по двухконтурному замкнутому циклу с принудительной циркуляцией теплоносителя.

Теплоносителем первого контура является жидкость с антикоррозионной защитой, теплоносителем второго контура — горячая вода. В первом контуре установлены гелиоприемники общей площадью 240 м². Теплообмен между первым и вторым контурами осуществляется с помощью бака-аккумулятора объемом 25 м³. Горячая вода из него поступает в блок камер ТВО изделий. При необходимости ее нагревают до 90...95°C. Для ТВО изделий используют камеры пузырькового типа, в которых теплоносителем является аэрированная горячая вода. В таких камерах подготовка параметров паровоздушной смеси осуществляется при диспергировании паровой фазы в воде в две стадии.

На первой — паровая фаза наступает и диспергируется в парожекторах, на второй — паровые пузыри бурно бьются через слой воды. Образующаяся при этом большая поверхность раздела фаз практически приближает относительную влажность паровоздушной смеси к 100%.

Экономия теплоэнергии достигается за счет отсутствия затрат на преодоление скрытой теплоты парообразования. Производительность гелиоустановки 15000 м³/г, установленная мощность 210 кВт. Установка эксплуатируется круглогодично при температуре от -10 до +60°C, южнее 50° с. ш.

Совмещение в едином комплексе теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования позволяет полностью или частично отказаться от сооружения котельных и теплотрасс, а также канализации для отвода конденсата. Гелиоприемники монтируют на кровле промздания.

Дополнительные сведения можно получить в КТБ Стройиндустрия по адресу: 142700, Московская обл., г. Видное, ул. Вокзальная, 23.

Р. В. КРЮКОВ, д-р техн. наук, проф. (ЦМИПКС при МИСИ);
Ю. И. ДОЛИНСКИЙ, канд. техн. наук (ВНПО Союзжелезобетон);
Е. З. АКСЕЛЬРОД, канд. техн. наук (НИИЖБ); Л. А. ВОЛКОВ, инж. (Гипростроммаш);
В. В. ЦЫРО, канд. техн. наук (СКТБ Стройиндустрия)

Эффективные технологические линии для реконструкции предприятий КПД

В нашей стране действует около 600 предприятий крупнопанельного домостроения, производящих в год изделий на 70 млн. м² общей площади. Однако технический уровень производства и качество выпускаемой продукции значительно уступают лучшим мировым аналогам. Металлоемкость, трудоемкость, энергоемкость на отечественных предприятиях в 1,5...2 раза выше, чем в промышленно развитых странах.

Одна из основных причин общего низкого технического уровня технологии и оборудования заключается в крайне слабых темпах разработки, освоения и внедрения новых решений. Это в первую очередь относится к комплектным технологическим линиям, на которых производят формование, тепловлажностную обработку и выдачу готовой продукции.

Ориентируясь на контрольные технико-экономические показатели для реконструируемых предприятий, разработанные ЦНИИЭП жилища совместно с Гипростроммашем, общий уровень заводских трудозатрат предполагается снизить с 9,2...9,4 до 4,5...7,5 чел.-ч/м² общей площади, в том числе при производстве панелей наружных стен до 0,5...0,8, внутренних стен до 0,2...0,5, перекрытий до 0,3...0,5, объемных элементов до 0,8...0,9, доборных изделий до 0,4...0,6.

Проблема уменьшения трудозатрат

осложняется необходимостью выпуска изделий широкой и изменяемой номенклатуры для различных блок-секций, что обусловлено возросшими градостроительными требованиями. Реконструкция и техническое перевооружение предполагают комплексный подход к выбору технологических линий и оборудования, реализации на них гибких технологических решений.

Нерациональный выбор схемы технологической линии удорожает производство на 3...4 р/м³ и ухудшает все удельные показатели. Недочет многообразия номенклатуры изделий при подготовке производства приводит к неоправданному увеличению парка форм и снижению мощностей.

Анализом имеющегося опыта и научно-проектных разработок установлено, что для предприятий мощностью свыше 100 тыс. м² общей площади в год целесообразно применять конвейерные и кассетно-конвейерные линии для производства основных изделий.

Созданные в нашей стране конвейерные линии позволили повысить уровень механизации, культуру труда, снизить трудозатраты. Однако возможности конвейерных линий реализуются недостаточно, мощности их медленно осваиваются и не полностью используются, качество изделий зачастую не отвечает предъявляемым требованиям.

Основные причины этих недостатков

заключаются в некомплексном подходе, нерациональном решении технологических потоков, обеспечении бетонными смесями и комплектующими деталями с недопустимыми перебоями, недоучете особенностей назначения ритмов работы линий и необходимых резервов в соответствии со СНиП 3.09.01—85 и ОНТП-07-85, низкой технологической гибкости и ненадежности отдельных видов оборудования, особенно транспортных механизмов.

При производстве панелей наружных стен во многих случаях целесообразны двухветвевые конвейерные линии, разработанные ВНПО Союзжелезобетон, Гипрогражданпромстройматериалов, действующие на заводах КПД в Свердловске, Киеве, Днепрпетровске и др. В них рационально решены технологические потоки и применено эффективное подвесное формовочное оборудование.

Эти организации совместно с КБ по железобетону разработали усовершенствованный вариант высокомеханизированной двухветвевой конвейерной линии для выпуска однослойных и трехслойных панелей наружных стен (рис. 1). Линия оснащена комплектом нового технологического оборудования, механизированным постом оперативной переналадки форм, короткой резервной камерой для ускоренного пропуска отдельных форм в период освоения и при

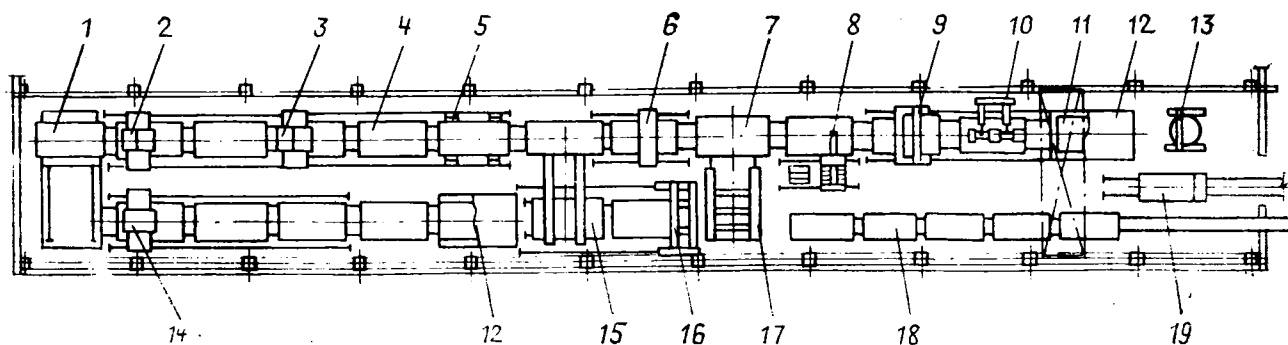


Рис. 1. Высокомеханизированная двухветвевая конвейерная линия для производства панелей наружных стен
1 — передаточная тележка; 2 — бетоноукладчик верхнего слоя; 3 — то же, нижнего слоя; 4 — виброплощадка; 5 — устройство для открывания и закрывания бортов; 6 — машина чистки и смазки форм; 7 — кантователь; 8 — манипулятор с контейнерами столярных блоков; 9 — машина шлифовальная; 10 — выпрессовщик проемообразователей; 11 — мостовой кран; 12 — подъемник-снижатель; 13 — машина чистки проемообразователей; 14 — растворуукладчик с заглаживающим устройством; 15 — форма-вагонетка; 16 — оборудование для переналадки форм; 17 — съемник-перегрузатель; 18 — конвейер отделки и выдерживания; 19 — тележка самоходная

изменении номенклатуры. Подвесные транспортно-отделочные конвейерные линии на 3..4 вида фасадной отделки с пропуском всей номенклатуры панелей, выходом на склад готовой продукции оснащены устройствами возврата траверс. Головные образцы линий создаются при расширении Одесского ДСК.

Для заводов малой мощности панели наружных стен целесообразно выпускать на полуконвейерных или агрегатно-поточных линиях с использованием некоторого оборудования конвейерных линий.

Широкую программу реконструкции и технического перевооружения заводов КПД с применением касетно-конвейерных линий осуществляет Минсевзапстрой СССР. В настоящее время действует 11 касетно-конвейерных линий с двухстадийной тепловлажностной обработкой, разработанных СКТБ Стройиндустрия Минсевзапстроя СССР. До конца пятилетки предполагается ввести в эксплуатацию еще 20 линий. Совместно с научно-исследовательскими организациями совершенствуются технология и оборудование линий, проверяются приемы сокращения первой стадии ТВО с целью повышения надежности линий в эксплуатации.

На касетно-конвейерной линии можно изготавливать панели внутренних стен жилых и общественных зданий, перекрытий, перегородок и даже наружных стен по новой технологии. Линии включают более 50 компоновочных решений и мощностей с учетом условий реконструкции. Линии вписываются в пролеты 12, 18, 24 м при длине до 100 м. На рис. 2 приведена номограмма СКТБ Стройиндустрия для выбора оптимального варианта линии.

В касетно-конвейерных линиях нового поколения модернизированы механизмы открывания тепловых отсеков, автоматизирована система подачи в них пара, применено трехточечное опирание вертикальных форм, установлены новые машины чистки и смазки формирующих установок, веерный бетоноукладчик и другое оборудование. В комплект входит также отделочно-транспортный конвейер, оснащенный двухсторонними шпатлевочными машинами. В настоящее время создаются манипулятор ПУМА для навивки арматурного каркаса, системы на базе элементов «Логика-И».

Эффективная касетно-конвейерная линия, разработанная ЭКБ Минуралсибстроя СССР, работает на Каменск-Уральском заводе ЖБИ. На ней предусмотрены одностадийная тепловлажностная обработка в касетном пакете (на 50 отсеков) и подвесная транспорт-

Разработчик	Пролет цеха, м	Производительность ККЛ, тыс. м ³ /год								
		15	20	25	30	35	40	45	50	
СКТБ Стройиндустрия	12	В	В							
	18	А	А	В	В	В	В			
	24	А	А	А	А	А	А	В	В	
Владивостокский 3-д КПД	12	В	В							
	18	А	А	В						
	24	А	А	А	В	В	В			
Эстонский филиал СКТБ Стройиндустрия, ЦНИИЭП жилища	12	В								
	18	А	В	В	В	В				
	24	А	А	А	А	А	В	В	В	
Тульское ЭКБ	12									
	18	В	В	В						
	24	А	А	А						

Рис. 2. Номограмма для выбора касетно-конвейерных линий

— граница применения; А — возможно; В — эффективно; в остальных случаях нецелесообразно

ная линия подготовки отсеков к формованию. Подачу и укладку бетонной смеси в отсеки производит бетононасос. Существенное преимущество этой линии заключается в низкой трудоемкости производства. Однако применение одного большого пакета и цикличность работы вызывают сложности при комплектации изделиями, не позволяя эффективно использовать производственную площадь. Нуждаются в совершенствовании способы укладки и уплотнения смеси с целью достижения более высокой однородности бетона и значительного улучшения качества поверхности изделий.

В перспективной касетно-конвейерной линии пакетного типа (рис. 3), разработанной НИИЖБом совместно с ЭКБ Минуралсибстроя, КТБ Мингостроя и КБ по железобетону, наряду с автоматизированным монорельсовым конвейером подготовки отсеков предусмотрено отделение формования, состоящее из нескольких пакетов (15..20 отсеков), расположенных внутри замкнутого конвейера подготовки. Имеется также конвейер отделки, транспортный монорельс для перемещения готовых изделий и специализированный пост с навивочной машиной. Для повышения качества поверхности на отсеки предварительно наносят специальный фактур-

ный слой. Бетонную смесь уплотняют навесные и глубинные вибраторы, а также инвентарные вибровозбудители.

Производительность линии увеличивается до 80..90 тыс. м³, сьем с 1 м² производительной площади — до 30..35 м³. Важное преимущество линий пакетного типа заключается в их универсальности и гибкости, возможности создания модульных блоков, обеспечивающих размещение в существующих цехах различной мощности. Для заводов малой мощности целесообразно использовать касетно-поточные линии на базе оборудования рассмотренных линий.

Весьма эффективны как для новых, так и для реконструируемых заводов касетно-поточные линии с клиновыми формами, разработанные ЦНИИЭП жилища совместно с Таллинским филиалом СКТБ Стройиндустрия. Использование неразъемных пакетов тепловых щитов исключает необходимость расчленимых механизмов и дает возможность в зоне формования разместить до 30 полостей. Увеличение продолжительности ТВО на первой стадии до 5..6 ч снижает требования к исходным материалам. Линия такого типа на Мельниковском заводе КПД в Иркутске вышла на проектную мощность.

Все рассмотренные касетно-конвейер-

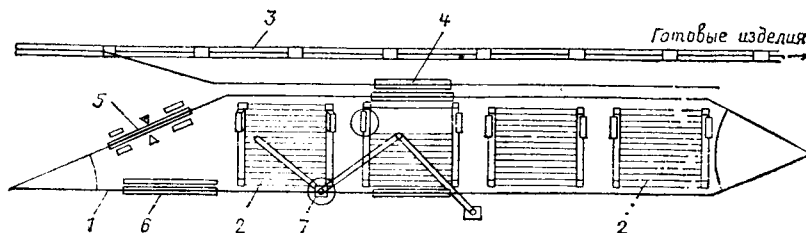


Рис. 3. Касетно-конвейерная линия пакетного типа

1 — конвейер подготовки отсеков; 2 — формовочные пакеты; 3 — конвейер отделки; 4 — транспортный монорельс для перемещения готовых изделий; 5 — машина для навивки арматуры; 6 — установка чистки отсеков; 7 — манипулятор укладки бетонной смеси

ные линии могли быть конкурентоспособны с лучшими аналогами зарубежных фирм, таких, как «Кестинг» (ФРГ), «Томас-Смит» (Дания), «Партек» (Финляндия), при использовании быстротвердеющих цементов, фракционированных чистых заполнителей, адресной подачи бетонной смеси, автоматике контроля формовочных процессов, ТВО и качества изделий.

Для дальнейшего совершенствования оборудования следует переходить на литые бетонные смеси с добавками суперпластификаторов и соответствующим обеспечением транспортировки, укладки и термообработки бетона. При этом можно снизить вибрацию до минимума благодаря применению замкнутых форм и повысить качество поверхности. Исследования такой технологии, проведенные ЦМИПКС совместно с ЖБК-2 Главмоспромстройматериалов, дали обнадеживающие результаты. Кроме того, необходимо расширение номенклатуры изделий, изготавливаемых на подобном оборудовании. Расчетами установлено, что выпуск всех массовых плитных изделий на кассетно-поточных линиях позволяет на реконструируемых предприятиях повысить съём продукции на 10...20%.

Возможность производства трехслойных наружных стен сборной конструкции в вертикальном положении подтверждается экспериментами ЦНИИЭП жилища, а увеличение выпуска продукции — проектными разработками ЦМИПКС при МИСИ и ЦНИИЭПсельстроя по созданию завода малой мощности для сельского строительства.

До сих пор отсутствуют эффективные технологические линии для выпуска доборных изделий, особенно для предприятий средней и малой мощности. При этом для поточно-стендовых линий следует использовать эффективное оборудование, применяемое в других схемах.

Обособленно стоят вопросы серийного производства оборудования Минстройдормашем СССР, обеспечивающим около 30 % потребности отрасли.

В целях значительного повышения технического уровня выпускаемых линий и оборудования Гипростроммаш совместно с ЦНИИЭП жилища, ВНПО Союзжелезобетон, НИИЖБом и с учетом опыта проектно-конструкторских организаций строительных министерств ведет целенаправленную работу по подготовке документации и организации серийного производства нового оборудования для реконструкции и технического перевооружения предприятий.

В новых проектах заводов КПД мощностью 140 тыс. м² общей площади в

год в Елабуге, Тольятти и 300 тыс. м² в Челябинске используют двухветвевые конвейерные линии для производства панелей наружных стен, кассетно-конвейерные линии для выпуска панелей внутренних стен и перекрытий с учетом опыта Гатчинского ДСК, полуконвейерные линии для доборных изделий, стендовые линии для объемных элементов.

Для реконструкции и технического перевооружения предприятий Гипростроммашем предусмотрена разработка, а Минстройдормашем выпуск в ближайшие годы технологических линий и оборудования, в том числе комплектов оборудования линий для производства панелей внутренних стен, наружных стен с многовариантной отделкой, объемных элементов, доборных изделий и кровли высокого уровня заводской готовности.

Рассмотренные решения технологических линий и заводов КПД не охватывают всех эффективных разработок, выполненных организациями строительного комплекса, но в целом характеризуют их современный уровень. Проблемы реконструкции и технического перевооружения предприятий неразрывно связаны с выбором рациональной продукции, учетом региональных условий ре-

конструкции, унификацией технологических решений.

Неоправданное разнообразие серий типовых проектов жилых домов (180 вместо необходимых 80), отсутствие межсерийной унификации по видам изделий, слишком большое разнообразие технологических приемов и оборудования для изготовления одних и тех же изделий снижают эффективность производства.

В этой связи заслуживает положительной оценки опыт передовых ДСК. Так, Гатчинский ДСК на основе комплексного подхода к реконструкции в союзе с архитекторами, строителями, технологами, механиками, экономистами ДСК и ЦНИИЭП жилища осуществил в 2 года реконструкцию и полный переход на серию 121-ЛО (Ленинградская обл.) с наращиванием мощности при экономии средств и металлопроката (по сравнению с переходом на серию 90). Также успешно решают задачи реконструкции ДСК в Вильнюсе, Таллине, Минске и др.

Таким образом, для эффективного технического перевооружения предприятий имеются определенные предпосылки, которые можно успешно реализовать при совместной творческой работе разработчиков и производственников.

УДК 666.982:666.9.055

Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ); И. Ф. РУДЕНКО, д-р техн. наук, проф. (ЦМИПКС при МИСИ); О. А. САВИНОВ, д-р техн. наук, проф. (ВНИИГ); Д. Ф. ТОЛОРЯЯ, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон)

Перспективные формовочные процессы и оборудование в заводской технологии

Основным видом формовочного оборудования в настоящее время и на отдаленную перспективу является вибрационное. С использованием вибрации изготавливают более 90 % различного вида железобетонных изделий и конструкций. Однако в последние годы в дополнение к вибрационным воздействиям при уплотнении бетонных смесей используют химические добавки, вибровакуумирование и вибропрессование. Широко применяют шнековые нагнетатели и насосы для формования изделий в замкнутых формах. Весьма перспективен, особенно при уплотнении мелкозер-

нистых бетонов, роликовый прокат.

Целесообразность выбора формовочного оборудования определяется возможностью снижения дефицитного вяжущего, интенсификации режимов тепловлажностной обработки и повышении оборачиваемости оснастки, уменьшения трудозатрат при получении изделий полной заводской готовности, автоматизации производства.

Исследования в области бетоноведения показывают, что снижение расхода цемента, получение наиболее высокой прочности бетона и повышение долговечности, сокращение металлоемкости

парка форм (в том числе путем немедленной распалубки) обеспечиваются использованием составов смеси с минимально возможным исходя из условий формирования расходом воды, т. е. малоподвижных и жестких смесей.

Внедрение экономичных жестких смесей вызывает большие трудности, связанные с созданием и эксплуатацией соответствующего оборудования. Наличие таких смесей и привело с появлением суперпластификаторов к попыткам развития литейной технологии, практика освоения которой показывает, что, несмотря на снижение трудозатрат, удорожается продукция за счет высокой стоимости суперпластификаторов и уменьшается оборачиваемость форм. Применение суперпластификаторов в таких смесях не дает экономии цемента, одного из важных элементов стоимости. Между тем при введении этих добавок можно добиться 20..25% экономии цемента при обязательном использовании эффективных режимов и оборудования для формования.

Внедрение литейной технологии обуславливается также улучшением условий труда — снижением уровня шума. Однако в некоторых случаях более целесообразны звукоизоляция машин и рабочих мест, средства индивидуальной защиты, а также рациональный выбор оборудования и квалифицированный уход за ним.

В настоящее время в технологии сборного железобетона для сокращения производственных площадей широко применяют каскетно-конвейерную и другие технологии с использованием методов вертикального формования. В этом случае получили развитие два способа уплотнения: низкочастотный с единым виброприводом и высокочастотный с глубинными вибраторами. Рассматривается также формование с помощью напорного нагнетания.

Проведенные исследования по уплотнению бетонных смесей с $O.K. = 2...20$ см в низком и среднечастотном диапазоне показали, что можно снизить ускорение в диапазоне низких частот с 4 до 2 g, особенно при уплотнении бетонных смесей подвижностью 5...7 см. Снижение частоты и ускорения вибрационного воздействия в 2 раза повысит долговечность оборудования в 5...10 раз, снизит уровень шума на 10...15 дБА. Кроме того, сокращение частоты колебаний с 50 до 15...25 Гц значительно улучшит качество уплотнения, так как в 2...2,5 раза снижает расслаиваемость подвижных и весьма подвижных бетонных смесей. В этом случае единый вибропривод или низкочастотные

асимметричные площадки с многокомпонентным характером колебаний конструкции специалистов Полтавского инженерно-строительного института решают одну из важных проблем технологии сборного железобетона — уплотнение бетонной смеси в крупноразмерных конструкциях или каскетных установках. Эти площадки работают на частоте 25 Гц при амплитуде колебаний в горизонтальной плоскости 0,5...0,7 мм, в вертикальной — 0,3...0,5 мм. Использование колебаний многокомпонентного характера обеспечивает достаточную технологическую эффективность для уплотнения малоподвижных и подвижных бетонных смесей. Снижение амплитуды колебаний до 0,2...0,3 мм позволяет формировать весьма подвижные и литые бетонные смеси при введении добавок пластификаторов и суперпластификаторов с высокой однородностью изделий без расслоения смеси.

Имеется положительный опыт изготовления на таких виброплощадках ребристых плит покрытий размером 3×12 м на ПО Кременчугжелезобетон. Особенно эффективно использование вибрационных головок при закреплении их на стационарных виброформах для изготовления плит на пролет 3×18 м и двухкатных балок пролетами 18 и 24 м. Такой опыт работы накоплен на заводе ЖБИ-18 Главмоспромстройматериалов, в ПО Укрпромжелезобетон, на Кишиневском заводе ЖБИ и других предприятиях.

Наряду с тенденцией применения подвижных и весьма подвижных смесей актуальным остается вопрос широкого использования жестких смесей. В отдельных случаях, например при производстве пустотных настилов, вентиляционных блоков, эта технология необходима. В других — можно снизить металлоемкость оборудования, повысить производительность технологических линий, эксплуатационную надежность изделий к действию коррозионных сред, последовательному замораживанию и оттаиванию и другим неблагоприятным воздействиям.

Однако технический уровень существующего оборудования и прежде всего виброплощадок СМЖ-200А, СМЖ-187А с частотой 50 Гц не отвечает требованиям по надежности и долговечности. Это объясняется не отсутствием технических решений, а низким уровнем изготавливаемого серийного оборудования. В практике некоторых стран (например, формовочное оборудование фирмы ФРГ «Max Rot») имеются вибраторы с частотой 10 Гц, позволяющие использовать смеси при безопалубочном произ-

водстве пустотных плит жесткостью 60...80 с по техническому вискозиметру. Воспроизводство оборудования и принципов, заложенных в нем, тормозится отсутствием надежно работающих серийных вибраторов с такой частотой. Имеются и другие образцы серийного высокочастотного оборудования, изготовляемого за рубежом. Конструктивное решение его отвечает требованиям по уровню шума даже без применения звукоизолирующих средств.

Трудности, обусловленные эксплуатацией существующего среднечастотного оборудования, требуют поиска других систем вибрационных устройств. Так, эффективны ударно-вибрационные системы. Создаваемые ими сложные нелинейные возбуждения представляют собой спектр многочастотных колебаний. При наличии достаточного жесткого удара в этом спектре проявляются высоко- и среднечастотные составляющие даже при основной, низкой частоте вибровозбудителя. Это может стать предпосылкой создания надежных машин, эффективно уплотняющих бетонную смесь.

В настоящее время серийно выпускаются ударно-вибрационные площадки СМЖ-538 и СМЖ-773 для уплотнения смесей жесткостью 40...60 с. Они работают в диапазоне низких частот 25 Гц и требуют самосинхронизации отдельных блоков при изготовлении крупноразмерных конструкций.

Для уплотнения мелкозернистых бетонов и бетонных смесей повышенной жесткости созданы вибропрессы конструкции НИПТИ Мосмаш. Разработаны также площадки с управляемым режимом вибрации с частотой на первой стадии уплотнения 25 Гц и ускорением 2 g, а на второй — соответственно 50 Гц и 4...6 g. Эти виды оборудования пока серийно не выпускают, однако они имеют большую перспективу применения.

Переменные режимы вибрации используют также при создании пневматического оборудования различного технологического назначения, особенно глубинных вибраторов. Ведутся работы по созданию электромагнитных и гидравлических вибровозбудителей.

Начаты работы по освоению автоматизированных технологических линий и формовочных процессов с использованием виброштампования, вибропроката, силового проката, экструзии. Однако они привели лишь к частичным положительным результатам, так как недостаточно изучен обрабатываемый материал — бетонная смесь.

Формовочные свойства бетонных смесей оцениваются условными показателя-

ми подвижности и жесткости, стандартизированными методами и приборами Абрамса и Пауерса — Десова-Вебе. Эти методы и приборы были и остаются основополагающими при разработках и применении всех формовочных процессов и оборудования. Накоплен обширный опыт по влиянию на подвижность и жесткость видов и расходов составляющих бетонных смесей — цемента, воды, крупного и мелкого заполнителей, химических и минеральных добавок, наполнителей и т. д. Существующие формовочные процессы и оборудование классифицированы с точки зрения использования бетонных смесей по группам или категориям их подвижности и жесткости. Однако при этом, как подтверждают многочисленные примеры, усовершенствование и оптимизация существующих, создание и освоение новых формовочных процессов и оборудования на основе имеющихся условных показателей, эмпирических зависимостей, практического опыта и инженерной интуиции практически недостижимы.

Для комплексной механизации и автоматизации формовочных процессов и в целом технологических линий, как в любом промышленном производстве, необходимо базироваться на результатах фундаментальных исследований, физическом и математическом моделировании.

Перехода на автоматизированные формовочные процессы и автоматическое их управление наряду с технологической подготовленностью, высоким уровнем механизации, можно достигнуть лишь при соответствующем его обеспечении современными техническими средствами и системами, особенно информационными (датчиками). Направления создания последних применительно к технологическим процессам обработки бетонных смесей почти отсутствуют. Применяемые в настоящее время отдельные приборы и устройства предназначены в основном для экспрессивных измерений и не могут быть использованы в системах автоматического контроля и управления технологическими процессами.

Для создания и освоения автоматизированных формовочных процессов первоочередной задачей являются разработки следующих информационных датчиков и устройств: консистенции бетонной смеси, дозирования ее массы, состояния уплотнения и плотности, расположения арматуры и закладных деталей, рабочих размеров форм, размеров формируемых изделий, режимов вибрации и давлений, частоты поверхности и т. д.

В настоящее время отечественными

учеными предложены высокоэффективные управляемые симметричные и асимметричные режимы, использование эффекта «биения» и др.

Однако имеющиеся результаты исследований в области виброформования пока еще слабо реализуются на практике из-за отсутствия серьезных научно-исследовательских работ и соответствующих разработок нового оборудования в головных организациях — Гипростроммаше и ВНИИСтройдормаше. Это можно объяснить ликвидацией несколько лет назад единственного в Минстройдормаше отдела вибрационной техники с соответствующими лабораториями во ВНИИСтройдормаше. Можно привести и другие примеры, когда прогрессивные технологии формирования мало или вовсе не внедряются из-за низкого уровня оборудования. Так, в СССР практически не применяют вакуумную технологию, не внедряются оригинальные отечественные разработки безвибрационной технологии гидродинамического вакуумирования, комплексная вакуумная технология ЛенЗНИИЭПа и некоторые другие из-за отсутствия дешевых и надежных фильтров, а также дефицита эффективной вакуумной техники.

Применяемые в таких случаях литые смеси обеспечивают формование изделий, улучшают качество поверхности, а последующее удаление избыточной воды дает экономию цемента.

Перспективной является безвибрационная технология роликового формования изделий, предусматривающая использование жестких смесей. Появившаяся за рубежом при формовании труб, она была переработана Гипростроммашем для производства плит. НИИЖБ, ЦМИПКС, НИПТИ Мосмаш, КИСИ были проведены исследования, результатом которых явился технологический регламент на разработку оборудования и производство изделий.

Высокая прочность бетона (до 60...80 МПа), его морозо- и износостойкость, водонепроницаемость при умеренных расходах цемента марок 400...500, хорошее качество поверхностей, нетребовательность к заполнителям, в том числе возможность использования мелких и барханных песков, высокие показатели специальных видов бетонов — на жидком стекле, арболито- и перлитобетонов, бетонов с дисперсным армированием, в 1,5...2,5 раза превышающие характеристики вибрированного бетона, — делают эту технологию весьма перспективной. При этом следует учитывать простоту и надежность оборудования, снижение трудозатрат при производстве изделий.

В настоящее время успешно работают три технологические линии, в том числе изготовляющие бортовой камень (завод Минжилкоммунхоза ЛитССР, Кретинга), преднапряженные дорожные плиты (СЖБ-12 Минстроя БССР, Мозырь) и обычные железобетонные дорожные плиты (завод Минмонтажспецстроя СССР, пос. Чаццы Московской обл.).

Таким образом, развитие методов формования еще только создает предпосылки для автоматизации процессов изготовления железобетонных изделий. Решение основных вышеперечисленных проблем позволит выполнить эту сложную задачу в области заводской технологии.

На ВДНХ СССР

Новая технология

На межотраслевой выставке ВДНХ СССР «Ресурсосбережение-88» НИПТИ Мосмаш представляет технологию изготовления облегченных штампосварных закладных деталей. Здесь разработаны конструкции сварных тавровых соединений закладных деталей типа открытый столик, закрытый столик, а также технология их изготовления. Для производства деталей первого типа применяют контактно-рельефную сварку (КРС), второго — полуавтоматическую дуговую сварку в выштампованное отверстие (ТСВО), профиль которого создает необходимую разделку соединения под сварку.

КРС тавровых соединений позволяет отказаться от дуговых процессов (сварки под флюсом, ручной дуговой) в производстве закладных деталей, снизить толщину пластин деталей, получить экономию металла, флюса, электродов. Применение ТСВО позволяет отказаться от сварки корня шва и наряду с экономией металла получить экономию электродного металла и электроэнергии.

Пластины деталей под технологией сварки КРС и ТСВО готовят на специализированных или универсальных штампах, в которых на пластинах образуют рельефы или выштампованные отверстия специального профиля, пробиваются фиксированное отверстие и т. д. Такие детали называют облегченными штампосварными. Они отличаются снижением металлоемкости до 50 %.

Производство облегченных штампосварных закладных деталей с применением модернизированного оборудования и новой технологии КРС позволило сократить численность рабочих на 20 %, снизить расход стали в результате снижения толщины пластины.

Новая технология изготовления облегченных штампосварных закладных деталей внедрена на комбинате ЖБК № 2, комбинате строительных материалов № 24, заводе ЖБИ № 18 Главмоспромстройматериалов.

Г. А. ОБЪЕЩЕНКО, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон); Е. Н. МАЛИНСКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ); В. Б. МУРЫЧЕВ, канд. техн. наук (Главленстройматериалы); А. В. АНДРЕЙЧЕНКО, инж. (КТБ Стройиндустрия Минюгстроя СССР)

Повышение эффективности использования тепловой энергии при производстве сборных конструкций

Основным направлением научно-технического прогресса при производстве железобетонных конструкций и изделий является интенсификация технологических процессов при их минимальной энергоёмкости.

Именно с этой позиции следует оценивать технический уровень новых способов и оборудования для тепловлажной обработки (ТВО) сборного железобетона, самого энергоёмкого технологического передела (70% общепроизводственного теплотребления).

Последние годы характеризовались целенаправленным энергосбережением при производстве сборного железобетона, однако, несмотря на принятые меры, в масштабе отрасли удельные расходы энергии остаются необоснованно высокими. В то же время практический опыт работы передовых министерств и предприятий показал, что общепроизводственный расход теплоэнергии и топлива можно снизить по сравнению со среднеотраслевыми в 1,5...1,7 раза.

Большой разрыв между нормативами и фактическими показателями передовых предприятий и среднестатистическими показателями в отрасли потребовал разработки методических основ снижения тепло- и топливопотребления при производстве сборного железобетона. Для этой цели в 1982—1984 гг. был поставлен широкомасштабный производственный эксперимент по использованию топливно-энергетических ресурсов на заводе ЖБИ № 4 ПО «Баррикада» Главленстройматериалов. Программа перевооружения завода предусматривала комплекс организационных, технических и технологических мероприятий, разработанных ВНИИжелезобетоном и Главленстройматериалами.

Программа выполнялась в три этапа: нормализация технологического теплопотребления, внедрение энергосберегающих режимов ТВО изделий, модернизация действующих и внедрение принципиально новых пропарочных камер. В результате проведенных мероприятий общепроизводственный расход тепло-

вой энергии был снижен на 30 % по сравнению с 1982 г.

В дальнейшем положительный опыт работы завода ЖБИ № 4 был распространен на предприятия Минстройматериалов СССР, Главмоспромстройматериалов, Минюгстрой СССР и др.

Начиная с 1986 г. плановые задания предприятиям по экономии топлива сократились в 2...3 раза по сравнению с 1984—1985 гг. Это объясняется тем, что с 1986 г. планирование объемов внедрения ведется не централизованно Госстроем СССР, а непосредственно строительными министерствами и ведомствами, которые не заинтересованы в снижении расхода топлива и тепловой энергии из-за сокращения лимитов на него вышестоящими организациями и низкой стоимости энергии, которая в себестоимости 1 м³ сборного железобетона не превышает 3...7 %. Однако и эти заниженные планы выполняются строительными министерствами и ведомствами не более чем на 50 %.

За 1984—1987 гг. ВНИИжелезобетоном совместно с НИИЖБом, Гипростромашем, ПИ-2, КТБ Стройиндустрия и другими ведущими организациями создана нормативно-техническая база по эффективному использованию топлива и тепловой энергии в отрасли. Разработаны новые типовые проекты эффективных пропарочных камер периодического действия для ТВО железобетонных изделий 409-28-40, ТП-409219-05.87 (с экранной изоляцией) и ТП-409-19-04.87 (с газовым теплоносителем). Расход энергии в таких камерах не превышает 335,2...418,7 МДж/м³.

Реализация апробированных этапов работ и нормативно-технической базы в масштабах отрасли позволила бы снизить расход тепловой энергии с 1885,5...1969,3 до 1173,2 МДж/м³ и получить экономии 4,2 млн. т усл. топлива, в том числе от внедрения I этапа работ 1,46, II этапа — 1,5 и III этапа — 1,64 млн. т усл. топлива.

Приведенный выше комплекс меропри-

ятий далеко не исчерпывает проблему энергосбережения в отрасли. В современных условиях основной тенденцией в ускорении твердения бетона является постепенное ограничение теплового воздействия по времени и температуре с одновременным сокращением общего цикла ТВО изделий. Основой для этого является разработанная ВНИИЖелезобетоном технология ТВО бетона с ограниченным тепловым импульсом, базирующаяся на новых закономерностях кинетики твердения цементного камня и структурообразования бетона.

Задачей первого направления является получение максимальной экономии тепловой энергии в традиционных камерах при фактических ритмах работы с использованием как традиционного пара, так и нетрадиционных теплоносителей. В этом случае изделия разогреваются до температуры, обусловленной активностью цемента при пропаривании, требуемой оборачиваемостью тепловых установок в сутки, заданной распулубочной (или передаточной) прочностью бетона изделий, а также длительностью остывания камер с изделиями (т. е. их тепловой инерцией).

Экономия энергии при таких режимах достигается ограничением подачи теплоносителя только на стадии разогрева изделий до расчетной температуры, которая в подавляющем большинстве на 10...40°C меньше общепринятой (80...90°C).

Практика работы заводов, где были внедрены такие режимы (ПО «Баррикада», Каховский завод ЖБИ, Гниваньский и Коростенский заводы спецжелезобетона Минстройматериалов СССР и др.), показала, что экономия тепловой энергии на этих предприятиях составила 30...40 % технологического теплопотребления.

Второе направление использования технологии ТВО бетона с ограниченным тепловым импульсом комплексно решает вопросы экономии энергоресурсов и интенсификации производственных процессов. В этом случае изделия разогре-

вают до расчетной температуры и выдерживают в камере до достижения бетоном определенной прочности, значительно меньшей, чем распалубочная. Дальнейшее твердение осуществляется вне тепловых установок без изменения кинетики набора прочности бетона.

При этом экономический эффект достигается не только в результате экономии теплоты энергии, но и сокращения числа тепловых установок и увеличения в отдельных случаях оборачиваемости форм. Так, проведенные промышленные испытания новой технологии на Кавказском заводе железобетонных шпал, заводах ЖБИ № 19 и 24 Главмоспромстройматериалов показали принципиальную возможность уменьшения времени пребывания изделий в камерах на 50 %, металлоемкости парка форм на 20 % при высвобождении 50 % имеющихся камер. Одновременно с этим расход тепловой энергии сокращается на 30...40%.

Одним из основных направлений в области эффективного использования энергоресурсов является применение интенсивных электротепловых методов термообработки, использование продуктов сгорания природного газа, возобновляемых источников энергии и горячей воды вместо традиционного теплоносителя — пара. Часть из этих технических решений уже реализуется в промышленности.

Электротепловые способы обработки бетона применяют там, где возможен ярко выраженный эффект как результат оптимизации одновременно технического, энергетического и экологического режимов работы предприятий.

Одной из наиболее эффективных (162...180 МДж/м³ изделий) является технология горячего формирования изделий с предварительным электроразогревом бетонной смеси. Применение ее целесообразно при немедленном формировании разогретой бетонной смеси. В заводских условиях внедрение этого способа сдерживается отсутствием специального оборудования и технологических линий с немедленной укладкой горячих смесей в формы.

Как показала практика, электротермообработка изделий успешно осуществляется методом индукционного нагрева. Гибкость этого метода по техническому выполнению и энергетическим характеристикам позволяет организовать дифференцированный нагрев изделий с учетом особенностей как самого изделия, так и установки для его изготовления. Особенно ярко проявляется преимущество этого метода при ТВО обжатого бетона, например в виброгидропрессованных трубах. Экономический

эффект при этом составляет 4...5 р. на 1 м³ изделий. Опыт более чем 30 заводов сборного железобетона, перешедших с паровой технологии на индукционный нагрев, показал, что расход топлива и время термообработки сократились на 30...40 %.

В настоящее время электротермия при нагреве изделий освоена на 50 заводах страны с объемом производства, превышающим 1 млн. м³ бетона. Годовой энергетический эффект составляет около 20 тыс. т топлива, что дает экономии почти 1,5 млн. р.

К эффективным методам следует отнести ТВО преимущественно легкобетонных изделий непосредственно в продуктах сгорания природного газа, сжигаемого в специальных теплогенераторах ТОК-1 и ТОК-1А. Этот метод позволяет повысить коэффициент использования теплотворной способности топлива с 0,4 до 0,9 путем сокращения непроизводительных потерь тепла в системе котел — паропроводы — тепловые установки. Газовый прогрев внедрен более чем на 30 заводах, ежегодно этим методом выпускается около 1 млн. м³ изделий, получена экономия около 20 тыс. т топлива.

Однако применение таких теплогенераторов для ТВО изделий из тяжелого бетона из-за деструктивных процессов, вызванных сушкой, часто приводит к недобору прочности, снижению марки по водонепроницаемости и морозостойкости, а также прироста прочности бетона.

В настоящее время ВНИО Союзпромгаз испытан новый теплогенератор ПАР-430, снабженный системой увлажнения среды и позволяющий обеспечить относительную влажность 80...85% при температуре 85...90°C. Расход нормального газа на 1 м³ бетона не превышает 18...20 м³ (838...921 тыс. кДж/м³), что хорошо согласуется с нормативными значениями, предусмотренными СН 513-79. Работы в этом направлении следует интенсифицировать. Необходимо создать теплогенераторы с программным регулированием влажности и тепловой мощности, которые строго обеспечивали бы заданные режимы ТВО.

В последнее десятилетие НИИЖБом и ВНИПИТеплопроектом совместно со строительными министерствами Узбекистана и Таджикистана созданы, разработаны и внедрены в производство новые эффективные способы гелиотермообработки сборного железобетона, обеспечивающие получение изделий высокого качества при суточном цикле оборачиваемости форм. Принципиальным отличием этих способов является

применение гелиоформ, в которых коэффициент полезного использования солнечной энергии составляет 0,6...0,75. Детально разработаны и исследованы способы гелиотермообработки изделий с применением светопрозрачных теплоизолирующих покрытий (СВИТАП), пленкообразующих составов (СГИТИП), гелиоформ с аккумулялирующими поддонами (ГЕФАП) и др.

Наиболее распространенная в настоящее время гелиотермообработка с применением покрытий СВИТАП позволяет в южных районах страны отказаться от пропаривания изделий в течение 5...7 мес. в году, обеспечивая экономии до 70...100 кг усл. топлива и более 0,5 т воды на 1 м³ изделий, снижение их себестоимости на 3...6 р/м³. Вместе с тем гелиотермообработка сборного железобетона с использованием покрытий СВИТАП по существу сезона.

Более широкие возможности имеет способ комбинированной гелиотермообработки изделий, обеспечивающий круглогодичную эксплуатацию гелиополигонов. Принципиальным отличием этого способа является возможность использования солнечной радиации даже невысокой плотности путем подвода такого количества дополнительного тепла, которое восполняет ее дефицит. Опытно-промышленное внедрение способа осуществлено в 1984—1987 гг. на заводе ЖБИ в Ташкенте при изготовлении плит перекрытий теплотрасс и преднапряженных балок, а также на Чирчикском комбинате строительных материалов и конструкций при изготовлении железобетонных плит.

Экономия условного топлива по сравнению с традиционной тепловлажностной обработкой в пропарочных камерах на этих заводах составила в среднем 50 кг/м³, а по сравнению с широко применяемым прогревом изделий в открытых термоформах расход энергии при комбинированной гелиотермообработке снизился в 2,5...2,8 раза.

Ежегодные объемы применения гелиотехнологии в СССР составили в 1984 г. 360 тыс. м³, в 1985 г. — более 700 тыс. м³, а в 1987 и 1988 гг. — примерно по 1 млн. м³ бетонных и железобетонных изделий.

Разработка научно обоснованных принципов комбинированной гелиотермообработки позволила приступить к реализации гелиотермообработки изделий в щелевых тоннельных камерах при конвейерной технологии их изготовления (в том числе в районах севернее 50° с. ш.).

Следующим принципиальным этапом в развитии гелиотехнологии является

разработка теоретических основ и способов термообработки изделий в закрытых цехах с применением промежуточного теплоносителя.

Эффективным решением использования возобновляемых источников энергии (солнечной, геотермальной), а также вторичных энергоресурсов являются гидроаэроциркуляционные камеры с теплоносителем в виде горячей воды, разработанные КТБ Стройиндустрия и ВНИИжелезобетон. Температура парогазовой среды в таких камерах регулируется в широких пределах (30...90°C). Принудительная конвекция на-

сыщенной парогазовой смеси позволяет разогревать изделия со скоростью 15...30°C/ч. В зависимости от степени использования энергии возобновляемых источников расход ее в таких камерах ниже на 20...40 % по сравнению с традиционными.

В настоящее время реконструируются Хабльский завод ЖБИ-8 и Махачкалинский завод ЖБИ, где будет использована солнечная энергия и энергия геотермальных вод в гидроаэроциркуляционных камерах.

ВНИИжелезобетон предложена новая технология ТВО бетона с ограни-

ченным тепловым импульсом в сочетании с применением теплого бетона и химических добавок, которая позволит отказаться от традиционных тепловых установок. Эта технология позволит вести промышленность сборного железобетона на новый качественный уровень, коренным образом изменить структуру энергетического баланса предприятий, резко снизить капиталовложения при реконструкции действующих и строительстве новых заводов, обеспечить энергетическую чистоту предприятий в экологическом отношении.

УДК 691.327:65.011.56

А. М. МОРОЗ, инж. (НПО Белстройнаука); А. Э. ГОРДОН, канд. техн. наук (ВНПО Союзжелезобетон); Е. К. КАЗБЕРОВИЧ, инж. (Гипростроммаш); В. П. ШЕЛЕГ, инж. (завод КПД № 3 ПО индустриального домостроения, Минск)

Автоматизация технологических процессов в производстве железобетона

Одним из важнейших направлений интенсификации производства сборного железобетона является оптимизация технологических процессов, обеспечивающая требуемый уровень качества выпускаемой продукции при высокой изменчивости характеристик сырья и исходных материалов с минимальными материальными, энергетическими и трудовыми затратами.

Для развития промышленности сборного железобетона необходимо не только совершенствование самих технологических процессов и оборудования, но и широкое внедрение средств автоматизации, осуществляющих оперативный автоматический контроль и оптимальное управление производством.

Однако общий уровень автоматизации отечественной промышленности сборного железобетона продолжает оставаться низким, значительна доля ручного труда, составляющая, например при формировании, от 36 до 60...65%, в арматурном производстве 20...38 %.

Средний уровень механизации в целом не превышает 50 %, а автоматизации — 40 %, причем наиболее низок уровень механизации и автоматизации технологических операций, выполняемых непосредственно на технологических линиях.

В промышленности сборного железобетона до настоящего времени практиче-

ски отсутствуют комплексно-автоматизированные производства или технологические линии.

Как показывает опыт развития всех отраслей промышленности, именно уровень механизации производства является определяющим и зачастую лимитирующим фактором для автоматизации технологических процессов. Следует также указать на недостаточный уровень унификации конструкций, в том числе арматурных элементов, их нетехнологичность и т. д.

Поэтому существующие системы автоматизации технологических процессов охватывают лишь отдельные, наиболее механизированные переделы производства сборного железобетона — бетоносмесительные узлы, установки тепло-влажностной обработки, позволяющие получить значительный технико-экономический эффект вследствие экономии материальных и энергетических ресурсов, а также повышения качества продукции и производительности труда.

Так, на строительстве Саяно-Шушенской ГЭС в течение 8 лет эксплуатировался разработанный ВНПО Союзжелезобетон и Оргэнергостроем бетоносмесительный автоматизированный узел на базе аналого-цифрового управляющего комплекса. Эта система включала автоматические нейтронные измерители влажности заполнителей, экспрессные

измерители гранулометрического состава заполнителей, удельной поверхности песка, а также устройства учета расхода цемента.

Внедрение этой автоматизированной системы снизило коэффициент вариации прочности бетона на 2...4 %, позволило сэкономить 15 кг цемента на 1 м³ бетона при существенном повышении производительности узла. Общий экономический эффект достиг 130...170 тыс. р. в год.

Значительный интерес представляют разработки НПО Белстройнаука, созданных на базе ЭВМ «Электроника-60» комплекс автоматизированного управления бетоносмесительным узлом КАУПС-2 (рис. 1), а также выполненное на базе микропроцессорной техники устройстве УД1, созданное ВНПО Союзжелезобетон и Одесским филиалом института Оргэнергострой, установленное на заводе ЖБИ ПО Днепроэнергостройпром и выпускаемое рижским опытным заводом «Энергоавтоматика». Экономический эффект от внедрения таких систем (30...50 тыс. р. в год) обусловлен также снижением расхода цемента на 3...5 %, повышением производительности оборудования и качества (однородности) бетонной смеси.

Несмотря на наличие прошедших длительную производственную проверку прототипов, единственной серийно

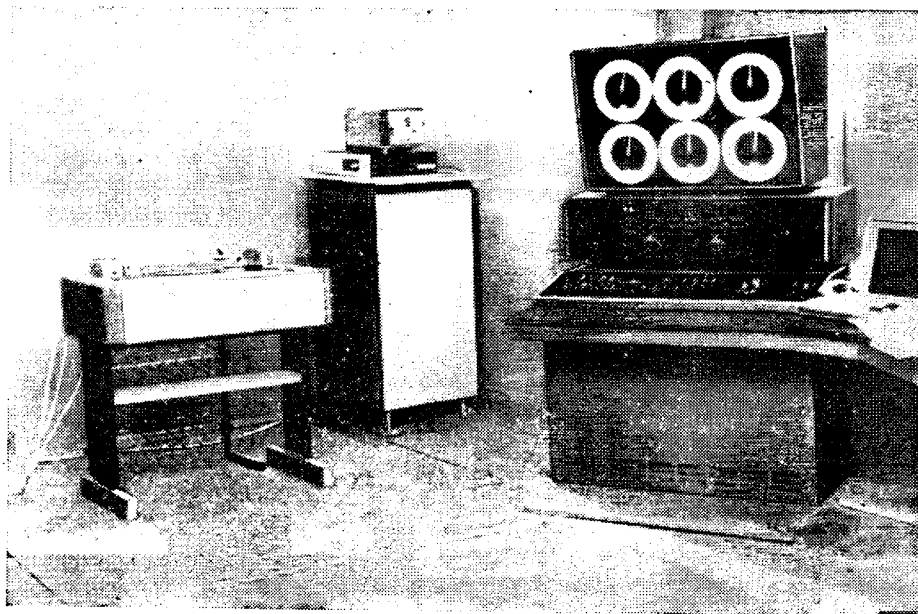
поставляемой системой автоматизации бетоносмесительных узлов является пневматическая установка ЦИКЛ-БС, выпускаемая Усть-Каменогорским заводом приборов, которая по функциональным возможностям значительно отстает от современного уровня и главное не имеет реальных перспектив совершенствования.

Автоматизации ТВО традиционно уделяется достаточное внимание. На многих заводах успешно эксплуатируются системы программного регулирования режимов ТВО на основе электронных и пневматических программных регуляторов температуры—блоков Р31М и установок ПУСК-3.

Получили распространение и моделирующие устройства АЗ51-01, управляющие на основании математической модели кинетики твердения бетона во время ТВО, процессом с учетом фактической температуры бетона в изделии.

В отрасли изучают возможность применения в системах регулирования средств электронно-вычислительной, в том числе микропроцессорной техники. Так, в ПКТБ Главленстройматериалов разработана и успешно внедрена на ленинградском заводе ЖБИ № 4 ПО «Баррикада» автоматизированная система контроля и управления тепловлажностной обработкой изделий в ямных камерах на базе микроЭВМ «Электроника-60М». Результаты промышленной эксплуатации этой системы свидетельствуют о ее работоспособности, надежности и эффективности. К достоинствам системы относятся высокая гибкость, возможность расширения оптимального регулирования и оперативного управления.

Рис. 1. Комплекс технических средств подсистемы КАУПС-2



Использование системы автоматизации снизило удельный расход пара до 0,5 ГДж/м³ (на 20...30 %).

Аналогичная система разработана БелНИИОУСом и внедрена на минском заводе КПД № 3, ведутся работы по применению микропроцессорных контроллеров «Ремиконт».

В настоящее время для автоматизации установок периодического действия и в первую очередь ямных камер на Тернопольском экспериментальном ремонтно-механическом заводе начат выпуск многоканальных средств для контроля и программного регулирования режима ТВО — установки СКРЖ (рис. 2). Она обеспечивает контроль и программное регулирование на базе блока Р31М режимов ТВО в 10 камерах или других установках периодического действия.

Длительная промышленная эксплуатация СКРЖ на предприятиях строительной индустрии показала, что расход пара сокращается по сравнению с неавтоматизированными камерами на 0,59 ГДж/м³ (на 30 %), обеспечивая годовой экономический эффект 17...26 тыс. р.

Ивано-Франковский СКБ СА и ВНПО Союзжелезобетон разработали модернизированный блок программного регулирования Р31М2, отличающийся повышенной надежностью и помехоустойчивостью.

Усть-Каменогорский завод приборов и ВНПО Союзжелезобетон создали систему автоматического контроля и регулирования режимов ТВО в установках периодического действия СПУРТ-1, выполненную на базе элементов пневмоавтоматики, предназначенную для заме-

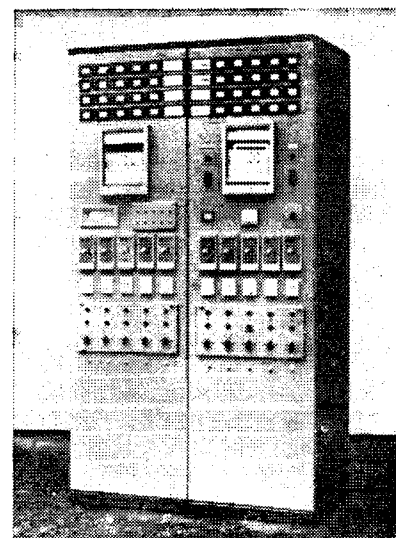


Рис. 2. Многоканальный комплекс средств для контроля и программного регулирования режимов ТВО железобетонных изделий СКРЖ

ны известной установки ПУСК-3. По функциональным возможностям она существенно превосходит предшествующие образцы, снижает расход пара на 6...10 % и уменьшает трудозатраты при обслуживании.

Некоторые виды автоматизированного оборудования используют также при изготовлении арматурных элементов и закладных деталей (линии стыковой сварки, мерной резки, правильно-отрезные станки с программным управлением, линии сварки сеток и каркасов различной ширины, изготовления и сварки закладных деталей).

Начаты работы по применению промышленных работ (универсальных и специализированных) на различных, в том числе вспомогательных, операциях в производстве арматурных элементов (штамповка, сварка), съем и установка элементов форм, оснастки и т. д.

Быстрыми темпами развивается в настоящее время и техника автоматизированного пооперационного и выходного контроля качества.

На предприятиях сборного железобетона применяют различную аппаратуру методов неразрушающего контроля, в том числе радионуклидные и ультразвуковые приборы и установки.

Наиболее перспективным является внедрение автоматизированных стендов выходного контроля, позволяющих комплексно проверять качество изделий.

Разработку типовых конструкций, аппаратуры неразрушающего контроля и устройств сбора, обработки и выдачи информации автоматизированных стендов выходного контроля качества массовых конструкций в настоящее время

завершают ВНПО Союзжелезобетон, Гипростроммаш, НПО Белстройнаука при участии НПО «Волна».

Предприятия Минприбора СССР, а также опытный завод ВНПО Союзжелезобетон выпускают переносные и стационарные ультразвуковые приборы для контроля качества бетона изделий и конструкций в заводских условиях: УК-14П, «Бетон-12», УК-10ПМС, УФ-10П и др.

Опыт передовых стран мира свидетельствует о том, что основой автоматизации заводского производства железобетонных изделий являются прогрессивные архитектурно-строительные принципы, ориентированные на применение изделий, конструкцию и технологию изготовления которых определяют в первую очередь исходя из требований автоматизированного производства.

За рубежом созданы комплексно-автоматизированные линии и предприятия, позволяющие ежегодно производить 450...500 м³ панелей и 4000...4500 м³ пустотных плит на длинных стендах на одного работающего.

Значительное повышение уровня автоматизации возможно лишь при комплексном подходе, обеспечивающем одновременно и целенаправленное создание конструкций и технологических процессов, позволяющее производить

полную автоматизацию технологического оборудования. Применительно к этим процессам следует разработать и впускать комплексное автоматизированное оборудование (машины, установки и технологические линии по производству ЖБИ), а также соответствующие системы АСУ ТП и АСУП линий, производств и заводов ЖБИ, специализированные системы и средства контроля и управления. Для широкого внедрения прогрессивных технологических решений необходима также подготовка типовых проектов новых и в первую очередь реконструируемых автоматизированных линий и производств.

Реализация этих мероприятий на базе уже имеющегося опыта создания АСУ ТП и АСУП, а также с использованием результатов проводимых в настоящее время исследований позволит довести уровень механизации производства массовых изделий до 80 %, а уровень автоматизации, с учетом внедрения выпускаемых и намечаемых к разработке новых систем и технических средств — до 60 %. Производительность труда при этом повысится на 20...25 %, существенно изменятся характер и социальная привлекательность труда в отрасли.

НПО Белстройнаукой разработана и на заводе КПД № 3 внедряется ком-

плексная система АСУ ТП для предприятия по производству сборного железобетона.

Она выполнена как распределенная АСУ ТП на базе сравнительно дешевой и надежной микропроцессорной техники, что обеспечивает необходимую гибкость и возможность перепрограммирования (рис. 3).

Устройства управления технологическим оборудованием (программируемые контроллеры) могут работать как автономно, так и в общей системе с устройствами более высокого уровня (агрегата, группы станков и механизмов).

Общее управление технологической линией осуществляют устройства центрального пульта АСУ ТП, в который поступает обобщенная информация о работе всех агрегатов и участков.

В настоящее время заканчивается разработка двух систем нижнего уровня («Бетон» и «Тепло»). Ведутся работы и по другим подсистемам первой очереди, включая «Диспетчер». Для подсистем «Контроль качества» НПО Белстройнаука совместно с Гипростроммашем и ВНПО Союзжелезобетон создали стенд неразрушающего контроля качества, оснащенный микропроцессорным управляющим вычислительным комплексом «Цензор 03», выполненным

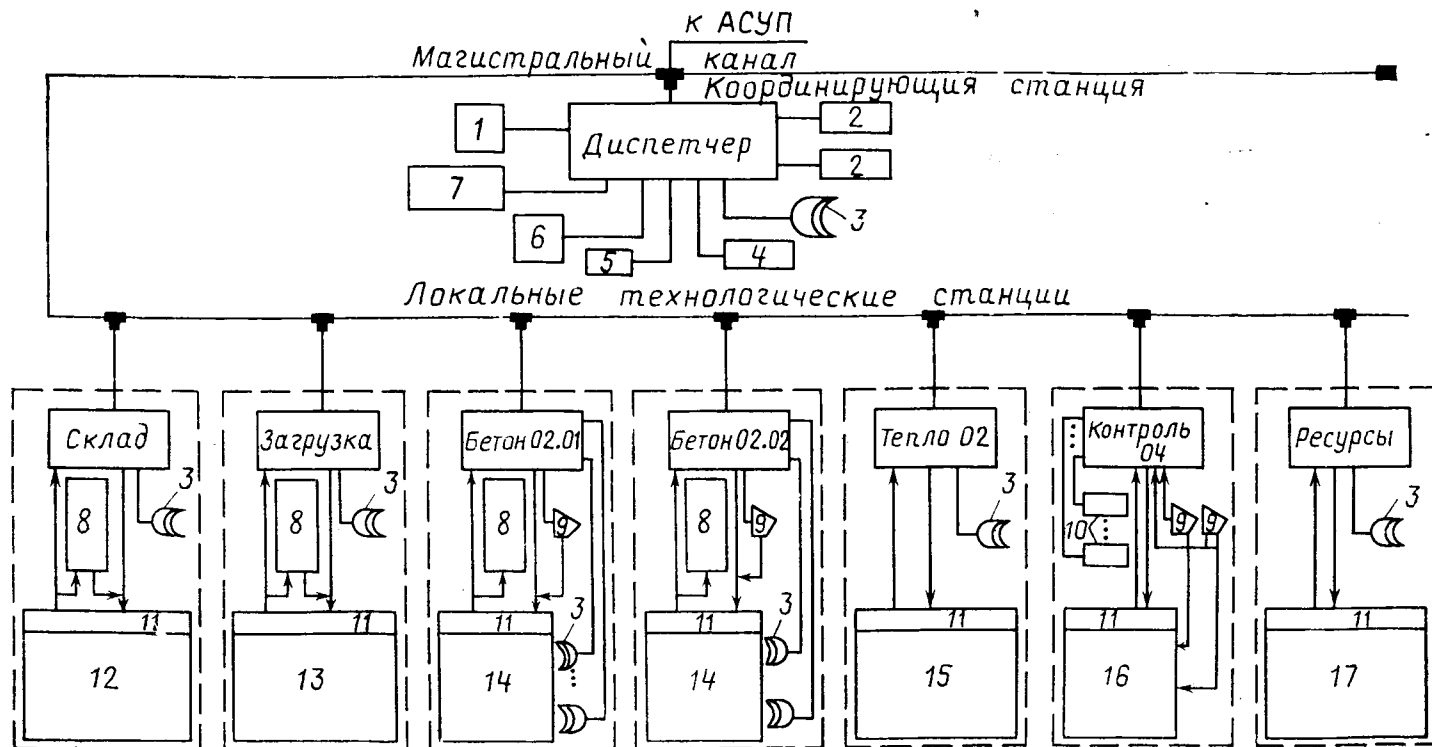


Рис. 3. Автоматизированная система управления технологическими процессами производства сборного железобетона

1 — внешняя память; 2 — алфавитно-цифровое печатающее устройство; 3 — терминальное устройство; 4 — символьная клавиатура; 5 — функциональная клавиатура; 6 — телевизионный приемник; 7 — удаленный специализированный терминал (лаборатория); 8 — мнемощит; 9 — местный пульт управления; 10 — выносной пульт контроля; 11 — технологический объект управления; 12 — склады компонентов; 13 — тракты подачи и бункера бетоносмесительного узла; 14 — односекционный бетоносмесительный узел и тракт подачи смеси; 15 — установки ТВО; 16 — стенды контроля качества изделий; 17 — система теплоэнергообеспечения

на базе КТС ЛИУС-2. Система производит весь комплекс измерений и обработки их результатов, формирует паспорт изделия. Опытный образец стенда, внедренный на минском заводе ДСК № 3, получил высокую оценку производителей.

Накопленный опыт подтвердил правильность ориентации на серийные средства Государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации, их достаточность для решения большинства функциональных задач ав-

томатизации строительного производства.

Для существенного расширения объемов внедрения АСУ ТП при производстве сборного железобетона и повышения их эффективности необходимо создание в строительном комплексе собственных приборостроительных мощностей. При разработке проектов АСУ ТП и АСУ следует применять единые агрегатные средства микропроцессорной техники, обеспечивающие создание разнообразных систем управления от от-

дельного агрегата до сложных распределенных систем управления завода в целом. Наряду с организацией специализированного КБ по разработке головных образцов систем управления для стройиндустрии необходимо на широкой конкурсной основе использовать разработки отраслевых научно-исследовательских и учебных институтов, а также создать региональные центры по привязке, пуско-наладочным работам и сервисному обслуживанию систем автоматического управления.

УДК 693.554:624.012.4:624.92.003

К. И. БАШЛАЙ, д-р техн. наук (ЦНИИОМТП); Н. А. МАРКАРОВ, д-р техн. наук, Б. П. ГОРЯЧЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Эффективное производство арматурных работ при возведении монолитных сооружений

В практике промышленного строительства широкое применение получили монолитные железобетонные конструкции в виде фундаментов под технологическое оборудование, подпорных стенок, лотков, канатов, тоннелей, полов, участков дорог, подколонников, многопролетных плит перекрытий, балок, колонн, а также для зданий и сооружений жилищно-гражданского назначения.

Особенностью их армирования являются значительная протяженность и сложная конфигурация пространственных каркасов, применение стержней больших диаметров и значительный объем работ по соединению отдельных элементов в общий каркас, обеспечивающий работу единого целого монолитного сооружения.

Армирование монолитных сооружений экономичнее, чем сборных, поскольку не требует дополнительного расхода стали на восприятие нагрузок, возникающих при транспортировании и монтаже, а также ликвидирует расход металла на закладные элементы. Кроме того, в стоимость монолитных конструкций не включаются накладные расходы заводского производства стройиндустрии, заложенные в цены изделий.

Сборно-монолитные сооружения требуют дополнительных работ по соединению выпусков арматуры и закладных деталей элементов с каркасом, расположенным в монолитной части.

Целесообразность выбора типа строительства должна определяться технико-

экономическим обоснованием, оптимизацией по одному из критериев: затрат труда, материалов, электроэнергии, продолжительности строительства или по обобщенному показателю приведенной стоимости.

Комплекс работ по созданию арматурного каркаса монолитных железобетонных сооружений определяется конструктивными решениями.

Арматурные элементы, из которых создается каркас, требуют определенных технологических процессов и операций по механической обработке арматурных прутков и проволоки, мерной резке и гибке, образованию плоских секторов или пространственных каркасов, собираемых в крупные арматурные блоки.

В настоящее время на возведение монолитных железобетонных конструкций ежегодно расходуется 5 млн. т арматурной стали, в строительстве занято около 170 тыс. арматурщиков и сварщиков. Трудоемкость арматурных работ составляет около 8...10 чел.-дн. на 1 т каркаса, причем три четверти объема работ выполняется вручную. Уровень индустриализации составляет в среднем 16 %.

Арматурные работы составляют более четверти трудозатрат по возведению монолитного сооружения, а их стоимость вместе с материалами составляет более одной трети общей стоимости. Низкий уровень их индустриализации и механизации на стройплощадке требу-

ет безотлагательного совершенствования.

Одной из мер в этом направлении следует считать оснащение строек передвижными арматурными мастерскими (ПАМ). Проектная мощность мобильных мастерских, размещаемых в зданиях контейнерного типа, составляет 500, 1000 т и более в год. Они оснащаются серийно выпускаемым или нестандартным оборудованием для вспомогательных операций, а также комплектом оснастки и инструмента для укрупнительной сборки и монтажа арматурного каркаса монолитного сооружения.

Применение ПАМ позволяет снизить объем ручных работ по дуговой сварке и вязке проволоки и при использовании одной мастерской сократить трудоемкость на 15 чел.-лет, уменьшить расход металла на 100 т в год, электродных материалов на 4 т. Использование нормоконспекта технологической оснастки и инструмента и работа по технологической карте дают возможность повысить производительность труда на арматурных работах на 20 %. Целесообразно, чтобы в состав комплекта технологического оборудования мастерской кроме серийных контактно-сварочных машин вошли мобильные контактно-сварочные манипуляторы (в настоящее время ЦНИИОМТП совместно с ВНИИЭСО Минэлектротехпрома изго-

товляет экспериментальный образец манипулятора контактной сварки для стройплощадки).

Применение агрегатов контактной сварки позволит повысить производительность труда в условиях строительства в 3..4 раза, исключить расход электродов до 10 т в год в расчете на один контактно-сварочный агрегат. Кроме того, замена традиционного соединения арматурных стержней контактной сваркой исключает расход металла для накладок и позволяет без ограничений применять эффективные арматурные стали повышенной прочности.

Известно, что в зарубежной практике централизованное производство арматурных работ в постройных условиях получило широкое распространение. Например, фирма «Крупп Дольберг» (ФРГ) разработала центральные арматурные мастерские различной мощности с различными технологическими схемами и степенью механизации процессов.

Не менее эффективным является бессварочное армирование, позволяющее производить работы в любых погодноклиматических условиях, с существенной экономией металла и электроэнергии. По мере освоения арматуры винтового профиля и комплекта муфт и контргайк предусматривается их применение при армировании монолитных конструкций.

Для соединения арматуры в ЦНИИОМТП разработан комплект механизированного инструмента. Испытывается опытная установка для обжатия разогретых до пластического состояния муфт из высокопрочной стали. Эффект применения этих способов соединения будет зависеть от успешного создания инструментов для механизированного выполнения работ непосредственно на объекте или при укрупнительной сборке на специальных стендах — сталеялах и сборочных кондукторах.

Прогрессивным является производство крупногабаритных пространственных арматурных каркасов из гнутых элементов и пакетно-шарнирных комплектов из плоских каркасов, что позволяет сократить в 2..3 раза объем арматурно-сварочных работ, сэкономить около 4 % металла, снизить расход электродов и электроэнергии вдвое. Применение таких изделий может составить около 15 % объема арматурных конструкций.

Перспективным представляется армирование с применением синтетических материалов. Для поперечных стержней, соединяемых сваркой, вместо жесткой арматуры предполагается создать сетки на гибких связях, а также использо-

вать пластмассовые фиксаторы крестовых и параллельных соединений стержней с одновременной фиксацией защитного слоя. Такая конструкция позволит полностью исключить все электросварочные работы, экономить электроэнергию и электродные материалы, значительную массу металла за счет исключения поперечных стальных стержней, сокращения числа стыков в крупногабаритных сетках, поставляемых на строительство в рулонах.

Представляют также интерес конструктивные решения с дисперсным армированием. Приготовление фибробетона, его транспортирование и укладка являются процессами без традиционного армирования, что позволяет исключить или при комбинированных конструкциях существенно сократить арматурные работы.

Одним из основных направлений совершенствования является индустриализация, осуществляемая прежде всего за счет расширения централизованного производства арматурных изделий.

Заводское производство арматурных изделий для монолитных конструкций не имеет достаточно развитой базы. В то же время машинный выпуск таких изделий в специализированных цехах дает сокращение затрат труда по сравнению с работами на стройплощадке на 25..30 %, т. е. примерно 2 чел.-дня на 1 т изделий. Полная комплексная механизация всех вспомогательных операций, как это предусмотрено на технологических линиях, снижает затраты труда еще на 1 чел.-день на 1 т. Современная технологическая линия мощностью 10 тыс. т изделий в год дает возможность высвободить примерно 120 рабочих, причем около 90 % — с наиболее трудоемких ручных операций.

В настоящее время для резки арматурных стержней на мерные длины применяют семь станков разнообразных марок, что объясняется наличием на предприятиях стройиндустрии и относительно нового, и устаревшего оборудования выпуска 1950..1970 гг. Для решения данной задачи наиболее приемлемы станки СМЖ-322А, СМЖ-175 и Н-2228. Необходимо отметить, что станки с механическим приводом более производительны по сравнению со станками, оснащенными гидравликой, поскольку их рабочий цикл значительно меньше.

Зарубежные фирмы и предприятия выпускают комплекс оборудования, включающего тележки, обеспечивающие отбор стержней со склада, станки для мерной резки и накопители в транспортных устройствах. Установки условно можно разделить на две группы:

универсального назначения малой и средней производительности с возможностью перемещения по цеху и стационарные большой мощности и высокой производительности.

Аналогичная установка разрабатывается Гипростроммашем и заводом «Строммашина» Минстройдормаша с участием НИИЖБа в виде автоматизированной линии.

Поскольку около 4,5 млн. т стержневой и проволочной арматурной стали поставляется в мотках, цехи заводов ЖБИ оснащены правильно-отрезными станками для размотки, правки, очистки, отмеривания и резки арматуры на мерные длины. Ее заготовки могут быть частично направлены на стройки россыпью, а частью использованы в качестве исходного материала для сеток, плоских каркасов и хомутов. Практически все станки имеют ножи вращающегося или гильотинного рычажного типа.

Наибольший интерес представляют станки с высокой точностью реза ГД-162 и И-6622Ф1 (разработка ЦНИИОМТП) с самозаклинивающимися ножами и электромагнитным измерителем длины. Станки оборудованы барабаном новой конструкции и подающим устройством, обеспечивающим механизированную заправку конца мотка. Они практически не уступают зарубежным образцам фирм «Вафиоз», «Кох», «Крупп», «Вумерек» и др., которые перерабатывают весь сортамент арматурной стали для изготовления сеток (диаметром 3—35 мм), и отличаются широкой унификацией отдельных узлов и механизмов, комплектацией программными механизмами, отбором прутков без остановки работы.

Использовать мощности арматурных цехов для нужд монолитного строительства можно, изготавливая элементы различной конфигурации, например хомуты и отогнутые стержни. В отечественной практике наиболее широкое применение нашли станки для гибки типа СМЖ-173А и СМЖ-179А. Станок СМЖ-173А перерабатывает арматуру диаметром до 40 мм с углом изгиба элемента 12..55°, СМЖ-179А — соответственно до 90 мм и 105..400°.

Конструктивно зарубежные станки не отличаются от отечественных, однако, как правило, они оснащены программным управлением, а также имеют автоматизированную загрузку и разгрузку.

При возведении монолитных сооружений производительность труда может быть существенно повышена за счет поставки с предприятий стройиндустрии сварных сеток и плоских каркасов и

применением их либо целевым назначением, либо в качестве элементов большегабаритных арматурных каркасов. Сварные сетки и плоские каркасы изготавливают на автоматизированных линиях, основным компонентом которых являются сварочные машины. В настоящее время в СССР серийно выпускают машины типа МТМ-160 (для сеток шириной 3800 мм из арматуры диаметром 3...12 мм), МТМ-166 (для сеток шириной 2650 мм из арматуры диаметром 3...8 мм), МТМ-207 (для сеток и каркасов шириной 800 мм из арматуры диаметром 14...25 мм), МТМ-32 и МТМ-35 (из арматуры до 40 мм).

Все эти машины по техническому уровню близки зарубежным аналогам, но тем не менее требуют дальнейшего совершенствования для оперативной переналадки при изменении номенклатуры изделий и программного управления процессами. За рубежом многоэлектродные машины выпускают фирмы «Шлаттер», «Рот-Электрик», «Егер», «Астеба» и др. В СССР на отдельных заводах эксплуатируются машины фирм «Шлаттер» и «Рот-Электрик».

Таким образом, использование мощностей предприятий стройиндустрии может способствовать более эффективному выполнению арматурных работ при возведении монолитных сооружений. В связи с этим представляется целесообразным вновь вернуться к вопросу об организации региональных арматурных заводов, обеспечивающих стройплощадки товарной продукцией. Мелкие заводы с большой номенклатурой изделий вынуждены систематически производить замену арматуры, и поэтому перерасход металла составляет 8...10 %.

Направлением, осуществление которого также позволит снизить продолжительность возведения и стоимость монолитных сооружений, является использование укрупненных железобетонных элементов заводской готовности — сборно-монолитного железобетона. Подобный опыт имеется в отечественной практике. В Тбилиси, а затем в других районах страны начато экспериментальное строительство сборно-монолитных и монолитных жилых, общественных, курортных и производственных каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях.

Конструктивная ячейка каркаса указанной системы состоит из четырех колонн (без консолей) и плит (сплошных, пустотных, ребристых), объединенных в единую сборно-монолитную систему с помощью преднапряжения высокопрочной (канатной) арматуры К-7 диаметром 15 мм. Арматура пропуска-

ется через отверстия в колоннах в двух ортогональных направлениях и за счет сил трения в углах каркаса обеспечивает эффективную работу при воздействии вертикальных и горизонтальных расчетных нагрузок. Система может быть сборно-монолитной (жилые 64- и 75-квартирные 16-этажные здания в Тбилиси, 5-этажные АТС в Чебоксарах и др.) или полностью монолитной (здание столовой в Тбилиси) из бетона средней прочности.

В системе отсутствуют закладные элементы, арматурные выпуски, не применяются сварочные работы. При этом уменьшено число типоразмеров. Ее можно использовать в сейсмических и обычных регионах, при комплексной застройке населенных мест и свободных планировочных решениях.

По данным ТблЗНИИЭПа, при оптимальной сетке колонн жилых зданий снижение расхода стали, цемента и суммарных трудозатрат по сравнению с серией ИИС-04 достигает 15...17 % и более.

Анализ технико-экономических показателей на 1 м² общей площади 16-этажных жилых домов данной системы и других действующих серий (ИИС-05, монолитных, крупнопанельных) показал ее конкурентоспособность: расход стали — 35 кг, расход бетона — 0,5 м³ (с возможностью дальнейшего снижения), расход цемента — 215 кг, стоимость — менее 168 р.

Для производства работ по натяжению арматуры с люлек, установленных на колоннах, используются домкрат системы АрмНИИСА небольшой массы (Q = 20 тс), насосная станция и различные зажимы. Технология натяжения арматуры в построечных условиях начинается с разматывания каната с бухты. В зависимости от вида анкера (цанговые — конструкции НИИЖБ по ГОСТ 23117—78, опрессованные втулки и др.) осуществляют их установку путем протаскивания через каналы в колоннах. Далее устанавливают опорный столик и с упором в столик — домкрат. После выбора слабины производят натяжение каната в один-два этапа в зависимости от наличия, способа и типа оттяжки. Контроль точности натяжения канатов производят через 0,5 ч приборами типа ПИН, ИПН, ПРДУ по ГОСТ 23117—78.

Сравнение результатов испытаний фрагментов и натуральных конструкций показало, что для анкеровки могут быть применены не все известные анкеры, учитывая дополнительные воздействия на них, вызванные вертикальными и горизонтальными нагрузками.

Поэтому для создания анкера, равнопрочного с разрывным усилием каната (24 тс), в НИИЖБ разработаны новые опрессованные гильзы, удовлетворяющие этим условиям. Использование в виде анкера опрессованных гильз позволяет снизить стоимость и усовершенствовать арматурные работы, а также весь процесс натяжения в построечных условиях. Кроме того, применение опрессованных анкеров дает возможность организовать централизованное производство арматурных элементов мерной длины с одним или двумя установленными анкерами.

Такой подход позволяет не только отказаться от дефицитных анкеров, но и организовать их производство в любой строительной организации, осуществляющей монтаж зданий.

Реализация всех описанных предложений по совершенствованию арматурных работ на стройплощадке и в заводском производстве должна позволить в 3...4 раза снизить трудозатраты по созданию арматурных каркасов монолитных сооружений при обеспечении окупаемости капиталовложений на их осуществление в течение 1,5...2 лет.

Новые книги

Данилович И. Ю., Сканава Н. А. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов: Для ПТУ. — М.: Высш. шк., 1988. — 72 с. — 10 к.

Бондаренко В. М., Судницын А. И., Назаренко В. Г. Расчет железобетонных и каменных конструкций: Для вузов. — М.: Высш. шк., 1988. — 303 с. — 85 к.

Королев К. М. Справочник молодого машиниста бетоно-растворомесителей и бетоно-растворонасосных установок. — 2-е изд., перераб., доп. — М.: Высш. шк., 1988. — 207 с. — 65 к.

Соколов С. В. Монтаж зданий методом подъема этажей и конструкций: Для СПТУ. — М.: Высш. шк., 1988. — 64 с.

Антоненко Г. Я. Организация, планирование и управление предприятиями строительных изделий и конструкций: Для вузов. — 2-е изд., перераб., доп. — Киев; Вища шк., 1988. — 375 с. — 1 р. 10 к.

Феронская А. В., Стамбулко В. И. Лабораторный практикум по курсу «Технология бетонных и железобетонных изделий»: Для вузов. — М.: Высш. шк., 1988. — 223 с. — 45 с.

А. В. ЛАГОЙДА, д-р техн. наук (НИИЖБ); Н. Н. ДАНИЛОВ, д-р техн. наук, проф. (МИСИ); И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЕВ, д-р техн. наук, проф. (ВНИПИтеплопроект); А. Р. СОЛОВЬЯНЧИК, д-р техн. наук (ЦНИИС)

Энергосберегающие методы выдерживания бетона при возведении монолитных конструкций

Темпы возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона, эффективность применения монолитного строительства в значительной мере определяются оборачиваемостью опалубки. Повышение ее, особенно при низких положительных и отрицательных температурах, требует специальных мер, ускоряющих твердение бетона без ущерба для долговечности и качества быстро распалубленных конструкций. Обеспечить приобретение бетоном требуемой прочности в сжатые сроки можно интенсификацией его твердения тепловыми методами, введением химических добавок либо приготовлением смесей на быстротвердеющих цементных.

Последнее направление практически менее значимо, а роль добавок из-за интенсифицирующего действия их на процесс твердения цемента возрастает с понижением температуры выдерживания, хотя в последнее время получены обнадеживающие результаты и при температуре, близкой к нормальной. Однако, не принижая значения добавок, основным фактором ускорения твердения бетона на ближайшую перспективу следует признать тепловое воздействие, в том числе в сочетании с добавками.

В зависимости от погодных условий, типа возводимых конструкций и применяемого метода на выдерживание бетона расходуется 20...200 кВт·ч электроэнергии на 1 м³ бетона. При этом затраты энергии на выдерживание бетона в зимних условиях (40...45 млн. м³ ежегодно) составляют 3,5 млрд. кВт·ч электроэнергии. Хотя это в пять раз меньше, чем при производстве такого же объема сборного бетона и железобетона, но они значительны.

Снижения энергозатрат на выдерживание монолитных бетонных и железобетонных конструкций можно достигнуть выбором наименее энергоемкого метода выдерживания, обеспечивающего получение бетоном требуемой прочности к заданному сроку; правильным прогнозированием и обеспечением температурного режима и продолжительности

выдерживания бетона современными средствами автоматизации; назначением минимальной распалубочной прочности бетона с учетом сроков нагружения конструкции и возможности твердения бетона при низких положительных или отрицательных температурах; надежным прогнозированием прочности бетона.

При бетонировании конструкций в летнее время ускорение твердения бетона значительно повышает конкурентоспособность монолитного строительства по сравнению со сборным, а в районах с сухим жарким климатом выдерживание бетона при повышенных температурах позволяет исключить преждевременное его обезвоживание и сократить время ухода за ним. Энергозатраты при этом снижаются в основном теми же методами, что и при зимнем бетонировании.

Как известно, методы выдерживания бетона в холодную погоду по затратам теплоты подразделяются на беспрогревные (термосное выдерживание, в том числе с применением бетонов с повышенным тепловыделением, с подогревом компонентов бетонной смеси, с электроразогревом или разогревом бетонной смеси паром, с отогревом полости бетонирования; использование противоморозных добавок); прогревные (электродный прогрев, контактный электрообогрев, обогрев нагревателями инфракрасного излучения, индукционный прогрев, паропрогрев, обогрев теплым воздухом или продуктами сгорания природного газа, выдерживание в тепляках) и комбинированные (термосное выдерживание бетона с добавками, а также применение последних в сочетании с тепловым воздействием).

Многообразие методов выдерживания бетона свидетельствует, с одной стороны, об отсутствии какого-либо универсального метода, а с другой — о возможности возведения любых монолитных конструкций даже в экстремальных условиях.

Метод выдерживания бетона следует назначать при планировании производ-

ства бетонных работ на основе тщательного анализа и учета температуры наружного воздуха и скорости ветра, требуемого времени распалубки конструкций, конфигурации и размеров последней, характера армирования, условий эксплуатации имеющегося оборудования и вида энергии на строительной площадке. При всех прочих условиях определяющими факторами являются обеспечение высокого качества бетона в заданный срок и размер затрат на производство работ.

Метод термоса является наиболее простым и экономичным. Удорожание производства работ по сравнению с летним временем составляет 15...20 %. Простота метода обусловила широкое его применение в практике зимнего строительства: около 30% бетона и железобетона, т. е. 13...15 млн. м³ ежегодно.

Этот метод основан на сохранении теплоты в бетоне после его укладки в конструкцию, которая складывается из внесенной в бетон при его приготовлении или укладке и выделяемой при гидратации цемента. С помощью надежной теплоизоляции высокую положительную температуру в бетоне можно сохранить в течение времени, достаточного для приобретения бетоном к моменту замерзания распалубочной прочности. Количество внесенной теплоты при необходимости можно регулировать в довольно широких пределах. Иногда достаточно приготовить бетонную смесь из материалов с естественной температурой, чаще требуется подогреть воду и заполнители, а иногда разогревать смесь паром или электрическим током до 40...80°C.

В холодную погоду с низкими положительными температурами достаточно увеличить расход цемента или использовать цемент более высокой активности, например быстротвердеющий, напрягающий и др. Необходимую прочность бетона можно получить и при введении в состав смеси добавки ускорителя твердения.

При бетонировании массивных гид-

ротехнических или других подобных конструкций даже при умеренных морозах достаточно отогреть полость бетонирования (основание, старый бетон и т. п.) и уложить бетон, приготовленный лишь на подогретой воде.

При возведении конструкций из монолитного бетона и железобетона в районах с сухим жарким климатом применение метода термоса необходимо как для ускорения твердения бетона и предупреждения его обезвоживания, так и для исключения его перегрева от высокой дневной температуры и солнечной радиации. Для массивных конструкций этот метод обеспечивает получение бетона высокого качества в результате благоприятного термонапряженного состояния, поскольку твердение бетона в центральной части конструкции происходит быстрее, чем в периферийных слоях.

Целесообразность применения термосного выдерживания бетона определяется массивностью бетонированной конструкции, активностью цемента, температурой бетонной смеси и наружного воздуха, скоростью ветра и допускаемой графиком работ продолжительностью выдерживания бетона. Сочетание этих факторов устанавливают область применения метода термоса.

Возможности термосного выдерживания бетона значительно расширяются при использовании предварительно разогретых электрическим током или паром смесей. Однако в настоящее время возможности эти пока не реализованы из-за отсутствия надежно работающего оборудования для непрерывного и циклического электронагрева бетонной смеси, в связи с чем ежегодно с разогревом укладывается только около 3 % (1,2...1,4 млн. м³) зимнего бетона. Но уже в ближайшие годы объем применения предварительно разогретых смесей необходимо резко увеличить, поскольку термосное выдерживание в этом случае характеризуется минимальным расходом электроэнергии, не превышающим 50 кВт·ч/м³ из-за минимальных теплопотерь и активного использования экзотермии цемента в процессе выдерживания бетона; минимальным расходом металла электродов, используемых в оборудовании; многократным увеличением оборачиваемости опалубки из-за отсутствия сцепления ее с уменьшившимся при остывании в объеме бетоном; благоприятным термонапряженным состоянием бетона в процессе выдерживания, исключающим образование трещин на поверхности конструкций; возможностью круглогодичного бетонирования таких конструкций,

как дороги, аэродромы, полы, промплощадки и т. п. при минимальных расходах энергии, средств и труда.

Таким образом, для снижения расхода энергии на выдерживание монолитного бетона и железобетона необходимо прежде всего разработать технику и технологии, основанные на использовании предварительно разогретых смесей, а также эффективные теплоизоляционные материалы.

Второй метод беспрогревного выдерживания основан на затворении бетонной смеси водными растворами противоморозных добавок, понижающих температуру замерзания воды и интенсифицирующих процессы гидратации минералов портландцементного клинкера. Благодаря этому заметно увеличивается прочность бетона при температурах ниже 0°C без ухудшения строительных-технических свойств.

Вводимую в состав бетонной смеси противоморозную добавку необходимо выбирать прежде всего в зависимости от типа и условий эксплуатации конструкции. При этом важно правильно назначить количество добавки, так как при малой ее дозировке бетон может замерзнуть, а при большой — замедляется темп твердения и увеличивается стоимость.

Введение в состав бетонной смеси комплексных добавок, состоящих из противоморозного (НН, ФТП, НК и др.) и пластифицирующего (С-3, ЦСПК, ЛСТ и др.) компонентов, значительно расширяет возможности этого метода, объем применения которого сейчас не превышает 4...5 млн. м³ бетона в год. Такие добавки имеют в 2...3 раза меньший расход противоморозного компонента, на 15...25 % сокращают расход воды в бетоне и обеспечивают более высокую прочность при отрицательных температурах. Использование комплексных противоморозных добавок позволяет возводить конструкции, нагружаемые в зимний период строительства.

Термосное выдерживание бетона с комплексными противоморозными добавками позволяет в отдельных случаях получать бетон с прочностью до 70 и даже до 100 % проектной за 1...3 недели, обеспечивая экономию 60...130 кВт·ч/м³ электроэнергии.

Таким образом, для экономии энергоресурсов при выдерживании бетона с применением противоморозных добавок в состав смеси, как правило, следует вводить одновременно и пластифицирующие добавки. Для дальнейшего со-

вершенствования этого метода необходимо изыскивать новые, недефицитные противоморозные вещества, а также добавки, заметно интенсифицирующие твердение бетона при положительных, в том числе и повышенных температурах.

При прогреве бетона независимо от применяемого метода искусственно создается положительная температура, благодаря которой бетон твердеет как в обычных условиях или при повышенных температурах. Эту группу методов можно применять для выдерживания бетона в любых конструкциях и при любых температурах наружного воздуха. Большое достоинство методов прогрева — в возможности интенсивного нарастания прочности бетона и достижения времени распалубки конструкции от нескольких часов до нескольких суток.

Прогривные методы выдерживания бетона по увеличению энергозатрат располагаются в такой последовательности: электродный прогрев, контактный электрообогрев, инфракрасный прогрев, индукционный прогрев, паропрогрев, обогрев теплым воздухом, обогрев продуктами сгорания природного газа, выдерживание в тепляках. Переход от предыдущего к последующему методу выдерживания следует осуществлять только в тех случаях, когда не обеспечивается набор бетоном требуемой прочности в заданный срок либо когда предыдущий метод нельзя осуществить технически.

Прогривные методы выдерживания бетона в холодную погоду занимают значительный объем — 55 % (22...25 млн. м³) общего зимнего, причем основную часть (45 %) составляет электродный прогрев. Это обусловлено технической простотой метода, а также минимальными затратами теплоты в процессе выдерживания бетона, поскольку она, как и при электронагреве смеси, выделяется непосредственно в объеме бетона, используемого в данном случае в качестве проводника второго рода и непосредственно включенного в электрическую цепь.

Однако электродный прогрев бетона имеет и существенные недостатки: большой расход металла электродов — 4...5 кг/м³ теоретически и в несколько раз больше практически; вероятность преждевременного отключения электродов, особенно при недостаточно грамотном и небрежном исполнении метода; малая оборачиваемость опалубки из-за сильного сцепления ее с бето-

ном. Основной задачей совершенствования прогревных методов является замена электродного прогрева, например, периферийным электропрогревом, внутренним электрообогревом с помощью греющих проводов и т. п., электрообогревом эффективными инвентарными греющими элементами.

Для уменьшения энергетических зат-

рат целесообразны различные комбинации методов: термосное выдерживание бетона с противоморозными добавками, которое позволяет увеличить продолжительность остывания бетона до температуры его замерзания при небольшом количестве добавок; термосное выдерживание бетона с предварительным

разогревом смеси, при котором введение добавок снижает температуру разогрева; электропрогрев и обогрев бетона с небольшим количеством противоморозной добавки, позволяющей снизить температуру прогрева; электропрогрев и обогрев бетона с учетом его последующего термосного выдерживания.

ВНИМАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

Важным резервом перестройки экономических отношений, развития производственной, научной, научно-технической кооперации, прямых связей предприятий и организаций является информационно-коммерческая деятельность научно-технической периодики.

Редакция нашего журнала принимает заявки на публикацию рекламных объявлений о выпускаемой Вами продукции, которая может быть реализована сверх госзаказа, об оказании различного рода технической и иной помощи, о консультативных услугах, информационном обеспечении, предоставлении пользователям научно-технической и иной документации, о приеме на работу, замещении вакантных должностей, конкурсах, выборах и т. п., о купле-продаже оборудования, станков, инструмента, сырья, материалов и производственных отходов, об аренде и сдаче внаем помещений и земельных участков, о разработанной проектно-сметной документации, о поиске смежников, о проводимых в различных регионах оптовых продажах, ярмарках, аукционов и т. п.

При необходимости к тексту объявления можно прилагать фотографии (черно-белые на глянцевой бумаге, размером 9×12 см) или схемы.

При отправке в редакцию текстов реклам просим в гарантийном письме указать адреса и телефоны лиц, с которыми редакция может договориться о стоимости, сроках, повторяемости этих публикаций в журнале.

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

CONTENTS

Mikhailov K. V. Prospects of concrete and reinforced concrete development
Gushtcha Ju. P. Increase of efficiency of reinforced concrete structures
Bazhenov Yu. M. Increase of efficiency and economy of concrete technology
Rakhmanov V. A. Economy of resources and technical progress in precast reinforced concrete production
Krylov B. A., Lysov V. P., Koroleva G. P. Problems of buildings and structures construction from monolithic reinforced concrete
Zakiev A. Z., Rakhimov R. Z. Up-to-date experience in production and application of concrete and reinforced concrete in the Tatar Autonomous Soviet Socialist Republic
Vasiljev P. I., Golychev A. B., Zalesov A. S. Reduction of materials expenditure for structures on basis of development of theory and calculation methods
Granev V. V., Lepsky V. I., Nikolaev S. V., Petsold T. M. Improvement of design solutions of reinforced concrete structures for buildings
Madatjan S. A., Tchernenko V. T., Braginsky V. A. Efficient types of reinforcement
Klevtsov V. A., Kuznetsov Yu. D., Rabinovitch E. A. Economy of resources for reconstruction of industrial buildings
Malinina L. A., Dovzhik V. G., Leshtchinsky M. Yu., Entin Z. B. Economy of material and energetic resources in concrete technology
Batrakov V. G., Ratinov V. B., Bashlykov N. Ph., Babaev Sh. T., Yavor-skaja V. L. Increase of concrete efficiency by chemical admixtures
Ivanov Ph. M., Stepanova V. Ph., Kholoshine E. P. Problems of ensuring of durability of concrete and reinforced concrete with reduced energy-material expenditure
Krukov R. V., Dolinsky Yu. I., Akselrod E. Z., Volkov L. A., Tsyro V. V. Efficient technological lines for reconstruction of enterprises of large-panel buildings construction
Gusev B. V., Rudenko I. Ph., Savinov O. A., Toloraja D. Ph. Outlook moulding processes and equipment in enterprises technology
Objestchenko G. A., Malinsky E. N., Murytchev V. B., Andrejchenko A. V. Increase of efficiency of thermal energy use during precast structures production

CONTENU

Mikhailov K. V. Les perspectives de développement du béton et du béton armé
Gouchicha Yu. P. L'accroissement d'efficacité et des qualités économiques de la technologie de béton
Rakhmanov V. A. L'économie des ressources et le progrès technique dans la production du béton armé préfabriqué
Krylov B. A., Lysov V. P., Koroleva G. P. Les problèmes de la construction des bâtiments et des ouvrages en béton armé monolithe
Zakiev A. Z., Rakhimov R. Z. L'expérience avancée dans la production et dans l'application du béton et du béton armé dans la République Socialiste Soviétique Autonome des Tatars
Vassiljev P. I., Golychev A. B., Zalesov A. S. La réduction de contenance en matériaux des structures sur la base de développement de la théorie et des méthodes de calcul
Granev V. V., Lepsky V. I., Nikolaev S. V., Petsold T. M. Le perfectionnement des solutions de conception des structures en béton armé des bâtiments et des ouvrages
Madatjan S. A., Tchernenko V. T., Braginsky V. A. Les types efficaces des armatures
Klevtsov V. A., Kouznetsov Yu. D., Rabinovitch E. A. L'économie des ressources pendant la reconstruction des bâtiments industriels
Malinina L. A., Dovzhik V. G., Lechtchinsky M. Yu., Entine Z. B. L'économie des essources matérielles et énergétiques dans la technologie des bétons
Batrakov V. G., Ratinov V. B., Bachlykov N. Ph., Babaev Ch. T., Yavor-sky V. L. L'augmentation de l'efficacité du béton par des adjuvants chimigues
Ivanov Ph. M., Stepanova V. Ph., Kholochine E. P. Les problèmes d'assurance de la durée de vie du béton et du béton armé d'une consommation d'énergie et de matériaux réduite
Krukov R. V., Dolinsky Yu. I., Akselrod E. Z., Volkov L. A., Tsyro V. V. Les lignes technologiques efficaces pour la reconstruction des entreprises de construction des bâtiments en gros panneaux
Goussev B. V., Roudenko I. Ph., Savinov O. A., Toloraja D. Ph. Les processus perspectifs de formage et l'équipement dans la technologie d'usine
Objestchenko G. A., Malinsky E. N., Murytchev V. B., Andrejchenko A. V. L'accroissement de l'efficacité d'utilisation de l'énergie thermique pendant la production des structures préfabriquées

INHALTSVERZEICHNIS

Michailow K. W. Entwicklungsperspektiven des Betons und Stahlbetons
Gushtscha Ju. P. Erhöhung der Effektivität von Stahlbetonkonstruktionen
Bashenow Ju. M. Erhöhung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit in Technologie des Betons
Rachmanow W. A. Ressourceneinsparung und technischer Fortschritt in Produktion von Stahlbetonfertigteilen
Krylow B. A., Lyssow W. P., Koroljowa G. P. Probleme der Errichtung von Gebäuden und Bauwerken aus monolithischem Stahlbeton
Sakijew A. S., Rachimow R. S. Progressive Erfahrung in Produktion und bei Anwendung des Betons und Stahlbetons in der Tatarischen ASSR
Wassiljew P. I., Golytschew A. B., Silessow A. S. Senkung des Materialaufwandes für Konstruktionen auf Grund der Entwicklung der Theorie und und Berechnungsmethoden
Granjow W. W., Lepskij W. I., Nikolajew S. W., Pezold T. M. Verbesserung der Entwurfslösungen für Stahlbetonkonstruktionen von Gebäuden und Bauwerken
Madatjan S. A., Tschernenko W. T., Braginskij B. A. Wirkungsvolle Bewehrungsarten
Klewzow W. A., Kusnezow Ju. D., Rabinowitsch Je. A. Ressourceneinsparung bei Rekonstruktion von Industriegebäuden
Malinina L. A., Dowshick W. G., Lestschinskij M. Ju., Entin S. B. Ökonomie von Material- und Energiressourcen in Technologie von Betonen
Batrakow W. G., Ratinow W. B., Baschlykow N. F., Babajew Sch. T., Jaworskaja W. L. Erhöhung der Betoneffektivität unter Anwendung von chemischen Zusatzstoffen
Iwanow F. M., Stepanowa W. F., Choloschin Je. P. Sicherungsprobleme der Lebensdauer des Betons und Stahlbetons mit vermindertem Energie- und Materialverbrauch
Krűckow R. W., Dolinskij Ju. I., Akseljrod Je. S., Volkow L. A., Zyro W. W. Effektive Fertigungsanlagen für Rekonstruktion von Betrieben mit Grossplattenbauweise
Gussew B. W., Rudenko I. F., Sawinow O. A., Toloraja D. F. Perspektivische Formgebungsprozesse und Einrichtung für Betriebstechnologie
Objestschenko G. A., Malinskij Je. N., Marytschjow W. B., Andrejtschenko A. W. Steigerung des Anwendungsnutzens der Wärmeenergie bei Produktion von Fertigteilkonstruktionen

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *Н. А. Шатерникова*

Сдано в набор 13.07.88
 Формат 60×90¹/₁₆. Печать высокая.
 Тираж 12759 экз.

Подписано в печать 24.08.88
 Бумага книжно-журнальная Усл. печ. л. 6,0
 Зак. 247 Усл. кр.-отт. 6,75

T-18119
 Уч.-изд. л. 8,40
 Цена 60 коп.

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

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

К сведению авторов

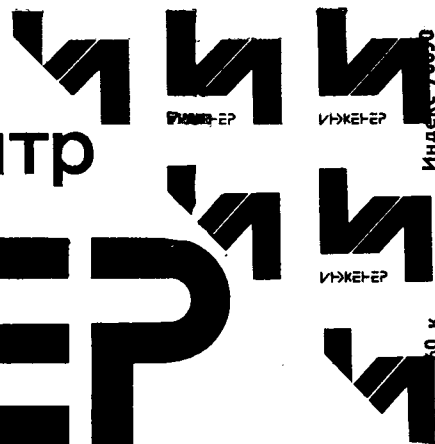
Направляемые в редакцию рукописи статей должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Рукописи представляются в 2 экземплярах и сопровождаются необходимой документацией.
2. Содержание статьи излагается предельно кратко и ясно, с практическими рекомендациями и выводами. Объем рукописи не должен превышать **7 стандартных машинописных страниц, напечатанных через 2 интервала**, включая таблицы, выводы и библиографический список. Формулы следует писать разборчиво, выделяя латинские и греческие буквы. Все имеющиеся по тексту формулы необходимо разборчиво и с указанной разметкой выписать (и пронумеровать в том же порядке, как они пронумерованы в тексте в круглых скобках) на отдельном листе стандартного формата. Между отдельными формулами надо оставить интервал в 4...5 строк. Иллюстрационный материал (3...4 рисунка, фото на глянцевой бумаге) также представляется в **2 экземплярах**. Графики и схемы должны быть четкими, не перегруженными излишними линиями, формулами, обозначениями, надписями и размерами. Все позиции на рисунке или схеме, кривые на графике следует нумеровать арабскими цифрами и выносить их в подрисовочные подписи (прилагаются на отдельном листе). На оборотной стороне каждого рисунка (фото) необходимо проставлять карандашом его порядковый номер и фамилию первого автора статьи.
3. Таблицы должны быть компактными, по возможности упрощенными и не дублировать информации, содержащейся на графиках или вытекающей из текста статьи. Таблицы должны быть построены так, чтобы их можно было читать, не обращаясь к тексту статьи. Не предусмотренные стандартами словесные сокращения в таблицах не допускаются.
4. Ссылки на рисунки, таблицы и библиографический список следует приводить в тексте статьи. При необходимости в конце статьи приводится библиографический список, при ссылке на него и на авторские свидетельства необходимо давать **полные библиографические сведения** об этих источниках.
5. Рукопись (в первоначальном виде и после авторской доработки по замечаниям редакции и рецензентов) должна быть обязательно подписана всеми авторами. При визировании отредактированной статьи достаточно подписи одного из авторов. При отправке рукописи в редакцию необходимо указать **полные паспортные данные всех авторов, а также 6-значный почтовый индекс домашнего адреса и номера телефона**. В случае большого (более двух человек) авторского коллектива при визировании подготовленной к печати статьи просьба письменно сообщать, на кого из авторов следует начислить гонорар и сколько авторских экземпляров журнала редакции предусматривать авторам в счет этого гонорара.
6. Вместе с рукописью следует представлять в 2 экземплярах отпечатанный на машинке реферат статьи объемом 3...5 предложений с указанием ключевых слов статьи.

*Рукописи и письма направлять по адресу: 101442, ГСП, Москва, К-6
Калеевская, 23а. Телефоны редакции: 292-41-34, 292-62-05.*

хозрасчетный
научно-технический центр

ИНЖЕНЕР



**ЦЕНТР «ИНЖЕНЕР»
ОСУЩЕСТВЛЯЕТ
БЫСТРОЕ
И КАЧЕСТВЕННОЕ
РЕШЕНИЕ ВАШИХ
ТЕХНИЧЕСКИХ
ЗАДАЧ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Центр «ИНЖЕНЕР» является общественно-государственной посреднической хозрасчетной организацией.

Центр принимает заказы от организаций на проведение научно-исследовательских, проектных, опытно-конструкторских, технологических, пусконаладочных и других работ.

Специализация Центра — выполнение заказов строительных организаций, которые оплачивают работу по договорным ценам после ее завершения. **СОВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА** — основа функционирования Центра.

Для выполнения заказов Центр формирует временные творческие коллективы. Каждый коллектив обладает экономической самостоятельностью и возможностью привлечения специалистов практически любого профиля и квалификации. **КОНКУРСНЫЙ ПОДХОД** к подбору специалистов творческих коллективов способствует **ВЫСОКОМУ КАЧЕСТВУ** решения технических задач. **ПОЛНЫЙ ХОЗРАСЧЕТ** определяет **ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ** специалистов в **СКОРЕЙШЕМ И НЕФОРМАЛЬНОМ** выполнении заданий. Сроки разработок, выполняемых временными творческими коллективами, сокращаются в 3...4 раза.

Сегодня Центр выполняет договора на миллион рублей. За несколько месяцев текущего года Центр выполнил работы на 200 тыс. р., доказав свою **НАДЕЖНОСТЬ ДЕЛОВОГО ПАРТНЕРА**.

По вопросам заключения договоров и за дополнительной информацией предлагаем обращаться в Центр НТТМ «Инженер»: 129110, Москва, проспект Мира, 39. Т е л е ф о н ы: 280-02-90, 280-64-13.



☎ 280·02·90

**129 110, МОСКВА, проспект Мира, 39
ЦЕНТР НТТМ «ИНЖЕНЕР»**