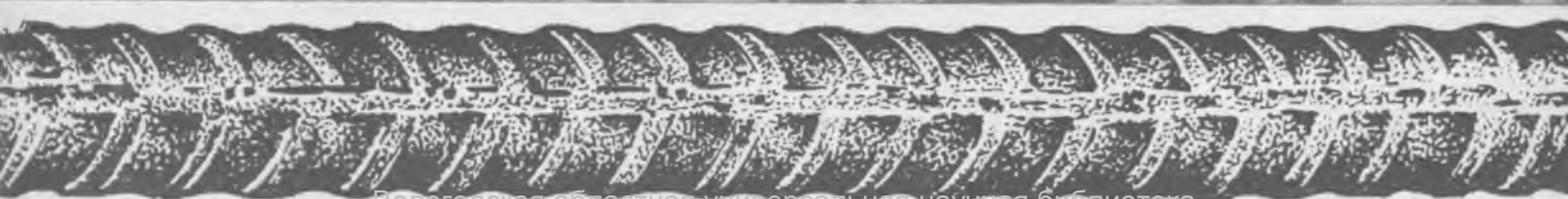
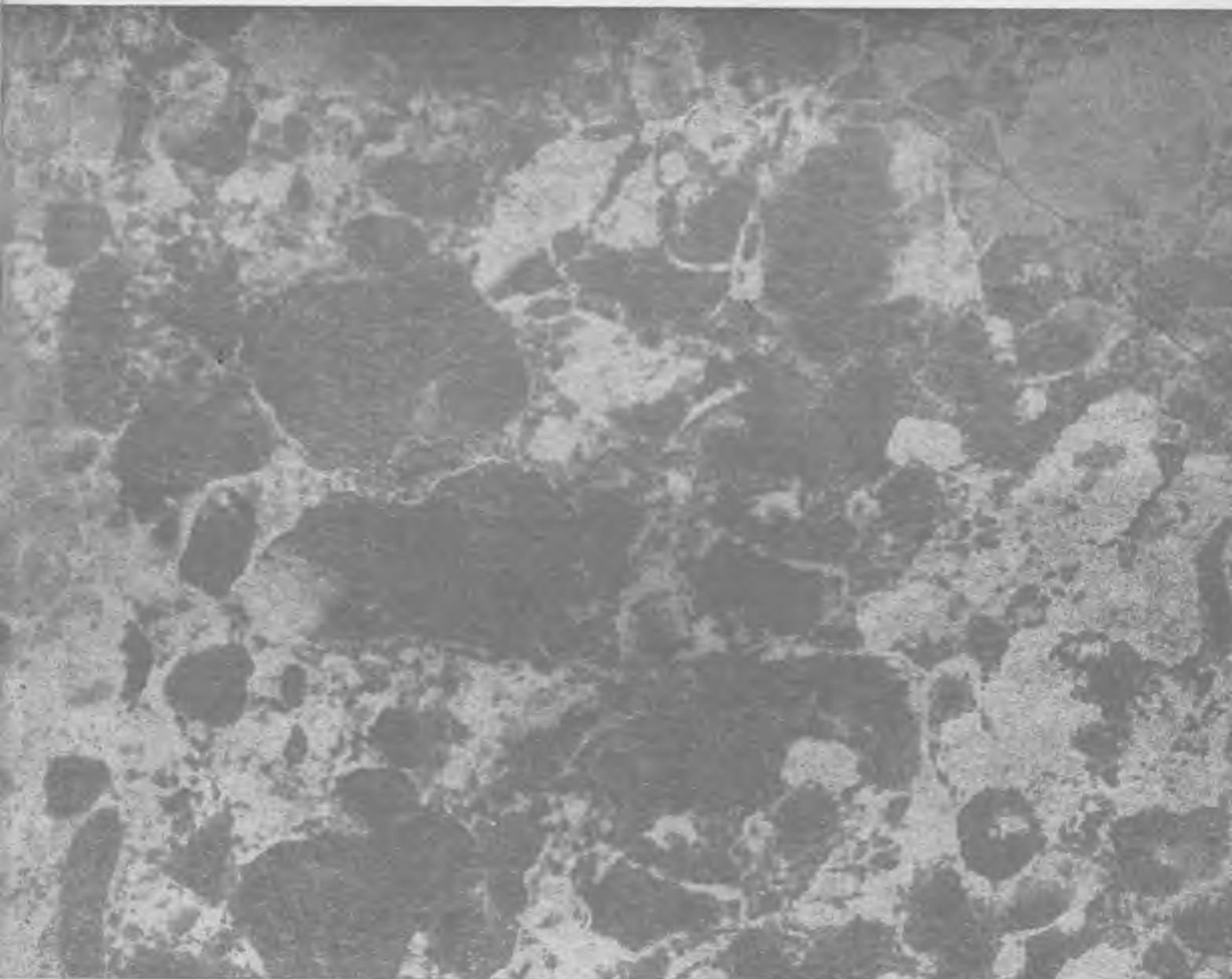


# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

8

1985



На ВДНХ СССР

## Новое в технологии производства сборных изделий

В павильоне «Строительство» ВДНХ СССР на Фрунзенской набережной представлены экспонаты по изготовлению панелей внутренних стен для домов единого каталога по литьевой технологии с последующей шлифовкой и шпаклевочной поверхностью изделий.

Панели внутренних стен выпускают по литьевой технологии на конвейере комбината железобетонных конструкций № 2 в Москве. Конвейер представляет собой наклонно-замкнутую линию, состоящую из формовочной ветви с набором оборудования для выполнения технологических операций и двух щелевых камер термообработки непрерывного действия, расположенных параллельно формовочной ветви ниже уровня пола цеха. Длина конвейера 84 м. Транспортная система включает в себя два подъемника-снижателя, подвесной толкатель, толкатель формовочной ветви и 30 поддонов-вагонеток.

Все технологические операции на конвейере осуществляются на 29 постах, из которых 9 расположены на формовочной ветви конвейера, а остальные — в двухщелевых камерах термообработки. Формовочная ветвь конвейера состоит из постов: подготовительных, формовочного, отделки и выдержки изделий перед их установкой в камеры термообработки.

Все операции по распалубке изделий, чистке и смазке форм, укладке арматуры выполняются на этом конвейере так же, как на других подобных конвейерах.

Для изделий, формируемых из высокоподвижных бетонных смесей, объемные арматурные каркасы несколько занижены по высоте, что предотвращает всплывание арматуры.

Приготовление высокоподвижной смеси, ее транспортирование к посту формирования и укладка в форму производятся на существующем оборудовании с использованием бетоноукладчика, снабженного ленточным питателем, и резонансной виброплощадки.

Использование высокоподвижной бетонной смеси позволяет сократить продолжительность вибрации при формировании изделий с 3—4 мин до 30 с. Значительно снижается уровень шума, улучшаются условия труда.

Перед тепловой обработкой производится отделка верхней поверхности изделий с помощью заглаживающего вала (за 4—6 проходов). При отделке панелей, формируемых из малоподвижных смесей, использовались присыпка полусухой цементно-песчаной смеси проливкой жидким стеклом и обработка поверхности заглаживающим валом и затирочным диском.

Термообработку изделий производят в течение 9,3 ч по следующему режиму (2+6,3+1) ч: подъем температуры до 80°C, изотермическая выдержка при 80°C, охлаждение до 60°C.

После тепловой обработки и распалубки изделие поступает на участок механизированной доводки панелей до полной заводской готовности. Шлифовальный станок СМР-013, оборудованный шпателями, выполняет функцию шлифовочно-шпаклевочного агрегата. Предварительно поверхность изделия смачивается ВДП 20%-ной концентрации, и за 1—2 прохода рабочий орган агрегата выравнивает поверхность. Отходы шлифования, связанные ВДП, образуют быстрохватывающийся шпаклевочный раствор, который равномерно распределяется шпаклевочной рейкой, следующей за шлифовальным диском, и втирается в поры и раковины поверхности изделия. Резиновые или металлические шпатели закреплены на рейке в 2 ряда. Все эти операции контролирует один рабочий с дистанционного пульта управления. Использование для шпаклевки отходов шлифования позволяет отказаться от специального поста для приготовления шпаклевочного раствора.

Механизированная отделка панелей внутренних стен длится 10—15 мин. При изготовлении таких же панелей с обра-

боткой их поверхности валом и диском каждое изделие после распалубки требовало исправления дефектов и шпаклевки, что выполняли двое рабочих 4-го разр. в течение 10—25 мин.

При внедрении новой технологии формирования изделий из литьевых смесей и механизированной отделки их поверхности достигается стабильное качество. Улучшились условия труда, ликвидированы ручные операции. Годовой экономический эффект составляет 18,8 тыс. р.

На том же комбинате железобетонных конструкций № 2 в Москве внедрена отделка потолочной поверхности лестничных маршей. Она производится на посту отделки агрегатно-поточной линии до тепловой обработки изделий. Отформованное изделие обрабатывается диском, а затем с помощью пневматического распылителя на лицевую его поверхность наносится разделительный слой. Для этого используется белая силикатная краска либо состав, состоящий из натриевого жидкого стекла (ГОСТ 13073—67) и мела (ГОСТ 12085—73).

Для приготовления силикатной краски жидкое стекло разбавляют до плотности  $\rho = 1,12...1,16 \text{ г/см}^3$  (жидкое стекло разбавляют водой в соотношении 1:1, а натриевое — соответственно 1:3). В емкость загружают 4 вес. ч. разбавленного жидкого стекла и 3 вес. ч. сухой массы, тщательно перемешивают в течение 10 мин, процеживают полученную массу через сито с размером ячеек 0,6...1,25 мм (загрузка по объему 41:3).

Перед употреблением окрасочный состав перемешивают в течение 1...2 мин.

Краска готовится из расчета на 4-сменную работу. На время хранения краски в емкости необходимо предусмотреть ее барботирование с помощью сжатого воздуха для обеспечения равномерности состава по объему.

При отсутствии силикатной краски допускается использование смеси жидкого стекла (плотностью 1,12...1,14 г/см<sup>3</sup>) с мелом: на 4 вес. ч. стекла 3,5 вес. ч. мела.

Распыление осуществляется равномерно по всей площади изделия при расходе краски 160—200 г/м<sup>2</sup> в зависимости от пластичности бетонной смеси. После этого на поверхность изделия равномерно укладывается нетканое полотно и тщательно разглаживается. Наличие складок не допускается. Прикатка полотна выполняется поролоновым или резиновым валиком (за 1—2 прохода). Используется полотно прокладочное плотностью 50 г/м<sup>2</sup> по ГОСТ 25441—82, шириной 90 см, розничная цена — 40 коп. за 1 пог. м.

После тепловой обработки полотно снимается и используется вторично.

Полученная ровная поверхность маршей отличается красивым внешним видом.

Внедрение данной технологии позволило получить эффект в сумме 2000 р. в год, устранить доводку потолочных поверхностей изделий непосредственно на строительных объектах, исключить шпаклевку лестничных маршей после тепловой обработки, значительно улучшить их качество.

Автоматизированная линия по производству накрывных блоков из песчаного бетона разработана НИЛ ФХММ и ТП и изготовлена на ее экспериментальной базе. Линия состоит из универсального вибропресса ВИП-13, манипулятора-перекладчика свежотформованных изделий, контейнера, камеры термовлажной обработки непрерывного действия и распалубщика.

Одновременно на прессе формируется 8 изделий общей длиной 4 пог. м. Цикл формирования — 1 мин.

На линии изготавливают изделия сложного геометрического очертания с высотой вибропрессования до 500 мм.

Технологическую линию обслуживает 1 человек в смену. Производительность линии — 50 пог. км.

Накрывные блоки марки ВНБп 24×22 имеют габариты 500×220×240 мм, толщина их 100 мм. Марка бетона М400, морозостойкость 200 циклов.

Накрывные блоки применяют для ремонта бортовой полосы. Их использование полностью исключает демонтаж вышедших из строя бортовых камней и установку новых. Конфигурация накрывных блоков позволяет укладывать их поверх требующей ремонта бортовой полосы.

Стоимость ремонтных работ при применении накрывных блоков снижается на 75—80% пог. м.

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

## Содержание

### Навстречу XXVII съезду КПСС

|  |    |
|--|----|
| Повысить эффективность индустриальной базы строительства   | 2  |
| <i>Демянюк П. А.</i> Техническое перевооружение промышленности сборного железобетона   | 3  |
| <i>Рудерман Л. Г.</i> Резервы интенсификации крупнопанельного домостроения   | 5  |
| <i>Будилович А. А., Коваль Л. П.</i> Трудозатраты на основные виды массового жилищного строительства   | 6  |
| <i>Остринский Ю. С., Баяхметов Т. Б.</i> О направлениях индустриализации домостроения в малых городах Казахстана   | 8  |
| <i>Стронгин Н. С., Спивак Н. Я., Сурманидзе Е. М., Важникова Е. Н., Косарева О. Я.</i> Эффективность комплексного применения легких бетонов в крупнопанельных зданиях повышенной этажности | 10 |
| <i>Уюсов А. Д., Скриптунов Р. Л.</i> Пути снижения трудоемкости крупнопанельного домостроения  | 14 |
| <i>Шакиров Р. Б.</i> Эффективность применения бетонов на основе металлургических шлаков  | 16 |
| <i>Колтынюк Б. А.</i> Планирование загрузки предприятий полносборного домостроения   | 17 |
| <i>Арутюнов К. Э., Рудерман Л. Г.</i> Упорядочение пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию заводов сборного железобетона   | 19 |
| <i>Петросян А. А., Ким Э. Р.</i> Совершенствование организации производства арматурных сеток и каркасов  | 20 |
| <i>Цуранов Н. М.</i> Расчет оптимального варианта выпуска продукции на заводах КПД   | 22 |
| <i>Карпунин В. Т.</i> Анализ и оценка организационно-технического уровня заводского производства   | 23 |
| <i>Малик Г. В., Хоменко Н. М.</i> Эффективное использование оборотных средств в производственных запасах на заводах сборного железобетона  | 25 |
| <i>Клюкович Э. А.</i> Экономическое стимулирование производства эффективных конструкций  | 27 |

### Экономия ресурсов

|  |    |
|--|----|
| <i>Негинский Е. М.</i> На сэкономленных материалах | 29 |
|--|----|

### Бетоны

|  |    |
|--|----|
| <i>Шпынова Л. Г., Иваськевич И. А.</i> Бактерицидный бетон             | 29 |
| <i>Сизов В. П.</i> О ненужном усложнении метода расчета состава бетона | 31 |

### Заводское производство

|  |    |
|--|----|
| <i>Айрапетов Г. А., Харченко И. Я., Несветаев Г. В.</i> Прогрев легкобетонных конструкций с эффективно направленным влагоудалением | 32 |
|--|----|

### В помощь заводским лабораториям

|   |    |
|---|----|
| <i>Булгаков Э. Х.</i> Электрохимический способ определения удельного сопротивления бетона | 33 |
|---|----|

### В помощь проектировщику

|  |    |
|--|----|
| <i>Иссерс Ф. А., Вершинина Н. И.</i> Трещиностойкость стен сборных круглых силосов | 35 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Кукунаев В. С.</i> Учет сил распора в железобетонных плитах, работающих в стадиях с трещинами | 37 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Бурлаченко П. И.</i> Эпюра площадей арматуры | 38 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Осипов В. К., Маилян Д. Р.</i> Расчет трехслойных несущих стеновых панелей с преднатяженной арматурой | 39 |
|--|----|

### Теория

|   |    |
|---|----|
| <i>Пак А. П.</i> Исследование трещиностойкости бетона с позиций механики разрушения | 41 |
|---|----|

### Стандарты и нормативные документы

|   |    |
|---|----|
| <i>Савин В. И., Дробященко И. М., Степанова В. Ф.</i> Новый стандарт на арболит и изделия из него | 43 |
|---|----|

### Зарубежный опыт

|   |    |
|---|----|
| <i>Коллинс М. П., Ленкеи П.</i> Расчет балок на действие поперечных сил по новым Канадским нормам | 45 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Климанова А. Ф., Ариевич Э. М.</i> О производстве деталей смотровых колодцев | 46 |
|---|----|

8

[365]  
август 1985



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ  
МОСКВА

© Стройиздат, 1985

## Повысить эффективность индустриальной базы строительства

Решение апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС о созыве очередного XXVII съезда КПСС знаменует собой новый исторический этап в развитии нашего социалистического общества.

Велики успехи, достигнутые страной во всех областях общественной жизни. СССР располагает ныне мощной, развитой экономикой, во многих отраслях производства, науки, техники занимает ведущие позиции в мире.

Вместе с тем Пленум сосредоточил внимание на недостатках и нерешенных вопросах, предопределяемых характером переживаемого периода, масштабом и новизной встающих перед обществом задач. Главный вопрос, как отмечалось на Пленуме, состоит сейчас в том, чтобы определить, как и за счет чего страна сможет добиться ускорения экономического развития. Задача повышения темпов роста, притом существенного, вполне выполнима, если в центре всей нашей работы поставить интенсификацию экономики и ускорение научно-технического прогресса, перестроить управление и планирование, структурную и инвестиционную политику, повсеместно повысить организованность и дисциплину, коренным образом улучшить стиль деятельности.

Капитальное строительство занимает важное место в решении задач развития производительных сил, создания экономического потенциала страны, обеспечения неуклонного подъема жизни народа. Формируя совместно с машиностроением основные фонды и производственные мощности всех отраслей, строительство играет центральную роль в совершенствовании народнохозяйственных пропорций, повышении уровня развития регионов страны; оно опосредует внедрение достижений науки и техники в народное хозяйство, в значительной степени определяя темпы его модернизации и технического обновления.

По мере расширения производства и преобразования социально-экономической структуры общества систематически возрастают требования, предъявляемые к строительству, к его способности на современном техническом уровне

эффективно выполнять крупные комплексные программы развития производительных сил. Строительство должно с достаточной гибкостью реагировать на запросы, объективно возникающие под влиянием фундаментальных открытий и изобретений, создания новых технологических способов производства, рационального освоения природных ресурсов и охраны окружающей среды, улучшения социальных условий и ряда других, в том числе и внеэкономических факторов.

Совершенствование капитального строительства, выявление и использование резервов этой важной инвестиционной отрасли — необходимые условия существенного повышения эффективности и интенсификации общественного производства, быстрой реализации достижений научно-технической революции на основе органического соединения с преимуществами социалистической системы хозяйства.

Принятые ЦК КПСС и Советом Министров СССР постановления по совершенствованию организации планирования, проектирования и интенсификации строительства определяют пути повышения эффективности капитального строительства и являются боевой программой действий всей многомиллионной армии работников строительной индустрии и промышленности строительных конструкций и материалов по обеспечению существенного сокращения продолжительности строительства, повышению его качества и снижению сметной стоимости.

В решении этих задач важнейшая роль принадлежит промышленности сборного железобетона и бетона, являющейся одной из основных отраслей индустриальной базы строительства.

Совершенствование железобетонных и бетонных конструкций должно идти по линии повышения их качества, снижения материалоемкости, трудоемкости и энергоемкости. Основными направлениями научно-технического прогресса при этом являются: дальнейшее повышение степени заводской готовности изделий; укрупнение монтажных элементов несущих

и ограждающих конструкций, их унификация; переход на выпуск конструкций с эффективными сечениями и пустотами, в том числе с использованием высокопрочных бетонов и арматурных сталей; расширение производства тонкостенных пространственных конструкций; более широкое использование монолитного бетона в строительстве зданий и сооружений на основе передовой технологии его изготовления, транспортировки и укладки.

Дальнейшее развитие промышленности сборного железобетона может быть достигнуто только на основе интенсификации и повышения экономической эффективности производства. Главной задачей при этом является повышение уровня использования имеющихся мощностей. Каждый процент повышения коэффициента использования мощности может обеспечить дополнительный ежегодный выпуск 1,5 млн. м<sup>3</sup> конструкций и изделий. При этом за счет мобилизации резервов производства должно быть обеспечено значительное улучшение экономических показателей деятельности предприятий.

Генеральным направлением интенсификации производства сборного железобетона должны явиться техническое перевооружение, реконструкция и расширение действующих предприятий.

Вместе с тем, как показывает опыт, в этом деле имеются серьезные недостатки, которые в значительной степени сдерживают темпы и эффект интенсификации. К их числу, в первую очередь, относятся: низкое качество проектно-технической документации; нарушение нормативных сроков продолжительности проведения реконструкционных работ; медленное внедрение новых технологий, оборудования, прогрессивных методов организации производства и труда, современных форм управления и хозяйствования; отсутствие технологической подготовки производства и рациональной организации пусконаладочных работ.

Существенные недостатки имеют место также в централизованном обеспечении предприятий оборудованием,

бортоснастной, ремонтными агрегатами, деталями и запчастями. Быстрейшее устранение этих недостатков позволит ускорить развитие промышленности сборного железобетона и повысить ее качественный уровень.

В настоящем номере журнала по-

мещена подборка статей, посвященных отдельным вопросам повышения эффективности производства и применения бетона и сборного железобетона в строительстве.

Редакция просит работников отрасли прислать свои отклики на поднятые

вопросы, а также осветить другие актуальные проблемы интенсификации отрасли, повышения эффективности и качества, обеспечивающие решение задач, поставленных апрельским (1985 г.) Пленумом ЦК КПСС в преддверии XXVII съезда КПСС.

УДК 691.327:658.011.8

П. А. ДЕМЯНЮК, нач. подотдела организации производства новых конструкций Госстроя СССР

## Техническое перевооружение промышленности сборного железобетона

В результате осуществления решений партии и правительства промышленность сборного железобетона выросла в крупную подотрасль народного хозяйства. Она располагает сейчас мощностями по выпуску 150 млн. м<sup>3</sup> конструкций и изделий, ее основные производственные фонды составляют около 11 млрд. р. В производстве сборного железобетона ежегодно потребляется около 50 млн. т цемента, 8 млн. т металла, 12 млн. т условного топлива, занято около 1 млн. человек.

На заводах по производству сборных железобетонных конструкций и крупнопанельного домостроения эксплуатируется более 3 млн. т технологического оборудования и форм, в том числе 5700 кассетных установок, 10 тыс. агрегатно-поточных линий, 8 тыс. стендовых установок, 611 конвейерных линий, 80 прокатных станов, около 50 тыс. пропарочных камер (в их числе 825 автоматизированных и полуавтоматизированных и 400 тоннельных) и т. д.

В последние годы значительно возросли объемы производства и применения в строительстве эффективных предварительно напряженных конструкций, конструкций и изделий из легких и ячеистых, а также высокопрочных бетонов.

Начаты выпуск и применение сборных железобетонных колонн на 3..4 этажа, крупноразмерных плит покрытий «на пролет» размерами 3×12, 3×18, 3×24 м, укрупненных панелей стен, перегородок, изделий из песчаного бетона, центрифугированных колонн кольцевого сечения, напорных и безнапорных железобетонных труб.

Для многоэтажных производственных зданий разработаны конструкции рамных каркасов с укрупненной сеткой колонн 12×6 м, позволяющей повысить степень использования производствен-

ной площади и снизить трудоемкость монтажа.

Начато применение крупнопанельных бескаркасных конструкций при возведении общественных зданий, а также вспомогательных зданий промышленных предприятий.

Разработаны конструкции серии 1.020 универсального применения, обеспечивающие сокращение трудозатрат до 15% и экономию металла до 20%.

В жилищно-гражданском строительстве расширяется использование объемно-пространственных конструкций — санитарно-технических кабин, лифтовых шахт и мусопроводов, лоджий, балконов и других элементов зданий.

В области создания нового оборудования и прогрессивной технологии разработаны и внедрены в производство автоматизированные закрытые склады заполнителей и вяжущих, автоматизированные линии для приготовления бетонных смесей, изготовления арматурных изделий и закладных деталей, высокомеханизированные двух- и трехъярусные конвейерные линии для изготовления плоских и линейных железобетонных конструкций, кассетно-конвейерные линии для вертикального формирования конструкций и изделий для жилищно-гражданского строительства, автоматизированные конвейерные линии по изготовлению морозостойких изделий из песчаного бетона, высокоэффективное низкочастотное оборудование, автоматизированные системы и эффективные камеры тепловой обработки сборных железобетонных конструкций и изделий.

В Полевском (Свердловской обл.), Минске и Уфе построены заводы стендового беспалубочного формирования изделий, которые позволяют использовать эффективные методы армирования (арматурные канаты с натяжением,

гидродомкратами), тепловой обработки (масляный прогрев), добиться высокого качества и обеспечить изготовление изделий пролетом до 12—15 м. Такими методами формования можно изготавливать плиты перекрытий и стеновые панели, при этом расход металла сокращается на 30%, трудозатраты снижаются в 1,5 раза, в корне меняются условия труда работающих.

Внедренная на Калининском ДСК Минстроя СССР кассетно-конвейерная линия для вертикального формирования панелей перекрытий и внутренних стен позволяет по сравнению с кассетно-стендовым производством снизить металлоемкость оборудования на 30%, сократить производственные площади в 1,5 раза, уменьшить трудозатраты на 30%. Такие линии внедряются на предприятиях Минтяжстроя СССР, Минпромстроя СССР, Минвостокстроя.

Получили широкое распространение штампованные и штамповарные закладные детали — все действующие серии крупнопанельных жилых домов переработаны с учетом их применения. Осуществление этого мероприятия в масштабах страны позволит экономить не менее 50 тыс. т металлопроката в год.

Разработана и внедряется технология и оборудование для непрерывного армирования плитных конструкций (панели перекрытий, дорожные и аэродромные плиты и др.), что позволит полностью автоматизировать процесс армирования, применять самые эффективные виды сталей (арматурные канаты и высокопрочную проволоку).

Большим достижением нашей науки является создание и внедрение суперпластификаторов. Их применение позволит в большинстве случаев перейти на использование подвижных и весьма подвижных смесей и сократить вибрационное воздействие при формировании изделий, обеспечить выпуск высокопрочных железобетонных конструкций (бетон марок М500, М600, М700) на цементах марок 500, повысить технические характеристики бетона — водонепроницаемость, морозостойкость. В среднем суперпластификаторы повышают производительность труда бетонщиков в 2..4 раза, сок-

рашают расход цемента не менее чем на 10% и расход электроэнергии — на 1/3, уменьшают металлоемкость оборудования и формооснастки.

Применение суперпластификаторов — главное направление в совершенствовании технологии изготовления сборных железобетонных конструкций в обозримой перспективе. Для этих целей разработана и осуществляется программа развития в двенадцатой пятилетке мощностей по выпуску суперпластификатора С-3 в объемах, обеспечивающих в основном потребность промышленности сборного железобетона. Применяются другие виды эффективных пластифицирующих добавок.

Получили дальнейшее развитие такие способы тепловой обработки сборных железобетонных конструкций, как индукционный, в среде продуктов сгорания природного газа, с применением малонапорных камер, масляный прогрев, использование солнечной энергии и другие.

Как показывает передовой опыт применения эффективных методов тепловой обработки сборных железобетонных конструкций на заводе ЖБИ № 4 ПО «Баррикада» в Ленинграде, расход тепловой энергии может быть снижен до 25—30%. Аналогичных результатов добились многие предприятия Главмоспромстройматериалов Мосгорисполкома.

В январе 1984 г. в Ленинграде в производственном объединении «Баррикада» был проведен Всесоюзный научно-практический семинар по экономии теплоэнергетических ресурсов при производстве сборного железобетона. По рекомендациям этого семинара все строительные министерства и ведомства провели коллегии, разработали и реализуют мероприятия по упорядочению нормирования и расхода тепла при термообработке сборного железобетона.

По заданию Госстроя СССР в 1984 г. ВНПО «Союзжелезобетон» Минстройматериалов СССР, являющееся головным в стране по заводской технологии сборного железобетона, разработало общесоюзный каталог «Технологические процессы и оборудование, рекомендуемые при техническом перевооружении предприятий сборного железобетона» (выпуск 2). Каталог предназначен для инженерно-технических работников предприятий сборного железобетона, проектно-конструкторских и других организаций, занимающихся вопросами реконструкции и технического перевооружения производства. При его составлении использованы отраслевые каталоги Минстройдормаша, Минсельстроя СССР, Минпромстроя СССР, Минстроя СССР, а также материалы, представленные

отдельными организациями-разработчиками.

В отличие от отраслевых каталогов, предназначенных прежде всего для предприятий соответствующих министерств и ведомств, настоящий каталог адресуется всей промышленности сборного железобетона. Он содержит данные о новых технологических линиях, установках, оборудовании, процессах, приборах, применении которых позволяет улучшить качество изделий, сократить трудоемкость, металлоемкость.

В каталог включены сведения о разработанных различными организациями и получивших промышленное или опытно-промышленное внедрение новых технологических линий по производству эффективных железобетонных конструкций, новых технологических процессах, установках, оборудовании для приготовления бетонных смесей, арматурных работ, армирования и формования изделий, энергосберегающих методах их тепловой обработки, контроля качества и повышения заводской готовности конструкций.

Министерствам, научно-исследовательским и проектно-конструкторским организациям необходимо направить ВНПО «Союзжелезобетон» имеющиеся разработки по совершенствованию технологии производства сборных железобетонных конструкций для учета их в третьем выпуске общесоюзного каталога.

Для ускорения перехода на производство и применение в строительстве высокоэффективных сборных железобетонных конструкций и прогрессивных технологий Госстрой СССР в постановлении от 29 октября 1983 г. № 265 «Об усилении работы по массовому внедрению высокоэффективных сборных железобетонных конструкций и прогрессивных технологий их изготовления» предусмотрел ряд конкретных мер. В соответствии с этим постановлением в министерствах разработаны и по согласованию с Госстроем СССР утверждены мероприятия по снятию с производства устаревших и организации выпуска эффективных сборных железобетонных конструкций.

Проведенные Госстроем СССР проверки ряда предприятий Минпромстроя СССР, Минтяжстроя СССР и Минстроя СССР показали, что в связи с выпуском устаревших конструкций ежегодные потери составляют до 10% арматурной стали и цемента. Если эти потери распространить на весь объем выпускаемых устаревших конструкций, то народное хозяйство ежегодно теряет около 700 тыс. т цемента и около 200 тыс. т металлопроката. Кроме того,

было установлено, что в результате низкой заводской готовности выпускаемых конструкций и изделий трудозатраты на их доделку на строительных площадках возросли до 8%.

Госстрой СССР также принял постановление № 71 от 15 апреля 1983 г. «О расширении применения в строительстве эффективных сборных железобетонных конструкций», в котором установлены сроки снятия с производства устаревших и организации выпуска более эффективных конструкций. При продолжении выпуска устаревших конструкций после установленного срока оптовая цена их будет снижаться на 30%.

Разработаны и утверждены мероприятия, предусматривающие внедрение в ближайшие годы новых прогрессивных технологий и оборудования. В их числе автоматизированные склады цемента, закрытые автоматизированные склады заполнителей, линии приема, приготовления и подачи химических добавок, автоматизированные бетоносмесительные цехи, технологические линии и оборудование для арматурно-сварочных работ, модернизированные виброплощадки, модернизированные бетоноукладчики, конвейерные и полуконвейерные линии, линии и посты отделки изделий, оснащенные затирочными механизмами, кассетно-конвейерные линии для изготовления панелей внутренних стен и перекрытий, линии для вибропрессования дорожных изделий, бортового камня, тротуарной плитки и элементов мощения из песчаного бетона и другие линии и оборудование.

Предусматривается также реконструкция и автоматизация большого числа ямных пропарочных камер, расширение применения энергосберегающих технологий тепловой обработки сборных железобетонных конструкций (малонапорные камеры, индукционный прогрев, использование солнечной энергии, прогрев в среде сгорания продуктов природного газа).

По мере внедрения разработанных мероприятий суммарная годовая экономия цемента может достигнуть 2 млн. т, металла — 500 тыс. т, тепловой энергии — более 2 млн. т условного топлива, трудозатрат — 40 тыс. чел.-ч в год.

Министерствам и ведомствам СССР, руководителям предприятий по производству сборного железобетона необходимо принять меры по их техническому перевооружению, снятию с производства устаревших и организации выпуска эффективных сборных железобетонных конструкций и изделий и внедрению прогрессивных технологических процессов и оборудования.

## Резервы интенсификации крупнопанельного домостроения

Проблемы интенсификации в крупнопанельном домостроении стоят особенно остро в сфере заводского производства сборных деталей и конструкций. Выполнение планов строительно-монтажных работ, своевременный ввод жилья, повышение его качества за счет совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений и улучшения эксплуатационных характеристик в значительной степени зависят от состояния материально-технической базы. Деятельность предприятия определяет также снижение материалоемкости и энергоемкости крупнопанельного домостроения, уровень сборности и укрупнения конструкций, совершенствование форм и методов организации и технологии строительно-монтажных работ, материально-техническое снабжение и, в конечном счете, экономическую эффективность строительства в целом.

В заводском производстве крупнопанельных конструкций и деталей имеются значительные резервы. Достаточно отметить, что на начало 1984 г. производственная мощность базы составляла 59,5 млн. м<sup>2</sup> общей площади (516 ДСК, ССК, заводов и цехов КПД), уровень ее использования в среднем 79%.

Научно-технический прогресс и интенсификация производства охватывают все области технической, организационно-хозяйственной и экономической деятельности предприятий крупнопанельного домостроения. В системе интенсифицирующих факторов воспроизводства основных производственных фондов и повышения эффективности главную роль играют реконструкция, техническое перевооружение и расширение действующих предприятий, особенно при переводе их на новые серии типовых проектов крупнопанельных зданий.

Интенсификация предполагает экономии времени на всех стадиях общественного производства — проектировании, строительстве (реконструкции), освоении запроектированной мощности. Опыт показывает, что если первый и второй этапы общего инвестиционного процесса воспроизводства фондов более или менее выдерживаются, то на третьем возни-

кают серьезные трудности, в результате которых полное освоение запроектированных мощностей затягивается на долгие годы.

По действующим нормам сроки освоения мощностей новых предприятий составляют 12—15 мес, реконструируемых и расширяемых — на 40—50% ниже. Практически же продолжительность освоения мощностей после реконструкции, технического перевооружения и расширения предприятий значительно выше. Так, Костромской ДСК, начавший в 1973 г. перевод на 121-ю серию, освоил ее только к 1983 г. ДСК в г. Кирове, начав реконструкцию в 1977 г., к 1983 г. освоил мощности только на 54% (серия 121). Смоленский ДСК, переходящий на серию 90 с 1973 г., освоил к 1983 г. мощности на 50%. Аналогичное положение на ДСК в Пскове, где освоение серии 121, начавшееся в 1976 г., составляет к настоящему времени 56%. Список подобных примеров можно продолжать.

Анализ показывает, что причинами медленного освоения запроектированных мощностей являются неудовлетворительное качество и просчеты в проектах реконструкции, технологического перевооружения и расширения предприятий, отсутствие своевременного финансирования в планах подрядных организаций, их неритмичная работа и срывы графиков выполнения строительно-монтажных работ.

Главная причина заключается в сложности приобретения машин и оборудования из централизованных фондов или размещении заказов на их изготовление на машиностроительных предприятиях. Сюда же относятся несвоевременные поставки машин и оборудования и зачастую их исключительно высокая стоимость и неудовлетворительное качество.

Одним из наиболее существенных резервов интенсификации и повышения эффективности домостроительного производства является централизованное и своевременное обеспечение реконструируемых предприятий машинами и оборудованием в необходимом ассортименте и с гарантированными техническими

параметрами, а также запасными и сменными деталями и узлами. Практика, при которой реализованной продукцией машиностроения считается отгрузка оборудования по нарядам и договорам «россыпью», приводит к некомплектным поставкам, в результате чего у предприятий возникают дополнительные серьезные трудности по «выбиванию» недостающих механизмов или самостоятельному кустарному их изготовлению. Нужно вводить такой порядок, чтобы для предприятий крупнопанельного домостроения продавались не машины и оборудование, а технология. Это предполагает не только комплектные поставки, но и шефский монтаж, отладку, пусковые работы и освоение проектной мощности с представителями заказчика за соответствующую материальную компенсацию.

Серьезной проблемой эффективного использования действующего на предприятиях оборудования является организация его ремонта. Систематический рост механизации производства, постоянно увеличивающаяся сложность эксплуатации машин и оборудования немислимы без квалифицированной ремонтной службы. Анализ показывает, что ремонтно-механические цехи заняты в основном не столько ремонтами, сколько изготовлением индивидуальных форм, бортовой оснастки, запасных узлов и деталей, инструмента и т. п. В результате непроизводительно отвлекаются трудовые ресурсы, растут производственные площади и парк станочного оборудования, что отражается на интенсификации и эффективности производства. Например, в 1982 г. на Запорожском ДСК (промбаза № 2) из общей численности рабочих 540 чел. ремонтно-механический цех обслуживали 31%; на Ленинадском ДСК — соответственно 311 и 78 (25%); Псковском ДСК — 513 и 104 (20%) и т. п. Сложность этой проблемы заключается не только в том, что сегодня на ее решение отвлекаются большие трудовые и материальные ресурсы, а в том, что этот процесс имеет тенденцию к росту, что со всей остротой ставит задачу изыскания эф-

фективных противодействующих мероприятий. Одним из них следует считать организацию централизованного проведения ремонтов с созданием соответствующих внутриведомственных или межведомственных ремонтно-механических служб по региональным признакам. Такой опыт сегодня имеется и продолжает быстро распространяться в машиностроении.

Не менее важным является активная по мере физического и морального износа замена старой техники новой.

Современная мировая практика показывает высокие темпы заменяемого оборудования, в ведущих промышленно развитых странах по отдельным отраслям они достигают 6—8% в год. В крупнопанельном домостроении на подавляющем большинстве предприятий до сего времени находится оборудование поставок 1959—1964 гг., а коэффициент его замены не превышает 1—1,5% в год.

Большую сложность для предприятий крупнопанельного домостроения представляет укомплектование их нестандартным и специальным обо-

рудованием, в котором, как правило, материализуются достижения передовой технической мысли, впоследствии превращающиеся в основу более совершенного технического уровня производства отрасли в целом. Минстройдормаш СССР такое оборудование не изготавливает. Поэтому действующие и вновь строящиеся предприятия в лучшем случае размещают заказы на изготовление подобного оборудования на местных машиностроительных заводах или, как правило, сами изготавливают его кустарно. Так, в изготовлении комплектов оборудования для двух ленточно-конвейерных линий Парнасского ДСК Ленинграда участвовало 40 различных заводов города. Для строящегося завода КПД в г. Горьком заказы на изготовление оборудования размещены на 35 заводах города и области. И даже тогда, когда техническое оборудование изготавливают высокопрофессиональные машиностроительные заводы, оно, как правило, получается более массивным и обходится предприятиям крупнопанельного домостроения в несколько раз дороже обычного. Так, для упомя-

нутого выше ДСК в Ленинграде масса оборудования оказалась завышенной почти на 2 тыс. т при его стоимости более 2 тыс. р. за 1 т.

Приведенные примеры лишь раз подтверждают, что такой путь решения проблемы изготовления нестандартного и специального оборудования нельзя признать приемлемым. Наиболее радикальным следует считать необходимость создания нескольких специализированных заводов, ориентированных только на выпуск подобного оборудования по заказам предприятий крупнопанельного домостроения. Для создания материальной заинтересованности таким заводам нужны поощрительные меры, стимулирующие их деятельность: повышение по сравнению с действующими преysкурантами отпускных цен на нестандартную и малосерийную продукцию, дифференцированные приплаты за мелкотоннажное оборудование и др.

Решение затронутых вопросов будет способствовать мобилизации резервов интенсификации в крупнопанельном домостроении.

УДК 728:69.003.123

А. А. БУДИЛОВИЧ, канд. экон. наук (ЦНИИЭП жилища);  
Л. П. КОВАЛЬ, инж. (Ивановский инженерно-строительный ин-т)

## Трудозатраты на основные виды массового жилищного строительства

Дефицит трудовых ресурсов предопределяет необходимость усиления внимания к показателям трудозатрат на производство продукции всех отраслей народного хозяйства, в том числе и строительства. В жилищном строительстве одним из важнейших мероприятий, обеспечивающих эффективное использование трудовых ресурсов, являются оценка и выбор рациональных строительных систем. При этом под строительной системой, согласно Единой терминологии в строительстве и промышленности строительных материалов стран — членов СЭВ, понимается сочетание конструктивной системы и метода возведения здания.

Для оценки проектных решений используют систему стоимостных и натуральных показателей. Однако порядок определения этих показателей неодинаков. Если при установлении стоимостных показателей соблюдается

народнохозяйственный подход, то при нахождении показателей трудозатрат учитывается лишь труд, затрачиваемый рабочими на стройплощадке, а также труд работников предприятий по изготовлению сборных железобетонных изделий, что составляет менее половины всех затрат, необходимых для производства продукции жилищного строительства. По мере роста индустриализации строительства трудозатраты на стройплощадке постоянно сокращаются. Одновременно увеличиваются (хотя и в меньшей мере) затраты овеществленного труда. Поэтому при сравнительной оценке разных видов домостроения, которые характеризуются различным соотношением затрат живого и овеществленного труда, для получения объективных результатов нельзя ограничиваться учетом лишь живого труда, необходимо учитывать народнохозяйственные трудозатраты.

ЦНИИЭП жилища определены совокупные народнохозяйственные трудозатраты на создание и эксплуатацию зданий различных строительных систем — крупнопанельных, объемно-блочных, из монолитного железобетона и со стенами из кирпича. При этом рассматривали 9-этажные жилые дома.

Народнохозяйственные трудозатраты на производство и эксплуатацию могут быть представлены в виде суммы затрат живого и прошлого труда на всех стадиях создания и использования строительной продукции. В отличие от существующего метода определения показателей трудозатрат, применяемого при оценке проектных решений при нахождении народнохозяйственных затрат труда, были учтены затраты не только живого труда, но и затраты труда, овеществленного в предметах труда (строительные конструкции, материалы, сырье, топливо) и средствах труда

(оборудование, транспортные средства, промышленные здания), а также трудозатраты, связанные с эксплуатацией объектов (текущий и капитальный ремонт жилых зданий). Кроме того, при определении затрат как живого, так и овеществленного труда учли трудозатраты всех категорий работающих, прямо или косвенно участвующих в создании и использовании продукции: основных и вспомогательных рабочих инженерно-технических работников, служащих, младшего обслуживающего персонала, работников охраны, т. е. полные трудозатраты.

Трудозатраты основных рабочих на стройплощадке, включая рабочих-механизаторов, могут быть определены с помощью сметных нормативов. Кроме того, дополнительно учитываются трудозатраты рабочих вспомогательных производств, в том числе связанных с перебазированием строительных машин с одного объекта на другой, их техническим обслуживанием и ремонтом. Трудозатраты по управлению производством (линейных инженерно-технических работников, механиков, инженерно-технических работников предприятий по ремонту строительной техники, нормировщиков, младшего обслуживающего персонала, охраны) рассчитывают исходя из действующих нормативов численности в зависимости от их вклада в производство продукции определенного вида домостроения.

Полные трудозатраты всех категорий работающих на предприятиях по изготовлению сборных конструкций, полуфабрикатов (товарный бетон, раствор, арматура), кирпича можно установить по среднеотраслевым показателям действующих заводов.

Трудозатраты на транспортирование сборных конструкций, полуфабрикатов, а также кирпича включают труд водителей, основных рабочих, занятых разгрузкой; работников, занятых обслуживанием и ремонтом транспортных средств и дорог; инженерно-технического и обслуживающего персонала.

Затраты овеществленного труда переносятся на продукцию (строящееся или ремонтируемое здание) или через предмет труда целиком или частично посредством износа средств труда. С предметов труда (конструкций, полуфабрикатов, материалов) переносятся затраты на их производство, перевозку железнодорожным и автомобильным транспортом, а также затраты, перенесенные на предметы труда с основных фондов предприятий. При изготовлении сборных железобетонных конструкций учитываются трудозатраты на исходное сырье (цемент, сталь

| Показатели трудозатрат   | Затраты труда на 1 м <sup>2</sup> чел.-ч на здание |                 |                             |                       |
|--|--|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
|  | крупнопанельное                                    | объемно-блочное | из монолитного железобетона | со стенами из кирпича |
| Народнохозяйственные   | 43,52  | 16,50           | 17,75                       | 24,50                 |
| На строительство:  | 37,94  | 33,53           | 36,03                       | 46,55                 |
| на возведение здания   | 13,7   | 5,75            | 19,75                       | 19,53                 |
| труд работников основного производства   | 11,64  | 4,61            | 16,97                       | 16,68                 |
| вспомогательных производств и управления   | 2,06   | 1,14            | 2,78                        | 2,85                  |
| в предметах труда  | 24,07  | 27,64           | 13,64                       | 26,67                 |
| изготовление   | 12,25  | 16,84           | 5,21                        | 13,48                 |
| перевозка  | 5,64   | 4,65            | 5,31                        | 6,89                  |
| средства труда на предприятиях   | 6,18   | 6,15            | 3,12                        | 6,30                  |
| в средствах труда на стройплощадке   | 0,17   | 0,14            | 2,64                        | 0,35                  |
| На эксплуатацию  | 5,58   | 5,58            | 5,35                        | 8,79                  |
| Построечные и заводские учитываемые в настоящее время при оценке проектных решений | 18,50  | 16,50           | 17,75                       | 24,50                 |

щебень, песок и т. п.), а также на топливо, используемое для технологических нужд и транспортных перевозок. В расчетах принимали средние по стране трудозатраты на изготовление предметов труда. Расстояние перевозки сборных железобетонных изделий, бетона, раствора, кирпича автомобильным транспортом принято 20 км. Для определения трудозатрат, перенесенных на продукцию со средств труда, используют величины трудозатрат на изготовление средств труда и нормы амортизационных отчислений. При этом выделяют активные средства труда (оборудование предприятий, транспортные средства, монтажные и другие механизмы) и пассивные средства труда (здания и сооружения).

Учитывая такие особенности строительной продукции, как большой срок службы зданий, а также то, что за время эксплуатации здания подвергаются природно-климатическим воздействиям и требуют немалых затрат на поддержание в пригодном для эксплуатации состоянии, в показателе народнохозяйственных трудозатрат, на наш взгляд, целесообразно учитывать и трудозатраты на капитальный и текущие ремонты за весь срок службы зданий. ЦНИИЭП жилища подсчитаны эти трудозатраты для основных видов домостроения по изменяемым конструктивным элементам и видам работ. При этом были учтены затраты не только живого, но и овеществленного труда. Особенность трудозатрат на эксплуатацию заключается в том, что эти работы имеют большой временной разрыв между отдельными ремонтами за срок службы здания и отдалены по времени от момента ввода объекта в эксплуатацию. Поэтому для учета изменения производительности труда по мере развития научно-технического прогресса применен метод расчета перспективных показателей с помощью коэффициентов темпов роста (см. таблицу). Как видно из таблицы, народнохозяйственные трудозатраты в 2,2—2,4 раза больше

учитываемых в настоящее время при оценке проектных решений. В общей структуре народнохозяйственных затрат трудозатраты на строительство составляют 84—87%, на эксплуатацию — 16—13%. Удельный вес затрат живого труда непосредственно на возведение здания зависит от строительной системы и составляет от 15 (в объемно-блочных домах) до 48% (в домах из монолитного железобетона). В то же время трудозатраты, овеществленные в предметах труда, составляют в монолитном домостроении 33, а в объемно-блочном — 71%. В монолитном домостроении по сравнению с другими системами увеличиваются затраты в средствах труда на стройплощадке. Учитывая значительный удельный вес в народнохозяйственной трудоемкости затрат, перенесенных на продукцию жилищного строительства с предметов труда, очень важно наряду с сокращением живого труда в строительстве снижать затраты, перенесенные с предметов труда. Это достигается сокращением материалоемкости строительства, заменой трудоемких предметов труда (конструкций, материалов) менее трудоемкими. При этом необходимо учитывать предметы труда, используемые не только при строительстве, но при эксплуатации зданий, связанные с текущим и капитальным ремонтами конструкций здания. Особо следует остановиться на оценке трудозатрат, расходуемых на производство топлива при строительстве зданий. Эти затраты составляют от 2,7 (в монолитных зданиях) до 5,1 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади в панельных, или от 8 до 12% народнохозяйственных трудозатрат. Следовательно, уменьшение энергоемкости производства, обусловленное рациональной технологией заводского производства сборных железобетонных изделий и других видов продукции промышленности строительных материалов, может существенно сказаться на общих показателях трудозатрат.

Необходимо отметить, что значительную часть трудозатрат в предметах

труда составляют трудозатраты, перенесенные со средств труда при изготовлении. Они составляют по большинству систем 6,2—6,3 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади, или 12—16% народнохозяйственных затрат, причем величина этих затрат значительно превышает величину показателей трудозатрат, перенесенных со средств труда (механизмов, оборудования, промзданий) непосредственно при строительстве.

Наибольшие народнохозяйственные трудозатраты требуются при строительстве жилых домов со стенами из кирпича — 55,3, наименьшие — из объемных

блоков — 39,1 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади. Полученные результаты подтверждают эффективность индустриальных систем домостроения с применением сборного и монолитного железобетона. Народнохозяйственные трудозатраты в панельных и монолитных зданиях на 12—14, а в объемно-блочных домах на 16 чел.-ч/м<sup>2</sup> меньше, чем в домах со стенами из кирпича. Разница между различными строительными системами по показателям народнохозяйственных трудозатрат значительно выше, чем при существующем методе расчета этих показателей.

Поэтому в качестве обобщающего показателя при оценке различных проектных решений жилых домов следует принимать народнохозяйственные трудозатраты. Такой же методический подход следует применять и при оценке отдельных конструктивных элементов.

Таким образом, можно сделать важный вывод о том, что применение рациональных строительных систем кроме экономии, достигаемой в строительном производстве и на предприятиях строительной индустрии, позволяет получить существенную экономию и в смежных отраслях народного хозяйства.

УДК 69.002.2(574)

Ю. С. ОСТРИНСКИЙ, канд. техн. наук, Т. Б. БАЯХМЕТОВ, канд. экон. наук (НИИЭС)

## О направлениях индустриализации домостроения в малых городах Казахстана

В настоящее время в Казахстане насчитывается более 50 малых городов с населением более 2 млн. человек. Одни из них являются центрами, к которым тяготеют районы сельскохозяйственного производства. Они характеризуются стабильным темпом роста, перспективы их дальнейшего хозяйственного развития не связаны с притоком больших дополнительных людских ресурсов. В других интенсивно развивается промышленность (преимущественно добывающая), их население растет, в связи с чем город имеет перспективы перерастания в средний и даже большой. Общим признаком тех и других является низкая обеспеченность населения жильем по сравнению со средней обеспеченностью городского населения Казахстана, которая в свою очередь ниже средне-союзной.

Сложность решения жилищной проблемы малых городов вообще связана прежде всего с отсутствием местной базы строительной индустрии. Развитие такой базы в каждом малом городе, как правило, нецелесообразно, поскольку незначительные ежегодные объемы строительства не могут обеспечить функционирование постоянно действующей строительной организации. Это положение усугубляется дефицитом местных трудовых ресурсов, особенно острым в городах с ус-

коренным развитием промышленности.

Анализ практики жилищного строительства показал, что во многих малых городах Казахстана, относящихся ко второй группе, значительная часть застройки осуществляется крупнопанельными зданиями. Конструкции для них изготовляют на домостроительных предприятиях крупных городов. Экономическая оценка, выполненная с учетом дальности транспортирования индустриальных конструкций, подтвердила преимущества развития крупнопанельного строительства в городах с ускоренным развитием промышленности. Однако строительство по распространенным типовым проектам приводит к архитектурному однообразию застройки. От этого особенно сильно страдает облик малых городов, где из-за малых объемов строительства исправить недостатки значительно труднее, нежели в крупных городах.

Применение блок-секционного метода с использованием поворотных и угловых блок-секций, способствующих улучшению архитектурной выразительности застройки, сдерживается увеличением числа типоразмеров сборных железобетонных изделий, ростом себестоимости и трудоемкости заводского производства. Для учета дополнительных затрат, связанных с освоением и расширением масштабов применения блок-сек-

ционного метода, разработаны графические зависимости изменения средней серийности типоразмеров изделий от степени насыщенности крупнопанельного здания поворотными и угловыми блок-секциями. Полученные зависимости позволили разработать номограмму для определения изменения себестоимости производства изделий крупнопанельного домостроения и затрат труда на содержание и эксплуатацию дополнительной формооснастки в зависимости от насыщенности здания угловыми и поворотными блок-секциями (см. рисунок).

Показатель насыщенности крупнопанельных зданий угловыми и поворотными блок-секциями  $\alpha$  определяется как отношение суммарного объема сборного железобетона, используемого в таких секциях, к его общему объему в целом на здание.

На номограмме в центре даны графики изменения относительной величины серийности  $K_w$  от насыщенности здания поворотными и угловыми блок-секциями  $\alpha$ ; слева представлены графики зависимости изменения относительных величин себестоимости (в части передельных затрат)  $K_c$  от изменения относительной величины серийности (построены по показателям табл. 21 и 49 [1]). Справа даны графики изменения дополнительных затрат труда на содержание и текущий ремонт формооснастки  $\Delta t_{oc}$  в чел./

/м<sup>3</sup> бетона в зависимости от серийности. Целесообразность применения номограммы доказана путем проверки статистических гипотез с использованием критерия Стьюдента на материалах более чем 30 проектов наиболее широко распространенных серий. Таким образом зависимость средней части номограммы характеризуются необходимой универсальностью.

Дополнительные затраты труда, связанные с освоением блок-секционного метода строительства, обусловлены также снижением производительности формовочных линий, что вызвано необходимостью их остановки на переналадку для производства дополнительных изделий. Как показал анализ, часть изделий является общей для рядовых поворотных и угловых блок-секций, однако многие типоразмеры изделий специфичны для каждого вида блок-секций. Дополнительные затраты труда на формование и тепловую обработку неповторяющихся железобетонных изделий, обусловленные переналадками формооснастки  $\Delta r_{\phi}$ , предложено (для условий конвейерного и касетного производства) определять по формуле

$$\Delta r_{\phi} = r_{\phi} \frac{\psi}{1 - \psi} \xi, \quad (1)$$

где  $r_{\phi}$  — затраты труда на формование и тепловую обработку железобетонных изделий, чел.-ч/м<sup>3</sup>;  $\psi$  — доля времени, затрачиваемого на переналадку форм, в общем балансе годового рабочего времени, с вычетом трудноустраняемых потерь;  $\xi$  — коэффициент, принимаемый в зависимости от мощности предприятий крупнопанельного домостроения (при мощности 100 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год  $\xi = 1,0$ , для других значений

мощности величины этого коэффициента принимаются по табл. 21 [1]).

Величина  $\psi$ , рассчитываемая отдельно для  $i$ -й технологической линии, определяется по следующим формулам:

$$a) \text{ при } \tau_i > 1 \\ \psi_i = \frac{2 m_i^{\alpha n} t_{ni} \tau_i N}{(T_r^n - T_{ni}^n) n_i}; \quad (2)$$

$$b) \text{ при } \tau_i \leq 1 \\ \psi_i = \frac{2 m_i^{\alpha n} t_{ni} N}{(T_r^n - T_{ni}^n) n_i}; \quad (3)$$

где  $m_i^{\alpha n}$  — число типоразмеров неповторяющихся изделий угловых и поворотных блок-секций на  $i$ -й технологической линии;  $t_{ni}$  — время, затраченное на переналадку одной формы (чел.-ч) на  $i$ -й технологической линии;  $\tau_i$  — отношение требуемого числа форм неповторяющихся типоразмеров к числу неповторяющихся типоразмеров;  $N$  — число домов данного типа, которые могут быть возведены в течение года;  $T_r^n$  — число рабочих часов в году;  $T_{ni}^n$  — неустраняемые и трудноустраняемые потери рабочего времени в течение года на  $i$ -й технологической линии, ч;  $n_i$  — число одновременно переналаживаемых форм на  $i$ -й технологической линии;

$$N = \frac{F_r}{F_d}, \quad (4)$$

где  $F_r$  — годовая мощность завода крупнопанельного домостроения, м<sup>2</sup> общей площади;  $F_d$  — площадь анализируемого дома, м<sup>2</sup> общей площади.

Величина

$$\tau_i = \frac{\alpha \beta \gamma F_r t_i \mu_i}{m_i^{\alpha n} V_i^{\alpha n} T_r}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  — показатель насыщенности жилого дома угловыми и поворотными

блок-секциями;  $\beta$  — доля объема железобетона неповторяющихся типоразмеров в общем объеме бетона и железобетона угловых и поворотных блок-секций;  $\gamma$  — удельный расход сборного бетона и железобетона в целом по дому, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> общей площади;  $t_i$  — время оборота одной формы на  $i$ -й технологической линии, сут;  $\mu_i$  — доля объема железобетона, выпускаемого на  $i$ -й технологической линии в общем его объеме по данному дому;  $V_i^{\alpha n}$  — средний объем бетона в одном изделии неповторяющегося типоразмера на  $i$ -й технологической линии, м<sup>3</sup>;  $T_r$  — число рабочих дней в году.

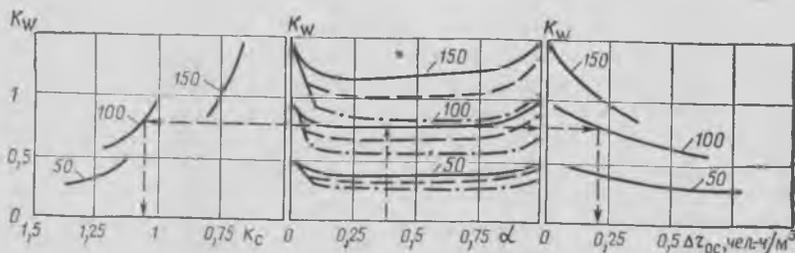
Величина  $\psi$ , учитываемая в формуле (1), рассчитывается как средневзвешенный показатель в целом по заводу.

Дополнительные затраты труда  $\Delta r$  определяются как сумма дополнительных затрат на содержание и ремонт формооснастки  $\Delta r_{oc}$  и дополнительных затрат на формование и тепловую обработку железобетонных изделий  $\Delta r_{\phi}$ .

Предлагаемая методика на примере одного из малых городов позволила оценить дополнительные затраты, связанные со строительством крупнопанельных 5-этажных жилых домов с рядовыми, угловыми и поворотными блок-секциями. Был также оценен вариант строительства аналогичных зданий с рядовыми крупнопанельными блок-секциями и угловыми и поворотными блок-секциями в монолитном исполнении.

Такое сочетание конструктивных решений устраняет необходимость освоения большой номенклатуры дополнительных типоразмеров сборных изделий. Применительно к задаче крупнопанельной застройки нескольких малых городов изделиями, производимыми на одном крупном предприятии, такой подход приобретает особую актуальность; необходимость применения в различных малых городах зданий, обеспечивающих неповторяющийся облик застройки, может привести к непомерной перегрузке программы завода КПД огромной номенклатурой. Монолитное исполнение угловых и поворотных блок-секций может быть применено в разных городах.

Примерами рассмотренного выше сочетания могут служить сейсмостойкий крупнопанельный дом в Кишиневе с монолитной поворотной блок-секцией, построенный на ул. Тимошенко, и такой же дом с угловой блок-секцией из монолитного железобетона, строящийся на проспекте Мира. Применение монолитных блок-секций позволяет повысить сейсмостойкость жилых домов, что особенно важно для малых городов Ка-



Номограмма для определения изменения технико-экономических показателей заводского производства сборных железобетонных изделий ( $K_c$ ,  $\Delta r_{oc}$ ,  $K_w$ ) в зависимости от показателя насыщенности зданий угловыми и поворотными блок-секциями ( $\alpha$ )

$K_c$  — относительная величина себестоимости переработки (без затрат на основные материалы);  $\Delta r_{oc}$  — увеличение затрат труда на содержание формооснастки; чел.-ч/м<sup>3</sup>;  $K_w$  — относительная величина тиражности (серийности) сборных железобетонных изделий; 50, 100 и 150 — годовая мощность предприятий, тыс. м<sup>2</sup> общей площади;  $K_c$  и  $K_w$ , приняты равными 1, для предприятий мощностью 100 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год, осуществляющих строительство жилых домов без угловых и поворотных блок-секций  
Варианты блокировок с применением: — — — угловых блок-секций; — — — поворотных блок-секций; — — — рядовых, угловых и поворотных блок-секций

захстана, расположенных в сейсмических зонах.

При проведении расчетов сравнительной экономической эффективности типовые и экспериментальные проекты приводились к сопоставимому виду по методу «эталонных планировок» [2] что позволило устранить различия в основных технико-экономических показателях, обусловленные неодинаковыми объемно-планировочными решениями, принятыми в проектах.

Расчеты показали, что использование монолитного железобетона для возведения угловых и поворотных блок-секций позволяет получить экономию приведенных затрат на 1 м<sup>2</sup> общей площади здания в сумме 7,7 р., а суммарные трудозатраты уменьшаются на 1,4 чел.ч/м<sup>2</sup> общей площади по сравнению с крупнопанельным исполнением. При этом себестоимость переработки заводского производства уменьшается в 1,3...1,6 раза по сравнению с полносборным исполнением.

Предлагаемый подход к решению

рассматриваемой проблемы обуславливает целесообразность строительства непосредственно в малых городах крупных предприятий КПД, ориентированных на обеспечение жильем расположенных поблизости нескольких малых городов с идентичными условиями строительства. Примером такого решения может служить завод КПД в Жанатасе, который при достижении мощности, близкой к проектной, сможет обеспечивать жилищное строительство в Каратау, Кентау и др.

Монолитное исполнение угловых и поворотных блок-секций на современном техническом уровне в сочетании с крупнопанельным исполнением рядовых блок-секций позволяет рационально и гармонично сочетать в жилой застройке малых городов оба метода индустриального домостроения.

#### Выводы

Строительство сборно-монолитных зданий избавляет заводы КПД от дополнительных затрат, связанных с увеличением номенклатуры изделий, позво-

ляет увеличить до максимума долю наиболее простых в исполнении блок-секций в общей производственной программе. В то же время создается реальная возможность выполнять жилую застройку с неповторяющимся архитектурным обликом каждого малого города в соответствии с историческими и природно-климатическими его особенностями.

Одновременно существенно расширяются возможности строительства зданий культурно-бытового назначения за счет применения при необходимости широкого шага стен в монолитных домах и выполнения в монолитном бетоне отдельно стоящих зданий. Это обеспечивает комплексность городской застройки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по сравнительной технико-экономической оценке конструкций монолитных, полносборных и кирпичных жилых зданий различной этажности. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1983.
2. Методические рекомендации по сравнительной оценке конструктивных решений жилых зданий. — М.: НИИЭС, 1976.

УДК 69.056.52.003

Н. С. СТРОНГИН, Н. Я. СПИВАК, кандидаты техн. наук,  
Е. М. СУРМАНИДЗЕ, инж. (ЦНИИЭП жилища);  
Е. Н. ВАЖНИКОВА, инж., О. Я. КОСАРЕВА, инж.-экон. (НИИЭС)

## Эффективность комплексного применения легких бетонов в крупнопанельных зданиях повышенной этажности

Использование легких бетонов способствует возрастанию экономической эффективности строительства благодаря снижению массы отдельных конструкций и зданий в целом, повышению их заводской готовности, улучшению основных конструктивных и функциональных параметров. Это имеет особое значение при строительстве в сейсмических районах зданий повышенной этажности.

Объем комплексного применения легкого бетона в сейсмостойких крупнопанельных жилых домах повышенной этажности, а также в зданиях высотой 16—25 этажей для обычных условий строительства составит в 1985 г. более 1 млн. м<sup>2</sup> общей площади.

Причина высоких затрат на легкобетонные конструкции в жилищном строительстве заключается в несоблюдении главного, определяющего условия — ком-

плексности их применения. Целесообразность комплексного применения легких бетонов в конструкциях наружных и внутренних стен, перекрытий, покрытий и других частей крупнопанельных зданий повышенной этажности для строительства в обычных и сейсмических районах установили при сравнении вариантов зданий с внутренними конструкциями из тяжелого бетона и наружными из легкого бетона и с комплексным применением легкого бетона во всех конструкциях. При этом сопоставляли проекты крупнопанельного керамзитобетонного 9-этажного сейсмостойкого дома Э-282 и аналога — дома серии 92-ОР, разработанных ЦНИИЭП жилища для г. Орджоникидзе, а также проект сейсмостойкого 16-этажного дома с конструкциями серии А 1-451 КП, выполняемыми с комплексным примени-

ем легких бетонов на естественных пористых заполнителях (проект АКБ Ереванского ДСК, выполненный по научно-техническим разработкам ЦНИИЭП жилища для Еревана), аналогичным дому с внутренними конструкциями из тяжелого бетона (рис. 1).

При анализе 16-этажных жилых зданий для строительства в обычных условиях сравнивали проекты крупнопанельного жилого дома с комплексным применением керамзитобетона по серии 99 (рис. 2) (разработан АПМ Мосгражданпроекта им. Веснина по научно-техническим предложениям ЦНИИЭП жилища для г. Куйбышева) и дома ПЗ-2/16 с внутренними конструкциями из тяжелого бетона (проект разработан МНИИТЭП для Москвы).

При анализе 25-этажных бескаркас-

ных жилых зданий для обычных условий строительства вариантами для сравнения являлись решения с комплексным применением керамзитобетона во всех конструкциях (рис. 3) (научно-проектные разработки ЦНИИЭП жилища и НПО Прокадеталь для Москвы) и разработанный МНИИТЭП проект II 3-22 здания с однослойными керамзитобетонными наружными стенами и внутренними конструкциями из тяжелого бетона.

Конструктивная схема 16- и 25-этажных зданий характеризуется перекрестной системой несущих поперечных и продольных стен с узким шагом поперечных стен (до 3,6 м) и навесными наружными стенами из легобетонных панелей для вариантов-аналогов, для легобетонных вариантов наружные стены приняты несущими.

В легобетонных вариантах 16- и 25-этажных жилых зданий с комплексным применением легкого бетона применение наружных стен в качестве несущих конструкций позволило устранить внутренние дублирующие стены. В проекте 25-этажного жилого дома были рассмотрены два варианта — в первом устранены участки внутренних дублирующих стен в торцах здания, лоджиях и ризалитах, второй предусматривает устранение лишь цельных панелей внутренних дублирующих стен, что позволяет не изменять номенклатуру изделий. В результате общая площадь дома увеличивается соответственно на 128 и 41 м<sup>2</sup>. В легобетонном варианте проекта 16-этажного жилого дома, где в ризалитах и лоджиях не удалось полностью исключить дублирующие

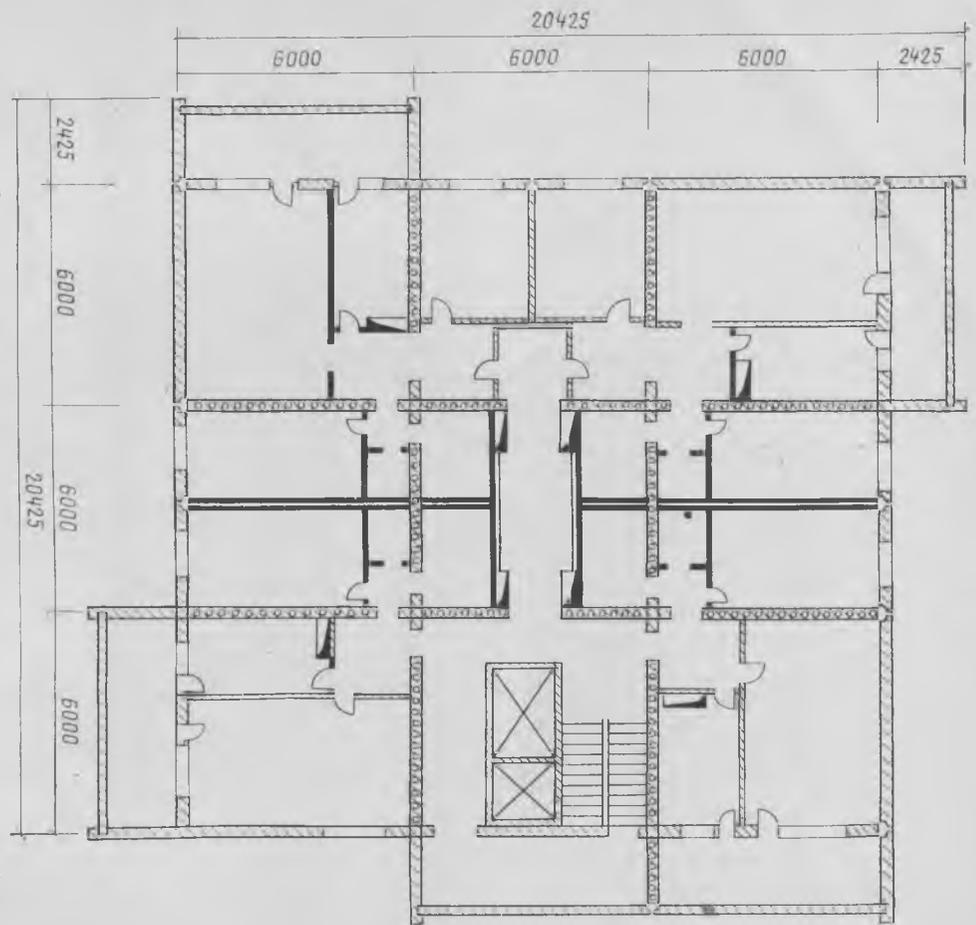


Рис. 1. Конструктивная схема 16-этажного дома серии А1-451КП с комплексным применением бетонов на естественных пористых заполнителях для строительства в районах 8-балльной сейсмичности (Ереван)

стены, учтена повышенная теплозащитная способность внутренних стен, поэтому утепляющие навесные панели предусмотрены меньшей толщины.

Расчеты сравнительной экономической

эффективности проводили с обеспечением условий сопоставимости сравниваемых вариантов на основе Рекомендаций [1, 2], с учетом которых были рассчитаны основные технико-экономиче-

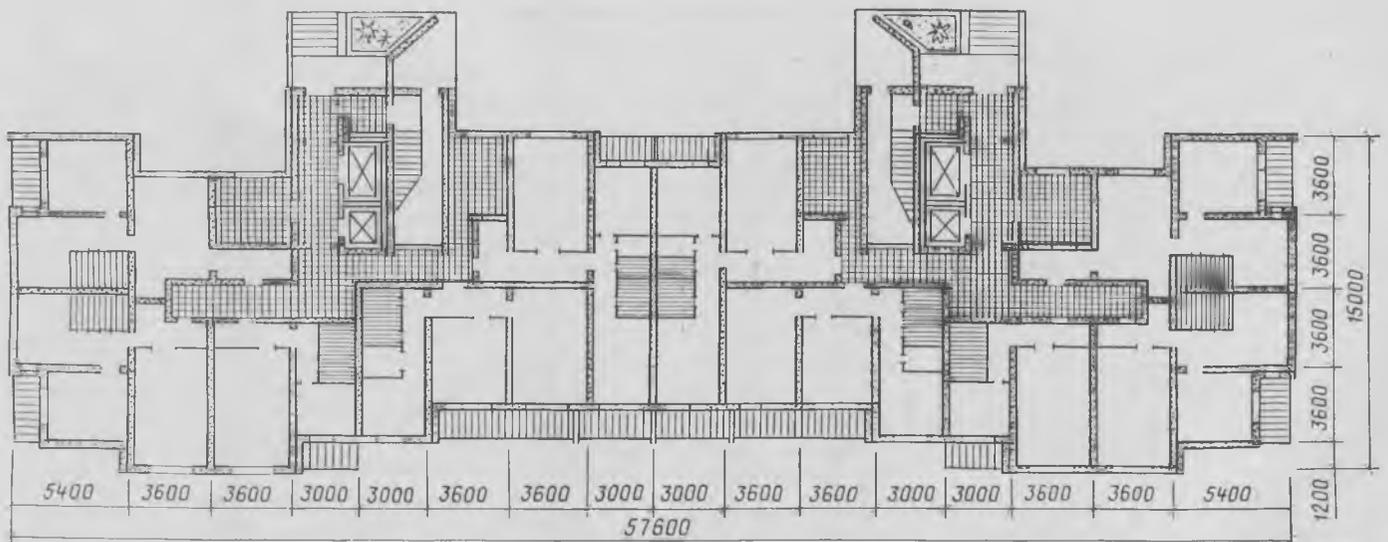


Рис. 2. Конструктивная схема 16-этажного дома с комплексным применением керамзитобетона серии 99 для строительства в обычных условиях (г. Куйбышев)



необходимо для обеспечения нормативной звукоизоляции.

Более низкая марка легкого бетона позволяет сократить расход цемента при использовании обычного песка. Повышенный расход такого песка обусловил соответствующее уменьшение потребности в более дорогих крупных заполнителях.

Данные расчетов основных технико-экономических показателей, приведенные в табл. 2, свидетельствуют о значительной экономической эффективности комплексного применения легких бетонов.

Себестоимость проектных решений по совокупности конструктивных элементов по легкобетонным вариантам оказалась меньше на 11,1—15,7%, а трудозатраты снизились на 9—18%. В легкобетонных вариантах уменьшение расхода стали на внутренние стены (на 0,9—1,5 кг) по сравнению с вариантами-аналогами обусловлено более рациональной конструктивной схемой легкобетонных зданий, которая предусматривает участие наружных стен в пространственной работе и, в частности, в восприятии ветровых нагрузок, что позволяет уменьшить вертикальную нагрузку на внутренние стены. В то же время расход стали на наружные и внутренние стены в легкобетонных вариантах проектов 9-этажных зданий в сейсмических районах и 16-этажных зданий в обычных районах строительства превышает показатели расхода стали в вариантах-аналогах на 1,5 наружных стен и на 0,6 кг/м<sup>2</sup> внутренних стен. Это объясняется применением в наружных и внутренних стенах легкобетонного варианта элементов принудительной самофиксации. В легкобетонном варианте снижаются трудозатраты при монтаже по сравнению с вариантом-аналогом, по которому предусмотрено обычное решение соединения панелей сваркой.

Меньшая металлоемкость комплексных конструкций перекрытий и совмещенных с ними балконов в легкобетонных вариантах обусловлена наиболее рациональным армированием панелей.

Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что расход стали на 1 м<sup>2</sup> комплексных панелей перекрытий во всех легкобетонных вариантах (за исключением 16-этажного сейсмостойкого жилого дома) меньше на 1,33—2,06 кг, чем в вариантах-аналогах. Это объясняется раздельным изготовлением и монтажом панелей перекрытия и панелей раздельного пола, а также дополнительными затратами стали из-за раздельного решения панелей перекрытий и балконов (плит лоджий).

Изготовление легкобетонных панелей перекрытий и балконов в виде единой конструкции позволяет экономить сталь

Таблица 2

| Виды затрат                                  | 9-этажный дом (сейсмичность 7 баллов)  |                                  | 16-этажный дом (обычные условия) |       |
|--|--|----------------------------------|----------------------------------|-------|
|  | 16-этажный дом (сейсмичность 8 баллов) | 25-этажный дом (обычные условия) |                                  |       |
| Себестоимость проектных решений              | 36,73*                                 | 46,39                            | 50,5                             | 30,55 |
| Заводское производство конструкций           | 43,58                                  | 50,56                            | 56,82                            | 35,28 |
| Транспортирование конструкций                | 29,44                                  | 38,35                            | 41,40                            | 24,52 |
| Монтаж конструкций                           | 33,08                                  | 39,51                            | 44,43                            | 27,97 |
| Приведенные затраты по сравниваемым проектам | 2,76                                   | 3,49                             | 4,53                             | 2,38  |
|  | 3,74                                   | 4,25                             | 6,07                             | 3,41  |
|  | 4,53                                   | 4,55                             | 4,57                             | 3,65  |
|  | 6,76                                   | 6,8                              | 6,32                             | 3,9   |
|  | 55,26                                  | 67,58                            | 55,0                             | 53,06 |
|  | 63,26                                  | 71,76                            | 62,06                            | 57,06 |

\* Над чертой — показатели легкобетонных вариантов, под чертой — варианта-аналога.

на закладных деталях и монтажных петлях, при этом приблизительно вдвое снижаются трудозатраты на монтаж перекрытий и балконов, а также исключается необходимость устройства несущих стен лоджий.

Большая металлоемкость и высокий расход бетона на фундаменты в вариантах-аналогах объясняются большей массой жилых домов с конструкциями из тяжелого бетона по сравнению с легкобетонными вариантами. Наибольший эффект получен на объемах со свайными фундаментами, поскольку изменение затрат на сваи прямо пропорционально изменению массы здания.

Уменьшение массы легкобетонных конструкций по сравнению с конструкциями из тяжелого бетона обеспечивает снижение затрат на их транспортирование и разгрузку. Эффект достигается, главным образом, вследствие установки на панелевозах одной и той же грузоподъемности большего числа сборных легкобетонных элементов по сравнению с конструкциями из тяжелого бетона.

Экономия трудозатрат в легкобетонных вариантах обусловлена уменьшением числа монтируемых элементов вследствие исключения дублирующих панелей наружных стен и формования на заводе плит перекрытий и панелей раздельного пола в едином технологическом цикле, а также благодаря уменьшению объема арматуры.

Совокупное воздействие рассмотренных факторов обусловило экономию приведенных затрат при комплексном применении легких бетонов в размере 5—8 р/м<sup>2</sup> общей площади.

#### Выводы

Предпочтительной конструктивной схемой для крупнопанельных зданий с комплексным применением легкого бе-

тона является схема с узким шагом внутренних поперечных стен.

В зданиях высотой 16 этажей и выше целесообразно использовать панели наружных стен в качестве несущих конструктивных элементов.

Преимущество такого решения по сравнению с применением панелей наружных стен в качестве навесных заключается в экономии стали, бетона и цемента во внутренних стенах вследствие перераспределения нагрузок между ними и наружными стенами, а также в экономии стали в перекрытиях вследствие их опирания по четырем сторонам вместо трех.

При проектировании зданий с комплексным использованием легкого бетона необходимо предусматривать полное исключение из конструктивной схемы дома дублированных несущих и ограждающих наружных стен в торцах зданий, лоджиях и ризалитах. Применение в этих частях зданий только панелей наружных стен обуславливает повышенный экономический эффект из-за устранения затрат на дублирующие внутренние стены и увеличения площади внутренних помещений.

Во внутренних стенах и перекрытиях зданий, выполняемых с комплексным применением керамзитобетона, целесообразно применять конструктивные бетоны с повышенным содержанием кварцевого песка. Это позволяет наряду с повышением звукоизоляционных свойств легкобетонных конструкций получать экономии затрат вследствие низкой себестоимости песка.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по сравнительной оценке конструктивных решений жилых зданий. — М.: НИИЭС, 1976.
2. Рекомендации по сравнительной технико-экономической оценке конструкций монолитных, полносборных и кирпичных зданий различной этажности. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1979.

А. Д. УЮСОВ, канд. техн. наук (НИИЭС);  
Р. Л. СКРИПТУНОВ, гл. инженер Московского государственного объединения жилищного строительства

## Пути снижения трудоемкости крупнопанельного домостроения

Интенсивному развитию полносборного домостроения способствовало создание домостроительных комбинатов сначала в Ленинграде, затем в Москве, Вильнюсе и других городах.

Положительный опыт работы передовых ДСК послужил основанием для создания сельских строительных комбинатов (ССК). На основании опыта работы этих предприятий уточняются основные принципы и разрабатываются теоретические основы создания индустриальных строительных систем во всех видах строительства.

Вместе с тем необходимо отметить, что в жилищном строительстве этот метод все еще используется в недостаточной мере. На начало XI пятилетки из 467 предприятий КПД всего лишь 200 входило в состав домостроительных комбинатов. Несмотря на значительный рост объема крупнопанельного домостроения, выполняемого силами сельских строительных комбинатов за 1981—1984 гг., число всех комбинатов к 1986 г. составит не более 50% общей численности предприятий полносборного домостроения.

Принципиальная целесообразность создания ДСК, этой прогрессивной организационно-технической формы, совмещающей промышленное и строительное производство, вполне очевидна. Однако в большинстве исследований, посвященных определению ее эффективности, в качестве основного фактора сокращения общей трудоемкости рассматривалось снижение затрат на управление производством (за счет объединения управленческого аппарата заводоуправления и строительного подразделения), а также отмечалась возможность снижения затрат труда на отдельные виды работ и этапы строительного производства.

НИИЭС совместно с Московским государственным объединением жилищного строительства (МГОЖС) Главмосстроя при участии Московского ДСК № 1 и КТБ Мосгорстройматериалы исследовали влияние системного подхода к организации и технологии на всех этапах домостроительного производства на уровень суммарных затрат труда при строительстве крупнопанельных зданий.

Учены затраты труда на производство комплекта индустриальных изделий и их монтаж при использовании хорошо развитой производственной базы Главмоспромстройматериалов, современной техники, передовых методов производства.

В качестве объектов анализа были выбраны Московский ДСК № 1 и Московское государственное объединение жилищного строительства. Основные показатели ДСК-1 и МГОЖС: ввод в эксплуатацию жилых домов в 1984 г. — соответственно 960 и 921 тыс. м<sup>2</sup> общей площади; выработка на 1 работающего на строительно-монтажных работах — 44,1 и 12,8 тыс. р., средняя заработная плата 1 работающего на строительно-монтажных работах — 3381 и 2337 р. в год.

В состав ДСК № 1 входят специализированные заводы — Краснопресненский, Тушинский, Хорошевский и Ростокинский, а также управления монтажных отделочных работ и комплектации.

Строительство жилых домов из набора блок-секций П-44/17 осуществляется поточно по часовым графикам путем монтажа «с колес». Монтаж сборных железобетонных конструкций максимально совмещен с выполнением всех строительных, специализированных и отделочных работ.

Московское государственное объединение жилищного строительства возводит здания широкой номенклатуры (более 10 типов и, как правило, лишь с неполным использованием каталожных изделий) традиционными методами. В состав объединения входят 30 общестроительных управлений, соподчиненных МГОЖС и райисполкомам, 6 специализированных трестов, УПТК, подчиненных непосредственно объединению. Особенностью этой структуры является двойное подчинение общестроительных организаций: по производству, использованию трудовых ресурсов, техническому уровню — отраслевое (Главмосстрою); по формированию программы строительно-монтажных работ, уставного фонда, финансовому планированию — территориальное (исполкомам районных Советов).

Из общей номенклатуры возводимых

МГОЖС проектов для анализа были отобраны здания массовой застройки П-30/12 и П-46/12, все их изделия приняты по единому унифицированному каталогу, а доля зданий составляет 70% общего объема строительства МГОЖС.

Сопоставительный анализ возведения крупнопанельных зданий силами ДСК № 1 и МГОЖС предусматривал определение затрат труда непосредственно на строительной площадке, на заводах при изготовлении комплекта изделий и суммарных затрат труда на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

Затраты труда рабочих на строительной площадке определялись по выбранным для сопоставления проектам зданий с разбивкой на общестроительные, отделочные, сантехнические, электромонтажные, прочие работы и затраты труда на комплектацию.

Показатели затрат труда рабочих на возведение надземной части жилых зданий ДСК № 1 и МГОЖС соответственны (в чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади): на общестроительные работы — 1,66 и 3,96; отделочные — 1,79 и 2,69; сантехнические — 0,35 и 0,73; электромонтажные — 0,34 и 0,43; прочие — 0,71 и 0,38; комплектацию — 0,60 и 0,11.

Затраты труда на изготовление комплекта индустриальных изделий также определялись на набор изделий для сравнимых проектов зданий с разбивкой на основные виды изделий.

Затраты труда на изготовление комплекта индустриальных изделий на заводах Главмоспромстройматериалов определены по усредненным затратам труда на отдельные группы изделий с учетом коэффициентов сложности, установленных отделом НИР по нормированию и внедрению передовых методов труда КТБ Мосгорстройматериалов.

Производственные затраты труда на изготовление индустриальных изделий по заводам ДСК № 1 и ГМПСМ находятся на одном уровне и составляют 5,5 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

На основе анализа проектных решений были определены удельные расходы бетона по основным конструктивным элементам и соответствующим видам изделий. С учетом этого выполнен поверочный расчет заводской трудоемкости (полной и производственной), который показал достаточную сходимость результатов с отчетными данными. Расчетные данные были использованы для моделирования производственных затрат труда на изготовление комплекта изделий для зданий серии П-44/17 при техническом и организационном уровне работы предприятий ГМПСМ.

Это позволило исчислить расчетные суммарные затраты труда на предприятиях ГМПСМ и в организациях МГОЖС

для аналогичного удельного объема железобетонных изделий, который характерен для серии П-44/17. Суммарные затраты труда на изготовление комплекта индустриальных изделий и возведение из них жилых зданий (чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади) за I полугодие 1984 г. по ДСК № 1 и ГМПСМ и МГОЖС соответственно: производственные затраты труда на изготовление комплекта индустриальных изделий — 5,5 и 5,5; затраты труда рабочих на строительной площадке — 5,5 и 8,3; суммарные затраты труда на заводе и на строительной площадке — 11,0 и 13,8.

Преимущества единого производственно-строительного конвейера ДСК № 1 по сравнению с традиционными методами организации и технологии строительного производства в полной мере проявляются в сокращении в 1,5 раза затрат труда рабочих на строительной площадке. Нерациональное использование трудовых ресурсов на строительных площадках МГОЖС является следствием недостаточной подготовки производства, несоблюдения заводами-поставщиками недельно-суточных графиков поставки изделий и т. п.

Системные методы строительства позволяют сократить суммарные затраты труда на 2,8 тыс.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади крупнопанельных зданий.

По мнению авторов, снижению трудоемкости строительного-монтажных работ, выполняемых организациями МГОЖС, будет способствовать дальнейшая специализация подразделений на строительстве по однотипным проектам. К ним необходимо прикрепить предприятия ГМПСМ, обеспечивающие выпуск индустриальных изделий, установить заводам плановые задания не только по объему выпускаемой продукции, но и по номенклатуре изделий в заданной последовательности, с расширением в необходимых случаях складов готовой продукции заводов или созданием буферных складов изделий для зданий определенных серий.

Результаты сопоставительного анализа показывают, что значительное сокращение труда на строительных площадках МГОЖС может быть достигнуто за счет создания единого управления производственно-технической комплектации. Оно должно подчиняться непосредственно Главмосстрою, выполнять роль единого заказчика и потребителя продукции и являться единым поставщиком комплектов изделий.

Это позволит усилить взаимодействие заводского и строительного производства и обусловит формирование индустриальной системы крупнопанельного домостроения, в рамках которой долж-

но быть достигнуто дальнейшее повышение производительности труда.

Актуальность постановки вопроса о комплектной поставке конструкций и деталей строительным организациям МГОЖС не уменьшается вследствие подготовительной работы по созданию ДСК в составе этого объединения, поскольку мощность комбината будет значительно меньше объема строительного-монтажных работ объединения.

Положительный опыт Московского ДСК № 1 подтверждает возможность успешного функционирования домо-строительных комбинатов, создаваемых на базе нескольких действующих производственных предприятий КПД, расположенных в одном городе или территориальном районе и подчиненных одному министерству или ведомству. В тех случаях, когда они имеют разную ведомственную принадлежность, создание индустриальных строительных систем крупнопанельного домостроения может осуществляться с учетом опыта работы МГОЖС и с результатами выполненного анализа.

Опыт работы объединения подтвердил приемлемость структуры с двойным подчинением общестроительных организаций. За три года одиннадцатой пятилетки объем строительного-монтажных работ в целом по МГОЖС увеличился на 10,5%, в том числе выполняемый собственными силами на 16,4%, достигнут

рост производительности труда на 17,6%, в том числе по организациям двойного подчинения на 26,1%.

Практика показала, что объединение является, по существу, организацией производственной, а не только управленческой. Наряду с этим оно до настоящего времени не имеет утвержденного в установленном порядке Положения и, следовательно, лишено возможности создавать фонды экономического стимулирования, участвовать в социалистическом соревновании и т. д.

Даже при высоком техническом уровне работы МГОЖС Главмосстрою при суммарных затратах труда, в 1,5 раза более низких, чем в среднем в крупнопанельном домостроении по стране, работа в рамках индустриальной системы, например по методу домостроительного комбината, позволяет сократить суммарные затраты труда на 2,8 чел.-ч по сравнению с традиционными способами ведения строительного-монтажных работ.

Установлено, что непрерывным условием интенсивного развития полносборного домостроения является повсеместное создание домостроительных комбинатов на базе действующих производственных и строительных организаций, а также формирование индустриальных строительных систем на базе предприятий и организаций, подчиненных различным ведомствам, но осуществляющих общую программу строительства.

## На ВДНХ СССР

УДК 691-412:691.327:658.516

### Унификация бетонных блоков для сельского строительства

В УкрНИИПграждансельстрое совместно с трестом Укроргтехсельстрой проведена унификация стеновых бетонных блоков серий 1.133-2 и 1.134-2, предназначенных для строительства гражданских зданий в сельской местности УССР.

В результате унификации номенклатура бетонных блоков сократилась с 397 до 85 марок. Из них 54 марки — блоки наружных стен толщиной 400 мм и 31 — блоки внутренних стен толщиной 200 мм.

При использовании унифицированной номенклатуры блоков проектными, строительными организациями и заводами сборного железобетона сокращается число типоразмеров и марок изделий блоков, применяемых во II и III климатических районах УССР, создаются

условия для специализации и централизованного изготовления опалубочных форм, оснастки, арматурных и закладных деталей, упрощаются взаимоотношения между проектными и подрядными организациями. При этом расширяется перечень типов зданий, осваиваемых строительными предприятиями, сокращается расход металла на оснастку.

На основании Каталога сборных бетонных блоков серий 1.133-2 и 1.134-2 УкрНИИПграждансельстроем в 1983—1984 гг. разработаны семь типовых проектов сельских жилых домов и переданы Киевскому филиалу ЦИТП Госстроя СССР. Унифицированная номенклатура блоков внедряется на предприятиях Минсельстроя УССР и Укрмежколхозстроя.

Расчетный годовой эффект от внедрения унифицированной номенклатуры бетонных блоков на предприятиях крупнопанельного домостроения УССР составляет 470 тыс. р. При этом снижается расход металла на оснастку на 400 т, сокращаются трудозатраты на 10 тыс. чел.-дн.

Адрес для запросов: 252039, Киев, пр. 40-летия Октября, 50. УкрНИИПграждансельстрой.

## Эффективность применения бетонов на основе металлургических шлаков

Одним из путей совершенствования и повышения экономической эффективности строительства, улучшения эксплуатационных качеств зданий является применение в несущих и ограждающих конструкциях легкого бетона на основе доменного шлака.

В настоящее время в качестве исходного сырья для строительных материалов используют лишь около 60% всего объема доменного шлака, остальные 40% вывозят в отвалы. Ежегодно у земледелия отнимаются большие площади плодородных земель, содержание отвалов обходится в десятки миллионов рублей, которые повышают себестоимость выплавляемого чугуна, резко ухудшают состояние окружающей среды.

Незначительная потребность в капитальных вложениях и эксплуатационных затратах при производстве гранулированного доменного шлака обусловила его низкую стоимость по сравнению со стоимостью искусственных пористых заполнителей. Стоимость его в 4—6 раз ниже стоимости керамзита, а удельные капитальные вложения в 2,5 раза меньше.

Одной из важнейших характеристик доменного гранулированного шлака является стеклосодержание, что оказывает решающее влияние на теплопроводность материала. На коэффициент теплопроводности твердых материалов значительное влияние оказывает их фазовый состав, определяемый соотношением кристаллической и атмосферной фаз.

Тела в кристаллической форме значительно лучше проводят тепло, чем в аморфном (стеклообразном) состоянии. Влияние структуры любого материала на его свойства видно из сопоставления коэффициентов теплопроводности кристаллического кварца и кварцевого стекла: теплопроводность первого больше, чем второго, в 4,6—8,8 раза.

Свойства доменных шлаков зависят от химического и минералогического состава пустой породы железных руд и золы кокса, содержащая серы в шихте доменной печи, хода процесса восстановления, вида выплавляемого чугуна, ровности хода и теплового состояния доменной печи и т. д. Одной из главных харак-

теристик доменного шлака считается соотношение содержащихся в нем основных окислов ( $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{MnO}$ ) и кислых стеклообразующих окислов ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ). Этим отношением определяется степень основности ( $M_0$ ) доменных шлаков.

Для заводов центрального и южного районов европейской части СССР преимущественно характерны основные шлаки с модулем основности выше единицы ( $M_0 > 1$ ) со сравнительно низким содержанием глинозема. Шлаки металлургических предприятий Урала, Казахстана, Сибири и Дальнего Востока, которые составляют более 40% всего выхода в стране, являются кислыми. Они имеют низкое содержание  $\text{CaO}$  (35—42%) и высокое содержание глинозема (14—23%).

При охлаждении кислых доменных шлаков вследствие быстро возрастающей их вязкости кристаллизация соединений в них чрезвычайно затруднена или почти отсутствует. Поэтому даже при медленном охлаждении они затвердевают, не выделяя скрытой теплоты плавления, формируясь со стекловидной структурой. Проведенные автором петрографические и рентгеноструктурные исследования показали, что кислые доменные шлаки представлены в основном чистым изотропным стеклом и содержанием стеклофазы в пределах 92—98% с показателем преломления  $n_{\text{ст}} = 1,635 \pm 0,002$ . Низкая теплопроводность кислых гранулированных шлаков заводов Урала, Казахстана, Сибири и Дальнего Востока объясняется высоким содержанием изотропного стекла, поэтому бетоны на них обладают значительно меньшим коэффициентом теплопроводности, чем керамзитобетон той же объемной массы.

Теплотехнические характеристики бетонов регламентируются в зависимости от их объемной массы без учета молекулярной структуры и стеклосодержания заполнителей. Было бы целесообразно уточнить и дополнить действующие нормы специальными нормативами для бетонов с высоким стеклосодержанием заполнителей.

Бетоны и растворы одинакового состава, изготовленные на порландском и

шлакопортландском цементах, имеют разные коэффициенты теплопроводности, так как молотый кислый гранулированный шлак находится в стеклообразном состоянии, а клинкер для порландцемента — в кристаллическом. Исследованный автором цементный камень из шлакопортландцемента марки 400 на базе кислых стеклосодержащих гранулированных шлаков обладает коэффициентом теплопроводности, в 2 раза меньшим по сравнению с цементным камнем из порландского цемента той же марки, и составляет 0,29 ккал/(м·ч·°С).

Шлакопортландцемент на кислом стеклосодержащем доменном граншлаке образует малотеплопроводный цементный камень. В связи с этим целесообразно предусматривать коэффициент теплопроводности для этого вида цемента, используемого в легких конструкционно-теплоизоляционных бетонах. Стекло гранулированного кислого шлака обладает высокой гидравлической активностью, которая повышается при тепловой обработке и может быть отнесено к «цементоидам», поэтому содержание в шлаковых заполнителях пылевидных частиц фракции 0—0,14 мм благоприятно сказывается на удобоукладываемости бетонов и позволяет значительно экономить цемент. Учитывая эти обстоятельства, автором проведены исследования уточнения оптимума тонкомолотой добавки в шлакобетон. Было установлено, что замена до 30% цемента молотым гранулированным кислым стеклосодержащим шлаком не вызывает снижения прочности.

В результате комплексных исследований по разработке технологии проектирования состава конструкционно-теплоизоляционного шлакобетона на основе кислых стеклосодержащих гранулированных шлаков Орско-Халиловского металлургического комбината выявлены следующие.

На базе таких шлаков может быть получен конструкционно-теплоизоляционный шлакобетон марок М 100, М 200, М 300, М 400, М 500, объемной массой 1600—2000 кг/м<sup>3</sup>, коэффициентом теплопроводности до 0,45 ккал/(м·ч·°С) в сухом состоянии. В качестве вяжущего

следует использовать шлакопортландцемент марок 300 и 400 на кислом стеклосодержащем граншлаке. Кроме того, замена 30% шлакопортландцемента молотым граншлаком не снижает прочность шлакобетона, а улучшает его свойства.

Специальным исследованием установлены основные характеристики кислого гранулированного доменного шлака как основного заполнителя высокопрочного малотеплопроводного (конструкционно-теплоизоляционного) бетона: модуль основности 0,8—0,92, содержание изотропного стекла 90—95%, общая пористость 52%, вакуольная замкнутая пористость 23%, капиллярная пористость 27%, межзерновая пустотность 28%, удельный вес 2910 кг/м<sup>3</sup>, гранулометрический состав  $y = \left(\frac{X}{D}\right)^{0,2}$ , где  $X$  — отверстие сита в мм,  $D$  — наибольшая крупность заполнителя.

Цементный камень на основе шлакопортландцемента из кислого стеклосодержащего гранулированного шлака обладает меньшим коэффициентом теплопроводности, чем цементный камень на основе портландцемента.

Конструкционно-теплоизоляционный шлакобетон характеризуется уникальным сочетанием высоких прочностных характеристик и низких показателей теплопроводности. Введение в состав бе-

тонных смесей добавки молотого или тонкодисперсного граншлака в количестве 100—150 кг/м<sup>3</sup> позволяет экономить около 100 кг цемента на 1 м<sup>3</sup> без ущерба для эксплуатационных характеристик.

На орском заводе ЖБИ № 2 в сотрудничестве с ЦНИИЭП жилища было организовано производство сборных изделий для крупнопанельных жилых домов серии 1-464А из мелкозернистых стеклосодержащих граншлаков Орско-Халиловского металлургического комбината. Комплексное применение этих бетонов во всех несущих и ограждающих конструкциях позволило получить экономический эффект по сравнению с тяжелым бетоном и керамзитобетоном в размере 3,6 р/м<sup>2</sup> общей площади здания.

Выполненные в ЦНИИЭП жилища экспериментальные проектные разработки обосновали целесообразность использования мелкозернистого шлакобетона для новой конструктивной схемы крупнопанельного жилого здания с двумя продольными несущими стенами и большепролетными (до 12,5 м) пустотными перекрытиями. Схема создает наиболее благоприятные возможности для гибкой планировки помещений. Мелкозернистый шлакобетон обеспечивает при этом сочетание высокой несущей способности наружных стен с высоким сопротивлением теплопередаче. Ком-

плексное применение мелкозернистого шлакобетона во всех конструкциях такого здания позволяет получить экономический эффект по сравнению с керамзитобетоном в размере 6 р. на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

Достаточно перспективно использование мелкозернистого шлакобетона для производственных зданий. Высокое сопротивление теплопередаче позволяет в ряде районов нашей страны использовать колонны и ригели каркаса в качестве наружных ограждающих конструкций. В свою очередь, это дает возможность устанавливать панели наружных стен в свету между колоннами и ригелями, что приводит к уменьшению их площади на 27—30% и сопровождается значительным снижением материалоёмкости.

### Выводы

Ценные свойства мелкозернистых шлакобетонов на гранулированных доменных шлаках металлургических предприятий Урала, Сибири, Казахстана и Дальнего Востока обуславливают огромные размеры резервов повышения экономической эффективности строительства в этих районах. Вместе с тем приходится с сожалением отмечать, что эти резервы практически нигде не осваиваются несмотря на то, что не требуют больших капитальных вложений.

УДК 69:061.5:725/.728:658.012.2

Б. А. КОЛТЫНЮК, канд. техн. наук (СЗФ ЦЭНИИ при Госплане РСФСР)

## Планирование загрузки предприятий полносборного домостроения

Переход на возведение крупнопанельных зданий с улучшенными объемно-планировочными решениями требует, как правило, соответствующей модернизации технологического оборудования предприятий полносборного домостроения. Внедрение гибкой технологии в комплексе с организационными мероприятиями способно внести разнообразие в новую застройку и тем самым обеспечить создание градостроительных ансамблей, полностью отвечающих современным требованиям.

Программа предприятия, освоившего гибкую технологию, каждый раз при выполнении планового задания, состоящего из определенного набора блок-секций, колеблется в зависимости от числа

типоразмеров и марок изделий, входящих в комплект, необходимый для возведения этажа, секции или здания. Не менее важное значение при этом имеет уровень варибельности принятой для застройки продукции ДСК.

Сложность планирования загрузки технологических линий предприятия заключается еще и в том, что принятый за основу набор блок-секций исходя из конкретной планировочной ситуации может быть различным в разные месяцы. Кроме того, как известно, на очередность комплектации объектов большое влияние оказывает подготовленность территорий — наличие коммуникаций, фундаментов, средств механизации, подъездов и др.

В условиях неполной определенности возможности выполнения плановых заданий, включающих разнообразные по объемно-планировочным решениям крупнопанельные здания, и требований более полного использования производственных возможностей предприятия весьма сложно принять эффективное решение.

Указанные предпосылки привели к применению имитационного моделирования, которое, по существу, является единственным методом исследования сложных ситуаций, возникающих на ДСК, ориентированных на выпуск широкой и периодически изменяемой номенклатуры продукции.

Выбор эффективной технической по-

литики на стадии подготовки производства можно осуществить в два этапа: определить качественный (типы блок-секций) и количественный состав продукции в каждый плановый период; выбрать технологическое оборудование, позволяющее с минимальными издержками производства обеспечить монтажные площадки.

Исходными данными для решения задачи служат мощность предприятия, типы зданий или блок-секций (широтные, меридиональные, торцевые), номенклатура изделий, необходимая для возведения зданий, габариты форм и другие технико-экономические показатели технологических переделов предприятия, раскладка изделий в формах, нормативные или прогрессивные показатели использования технологического оборудования.

Особый практический интерес представляет выбор рационального состава индивидуальных и переналаживаемых форм, необходимых для изготовления широкой и периодически изменяемой номенклатуры изделий. Ориентация на групповые формы даже с модульной координацией элементов оснастки влечет за собой пусть незначительное, но увеличение всевозможных вкладышей и устройств переналадки. Поэтому снижение материалоемкости форм и сокращение числа их переналадок являются одной из важнейших задач повышения эффективности использования формовочного оборудования.

Решение этой задачи можно осуществить постоянным закреплением изделий исходя из технологической общности за индивидуальными формами, выбранными с учетом максимального использования их рабочей поверхности под определенную продукцию, а также за частично или полностью переналаживаемыми формами. Это позволяет лучше распределить формовую оснастку и соответственно сократить число переналадок форм, а в некоторых случаях даже отказаться от материалоемких типовых поддонов.

Для определения типа формы (универсальной или индивидуальной переналаживаемой) используется информация, содержащаяся в корреляционной матрице, в которой отражены характерные статистические особенности спроса на изделия. Так, месячный спрос на изделия одной группы описывается как случайный компонентный (по числу видов изделий) вектор  $x$  с математическим ожиданием  $(M. O.) \bar{x}$  и дисперсионной матрицей  $D_x$ .

Применяя алгоритм направленного перебора различных вариантов использования форм при выполнении разных плановых заданий, можно с достаточной для

практических расчетов точно найти оптимальное (по критерию минимума капитальных вложений на приобретение формовой оснастки) соотношение универсальных и переналаживаемых форм. При этом учитывается, что универсальная форма предназначена для изготовления изделий, аналогичных не только с точки зрения технологической общности, но и по переналаживаемости.

Аналогично рассмотренной выше методике производится анализ пропускной способности других переделов существующих или проектируемых заводов КПД.

Практический интерес представляет оценка заводской технологичности проектных решений крупнопанельных зданий, включенных в программу работ заводов КПД. Оценка производится по четырем факторам [1]:

изменение производственной мощности предприятия вследствие вынужденной в силу определенных градостроительных требований неравномерной загрузки технологических линий или неполного использования рабочего поля форм;

увеличение издержек производства на переналадку форм, создание и содержание дополнительного парка форм, эксплуатируемого не полностью;

увеличение трудоемкости и материалоемкости на изготовление изделий, связанное с их сложностью, увеличением объема работ на переработку;

несоответствие длительности процессов изготовления отдельных видов изделий ритму работы технологических линий или составу производственных операций.

С помощью имитационной модели можно проиграть всевозможные ситуации, складывающиеся на предприятии при выпуске широкой и периодически изменяемой продукции, и на основе полученных результатов разработать мероприятия, обеспечивающие рентабельную работу всех технологических переделов в результате повышения технологичности выпускаемых изделий [2].

Использование указанного подхода при определении потребной формовой оснастки на одном из домостроительных предприятий Ленинграда, выпускающем изделия для блок-секций крупнопанельных домов серии 137, позволило сделать интересные выводы.

Число типов секций, присутствующих в месячной программе заводов КПД, не возрастает прямо пропорционально увеличению производственной мощности. Это особенно важно в связи с наметившейся тенденцией реконструкции заводов КПД. Как показали многочисленные расчеты, выполненные в соответствии с изложенной методикой, влияние оказывают такие факторы, как значение блок-секций (рядовые, торце-

вые, угловые), их площадь. Так, для предприятий мощностью 100—150 тыс. м<sup>2</sup> общей площадью в год при застройке 9-этажными домами и выше число блок-секций не должно превышать 4, в то время как для предприятия мощностью 300 тыс. м<sup>2</sup> число секций может быть свыше 10.

Следует однако иметь в виду, что при достаточно высокой унификации изделий без ущерба качеству получаемых архитектурных ансамблей указанные ограничения могут быть изменены. К примеру, в системе «Мобиль», разработанной украинскими учеными и инженерами, число изделий насчитывает 80—100 марок. Поэтому ее использование на некоторых ДСК позволило снизить себестоимость конечной продукции на 15%, число переналадок оборудования — на 30—40%, заводские трудозатраты — на 20—25%.

Расчеты загрузки технологического оборудования при выпуске изделий для крупнопанельных домов серии 137 свидетельствуют, что на предприятии мощностью 100—150 тыс. м<sup>2</sup> формы могут эксплуатироваться не полностью, а в отдельные плановые периоды потребность в них вовсе отпадает. Речь идет о том, что из-за большой номенклатуры изделий и небольшой производительности технологических линий необходимый парк форм и оснастки используется неравномерно. В то же время при выпуске продукции на предприятиях мощностью 800 тыс. м<sup>2</sup> в год формовочное оборудование загружено полностью. Следовательно, при планировании использования оборудования на предприятиях малой мощности необходимо подбирать такой состав продукции, который обеспечивал бы при минимальных издержках производства максимальную вариативность заводского домостроения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудерман Л. Г. Технично-экономические основы совершенствования и развития предприятий полносборного домостроения. — М.: Стройиздат, 1984.
2. Расчет на ЭВМ потребности заводов КПД в формовой оснастке / Б. А. Колтынюк и др. — Бетон и железобетон, 1978, № 3.

К. Э. АРУТЮНОВ, инж. (МИСИ);  
Л. Г. РУДЕРМАН, канд. техн. наук (ЦНИИЭП жилища)

## Упорядочение пусконаладочных работ по вводу в эксплуатацию заводов сборного железобетона

Одним из важнейших условий, способствующих ускорению ввода в действие и своевременному освоению производственных мощностей, является выполнение в полном объеме и в нормативные сроки пусковых работ. Их значение особенно возрастает при техническом перевооружении и реконструкции действующих предприятий, где удельный вес затрат на технологическое и вспомогательное оборудование достигает 60—70% сметной стоимости.

К пусковым расходам или расходам на ввод объекта в эксплуатацию относятся затраты на проверку готовности предприятий, цехов и технологических линий к вводу их в действие путем комплексного опробования под нагрузкой всех машин и механизмов с наладкой оборудования и пробной выдачей продукции, предусмотренной проектом.

Без качественного выполнения пусковых работ на вводимых мощностях практически невозможно достигнуть проектных технико-экономических показателей. Однако из-за организационного и финансового несовершенства пускового периода возникает немало трудностей, снижающих уровень подготовленности мощностей к вводу в эксплуатацию. Тем самым в пусковой период создаются предпосылки к срыву нормативных сроков освоения производственных мощностей, ухудшению технико-экономических показателей, увеличению сроков окупаемости капитальных вложений.

В соответствии с нормами продолжительности строительства пусковой период является завершающей его стадией, а финансирование пусковых работ осуществляется, как правило, не за счет капитальных вложений, а за счет средств предприятия или кредита Госбанка СССР. Смена источника финансирования не способствует улучшению подготовки мощностей к вводу в эксплуатацию, поскольку влечет за собой сбой в единой технологической цепи процесса создания основных фондов. Поскольку источником финансирования работ по вводу объекта в эксплуатацию служат средства предприятия, то за их качество и сроки несет ответственность заказчик, хотя не-

редко в ходе таких работ и за их счет устраняются строительные-монтажные и другие недоделки. Генподрядчик часто затягивает, а порой и срывает сроки сдачи оборудования под пусконаладочные работы. Поэтому часть средств, выделенных на проведение пусковых работ, к моменту ввода объекта в эксплуатацию остается неосвоенной. Освоение средств на пусковые работы по введенным в эксплуатацию в 1980—1982 гг. предприятиям сборного железобетона показано в таблице.

| Наименование заводов | Сметная стоимость пусковых работ, тыс. р. | Освоено средств к моменту ввода в эксплуатацию |      |
|----------------------|---|--|------|
|                      |   | тыс. р.  | %    |
| ЖБК (Орел)           | 254,6                                     | 121,3  | 47,6 |
| ЖБИ № 11 (Армавир)   | 317,9                                     | 98,3   | 30,9 |
| КПД № 3 (Сумгаит)    | 430,5                                     | 211,0  | 49,0 |
| КПД № 1 (Кировобад)  | 629,8                                     | 227,0  | 36,0 |
| КПД Гродненского ДСК | 165,0                                     | 106,0  | 64,2 |
| ЖБИ № 8 (пос. Хабль) | 139,2                                     | 2,8  | 2,0  |

За неосвоение капитальных вложений руководители организаций заказчика и генподрядчика строго наказываются, а за неосвоение расходов на пусконаладочные работы за счет средств предприятий ответственности не несет никто. Как показали обследования, не завершенная до сдачи объекта в эксплуатацию часть пусконаладочных работ, переносимая на период эксплуатации, ухудшает технико-экономические показатели производства.

Обычно в пусковой период единый подрядчик по пусконаладочным работам отсутствует, заказчик должен своевременно заключить договоры о подрядах с 5..6 специализированными организациями на выполнение работ по наладке оборудования, систем и коммуникаций. Заключение договоров осложняется отсутствием правил с указанием юридической ответственности сторон.

До заключения договора о подрядах необходимо разработать и утвердить сметную документацию. Разработка проектно-сметной документации является прерогативой проектной организации, а смета на ввод в эксплуатацию по суще-

ствующему положению разрабатывается заказчиком или привлеченной им организацией. Практика показывает, что такой порядок снижает качество проектно-сметной документации. Сметная документация на ввод не подвергается также ведомственной экспертизе, а единственной экспертной инстанцией является учреждение Госбанка СССР, в которое предприятие обращается за кредитом. В проверенных за год Госбанком СССР сметах на пусконаладочные работы и комплексное опробование оборудования в общей сумме 639 млн. р. было выявлено приписок и завышений на 158 млн. р., или около 25%.

В некоторых отраслях промышленности (нефтеперерабатывающей, химической, цементной, металлургической и др.) существует положительный опыт подготовки предприятий к вводу в эксплуатацию. Здесь созданы специализированные пусконаладочные подразделения (тресты, управления), которые приступают к работе на объекте задолго до начала пускового периода и собственными силами, быстро и квалифицированно решают все организационные и производственные вопросы, связанные с подготовкой предприятий к вводу в эксплуатацию.

В промышленности сборного железобетона также назрела необходимость создания межведомственной специализированной пусконаладочной организации, которая на предприятиях отрасли обеспечивала бы подготовку мощностей к вводу в эксплуатацию, оказывала техническую помощь в ходе их освоения. Создание такой организации было бы экономически оправданным, поскольку, как показали проведенные авторами исследования, пусковые расходы составляют в среднем 6—8% капитальных вложений, а расходуются эти средства, как правило, малоэффективно.

Необходимо отметить, что в целом по народному хозяйству до сего времени не существует системы учета и планирования довольно значительных пусковых затрат. Отсутствует методика определения размера этих затрат.

Анализ фактических пусковых затрат предприятий сборного железобетона,

позволил установить соотношение их элементов. Они распределяются следующим образом: стоимость пусконаладочных работ — 58—62%, стоимость ресурсов — 12—15%, заработная плата — 21—24%, прочие затраты — 2—4%. Для создания инструмента планирования пусковых затрат рассмотрим удельные пусковые затраты. Они представляют собой расходы на подготовку производственных мощностей к вводу в эксплуатацию, отнесенные на единицу этих мощностей:

$$Y_{\text{п}} = \frac{C_{\text{п}}}{M} \quad (1)$$

где  $Y_{\text{п}}$  — удельные пусковые затраты, р/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{п}}$  — пусковые затраты предприятия, р.;  $M$  — вводимая мощность, м<sup>3</sup>.

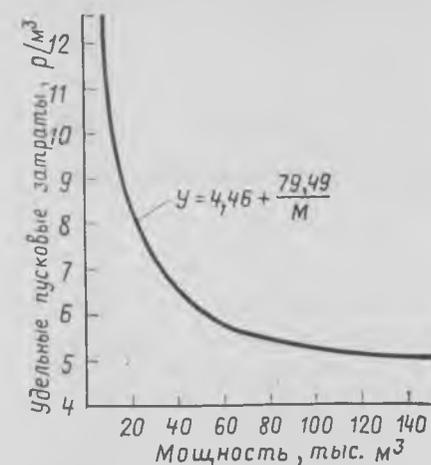
В результате корреляционно-регрессионного анализа было получено уравнение регрессии, наиболее точно аппроксимирующее зависимость удельных пусковых затрат от вводимой мощности:

$$Y = 4,46 + \frac{79,49}{M} \quad (2)$$

Кривая зависимости удельных пусковых затрат от мощности приведена на рисунке.

Уравнение (2) может быть использовано в качестве математической модели зависимости удельных пусковых затрат от вводимой мощности. С помощью полученного уравнения можно определить удельные пусковые затраты для любой мощности.

Предложенная авторами методика определения затрат на ввод в эксплуатацию предприятий сборного железобетона позволяет планировать их еще на стадии разработки проектно-сметной документации на строительство и определять общественно необходимые затраты по созданию основных фондов в целом.



Изменение удельных пусковых затрат в зависимости от мощности

Значительно усовершенствовать процесс подготовки предприятий сборного железобетона к вводу в эксплуатацию и тем самым повысить эффективность капитальных вложений в строительство новых, реконструкцию, техническое перевооружение и расширение действующих предприятий позволило бы осуществление ряда предлагаемых ниже мероприятий.

Поскольку пусковые расходы осуществляются до ввода основных фондов в эксплуатацию и являются составной частью капитального строительства, раз-

мер пусковых затрат зависит от качества строительно-монтажных работ, а списание их на себестоимость продукции в короткий период после ввода объектов в эксплуатацию снижает показатели эффективности производства, следует установить порядок планирования и учета пусковых расходов в составе капитальных вложений с отнесением их после ввода объекта в эксплуатацию на стоимость основных фондов.

Независимо от решения вопроса об изменении порядка планирования, учета и источников возмещения пусковых расходов необходимо разработать соответствующее Положение, предусмотрев в нем перечень расходов, предельные сроки проведения пусконаладочных работ, порядок разработки и утверждения сметно-технической документации на ввод, финансирование, учет и контроль, источники покрытия затрат и возмещение их после сдачи законченных строительством объектов в эксплуатацию.

Разработку и утверждение сметно-технической документации на ввод объекта в эксплуатацию необходимо осуществлять одновременно с разработкой и утверждением проектно-сметной документации на строительство и реконструкцию объектов и в ее составе.

Целесообразно создать межведомственный специализированный трест или управление для проведения наладочных работ и оказания технической помощи предприятиям сборного железобетона. Это позволило бы ускорить освоение проектных мощностей, повысить уровень их использования, увеличить эффективность капитальных вложений в материально-техническую базу строительства в целом.

УДК 693.554.22.002

А. А. ПЕТРОСЯН, инж. (Ереванстрой); Э. Р. КИМ, инж. (ЦНИИЭП жилища)

## Совершенствование организации производства арматурных сеток и каркасов

Номенклатура арматурных изделий типовых проектов полносборных жилых домов включает 60—70% марок сеток и каркасов, а их изготовление является одним из наиболее трудоемких процессов. Арматурные сетки и каркасы выпускают на одноточечных, многоточечных каркасостварочных и широкосеточных многоэлектродных машинах.

В ЦНИИЭП жилища установлено, что основные причины, влияющие на эф-

фективность изготовления сеток и каркасов, заключаются в низкой технологичности вследствие отсутствия должной унификации их параметров, в ограниченных технологических возможностях применяемого сварочного оборудования и в несовершенстве методов организации сварочного производства.

Для исследований приняты номенклатуры арматурных изделий шести блок-секций жилых домов серии 83 и москов-

ской серии КОПЭ-80, выпускаемых предприятиями годовой мощностью 70 и 320 тыс. м<sup>2</sup>.

Число марок сеток и каркасов в номенклатуре арматурных изделий указанных серий составляет 354 в серии 83 и 1100 в серии КОПЭ-80 при общем числе марок соответственно 549 и 1500.

Организация эффективного производства широкой номенклатуры арматурных изделий на существующем свароч-

ном оборудовании связана с большими трудностями. Увеличение номенклатуры изготавливаемых изделий при прочих равных условиях значительно снижает производительность сварочных линий, так как возрастают затраты на их переналадку.

Проверка технологичности номенклатур сеток и каркасов показала, что унификации подлежат расстояния между продольными стержнями и их диаметры, разнообразие которых вызывает наиболее трудоемкие переналадки. Установлено, что 30—35% марок каркасов можно выпускать на различных типах сварочных машин.

Для определения оптимального состава оборудования произведена технико-экономическая оценка вариантов изготовления номенклатур сеток и каркасов, в результате которой установлено, что наиболее эффективными являются многоточечные широкосеточные машины АТМС 14×75-7 в составе автоматизированных и полуавтоматизированных линий. Каркасы при этом выпускают в виде широких лент с разрезкой в процессе сварки на отдельные изделия. Продольные стержни каркасов поступают в сварочную машину в виде мерных стержней из бункера поперечных стержней, а поперечные — с бухтодержателей. Накоплен опыт незначительной модернизации широкосеточной сварочной машины, осуществляемый силами предприятия [1]. Работа арматурного цеха Гатчинского ДСК подтверждает эффективность использования широкосеточных сварочных машин для изготовления каркасов. Арматурный цех на протяжении многих лет является передовым в отрасли.

Обследованием действующих арматурных цехов установлено, что широкосеточные машины используются крайне неэффективно. Одна из причин такого положения заключается в том, что организация производства сеток предусматривает их раскладку в одну полосу по рабочей ширине машины. Анализ номенклатур сеток рассматриваемых серий жилых домов показал, что коэффициент использования рабочей ширины машины 0,5—0,6, что увеличивает себестоимость переработки.

Таким образом, одним из резервов снижения себестоимости изготовления сеток и каркасов является максимальное использование рабочей ширины широкосеточных машин, которое увеличивает их производительность и сокращает продолжительность сварки арматурных изделий. Сетки и каркасы необходимо укрупнять в широкие ленты и крупногабаритные карты. Такой подход к организации работы сварочных линий, как

подтверждает зарубежная практика, является весьма перспективным. Установлено, что при современном уровне унификации проектных решений наиболее целесообразно изготавливать только одинаковые марки сеток и каркасов в несколько полос по рабочей ширине машины.

Проверка номенклатуры сеток на технологичность свидетельствует, что 35—40% марок можно выпускать на широкосеточных машинах в двух положениях — в проектом и с поворотом на 90°. Выбор оптимального положения сварки сеток во многом предопределяет себестоимость и трудоемкость их изготовления. Так, при обследовании сварочных линий Очаковского завода ДСК-2 установлено, что сварка сеток в оптимальном положении снижает себестоимость на 1—2%.

На действующих предприятиях производительность линий используется на 30—50%, что вызвано простоями из-за вынужденных переналадок, время на осуществление которых составляет 20—40% общего времени сварки сеток. Особенно остро стоит вопрос о переналадках при производстве сеток в условиях широкой и постоянно изменяющейся номенклатуры изделий. Одним из важнейших направлений сокращения затрат на переналадку оборудования в действующих цехах является установление рациональной последовательности их проведения. Согласно исследованиям [2], при изготовлении широкой номенклатуры изделий оптимальным является четырех—восьмисменный запас сеток. С учетом запаса промышленного складирования определяют рациональную последовательность проведения переналадок сварочных машин. Разработанная методика оптимизации производства сеток и каркасов в качестве целевых функций учитывает максимальное использование рабочей ширины сварочной машины и минимальную трудоемкость переналадок. Это связано с трудоемкими расчетами на базе больших объемов информации, подбором вариантов для нахождения оптимальных решений, что практически невозможно осуществить без применения ЭВМ. Поэтому на основе методики составлен комплект программ для ЭВМ.

Уменьшение частоты проведения наиболее трудоемкой переналадки (изменения шага сварочных электродов) достигается изготовлением заданной номенклатуры изделий строго по партиям, в которые включаются только изделия с кратным для всех шагом продольных стержней. Затем в каждой партии группируют изделия с одинаковыми диаметрами продольных стержней, что сокра-

щает частоту замены бухт на бухтодержателях в автоматизированной линии, трудоемкость которой также значительна. При этом последовательность производства групп изделий в каждой партии устанавливают в порядке возрастания диаметра продольных стержней, что уменьшает частоту изменения режима сварки. Для сокращения времени следующей по трудоемкости переналадки (при изменении ширины сетки) в каждой полученной группе выделяют подгруппы, включающие изделия одинаковой ширины. Переход от одной подгруппы к следующей организовывается в порядке убывания ширины изделий. Это позволяет до начала перехода к изготовлению следующей партии или группы изделий, имеющей другой диаметр продольных стержней, одновременно со сваркой сеток последней подгруппы (т. е. наиболее узких изделий) приступить к замене свободных бухт на бухты с требуемыми диаметрами стержней. Далее в каждой подгруппе отдельно группируются изделия с одинаковыми диаметрами поперечных стержней и т. д. При этом выбор последовательности изготовления изделий при прочих одинаковых параметрах устанавливают на малосерийные марки для исключения их дефицита на сварочном участке. В конечном итоге определяют последовательность, при которой затраты на проведение переналадок минимальны.

Предложенная методика внедрена при организации сварочного производства на Очаковском заводе ДСК-2, для которого разработаны мероприятия по повышению эффективности изготовления арматурных сеток и каркасов. Реализация предложенных мероприятий позволила снизить себестоимость переработки на 10—11% и трудоемкость изготовления арматурных полуфабрикатов на 7—8%. Ожидаемый годовой экономический эффект составит более 50 тыс. р.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глобучик В. Г., Маннинен В. О., Волков Л. А. Производство арматурных изделий на Гатчинском ДСК. — Бетон и железобетон 1978. № 3.
2. Королев В. В. Методика определения эффективности работы оборудования для сварки арматурных сеток (с учетом переналадок). — В сб.: Технология заводского домостроения. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1973.

## Расчет оптимального варианта выпуска продукции на заводах КПД

Важнейшей задачей современного домостроительного предприятия является обеспечение выпуска продукции широкой и изменяемой номенклатуры, позволяющей возводить крупнопанельные жилые дома разнообразных вариантов. При этом предприятие должно иметь постоянную готовность изменять состав изготавливаемых комплектов изделий в период частичного или полного перехода на выпуск качественно новой продукции или при изменении состава домов и блок-секций, одновременно находящихся в застройке. Решению этой проблемы посвящена разрабатываемая единая система технологической и экономической подготовки производства (ЕСТЭПП) [1, 2].

Одним из наиболее важных является обеспечение технологических линий предприятия рациональным парком форм и оснастки, что позволяет бесперебойно поставлять на строительно-монтажные участки необходимые комплекты изделий. Выбору рационального состава парка форм и оснастки предшествует расчет номенклатуры изделий по объему и количественным соотношениям типов домов и блок-секций, определяющих производственную программу предприятия. В отличие от традиционного метода в ЦНИИЭП жилища расчет годовой программы производства изделий ведется не по одному принятому количественному соотношению типов домов и блок-секций, а по ряду заранее составленных соотношений или расчетных вариантов. Этот метод позволяет рассчитывать парк форм для некоторой рациональной области изменяемого состава комплектов изделий. Расчеты, связанные с перебором различных вариантов, осуществляют на ЭВМ. Указанный метод предполагает решение задачи в три этапа.

На первом этапе производится расчет номенклатуры изделий с определением необходимого парка форм по нескольким принятым количественным соотношениям наборов типов домов, блок-секций и т. д.

На втором этапе рассчитывается изменяемость состава парка форм по каждому из расчетных вариантов или

соотношений. Определенное на первом этапе число форм по каждой марке и каждому расчетному варианту сопоставляется с соответствующим числом форм по базовому варианту. За базовый может быть принят один из расчетных вариантов по соотношению принятых типов домов или блок-секций. При анализе выпуска новой продукции на действующей технологической линии ДСК в качестве базового принимается имеющийся комплект форм.

Таким образом, на втором этапе необходимо увеличение числа форм определяется путем вычитания из принятого их числа по каждому расчетному варианту соответствующего числа форм тех же марок по базовому варианту. Кроме определения дополнительного числа форм, рассчитываются их марка и стоимость по базовому варианту и масса дополнительных форм и оснастки по всем остальным вариантам, а также определяется величина дополнительных денежных затрат на расширение парка форм.

На третьем этапе выбираются рациональная область изменяемости наборов комплектов продукции ДСК и оптимальный парк форм и оснастки, обеспечивающий ее выпуск в выбранных пределах.

Для технологических линий с переналаживаемыми поддонами, со съемной или передвижной бортовой и проемобразующей оснасткой наряду с определением необходимого числа комплектов ее форм следует выбрать оптимальный

вариант переналадок и загрузки форм. Решается задача с помощью статистической модели выбора возможных и оптимальных вариантов загрузки и переналадки форм, реализованной в специально разработанной программе для ЭВМ [3].

Предлагаемый метод расчета парка форм может быть использован также и для анализа возможного обеспечения действующим заводом выпуска изменяемых составов продукции. Такой расчет был проведен ЦНИИЭП жилища для Нарофоминского ДСК Главмособлстроя, ведущего строительство 5- и 9-этажных жилых домов серии 90. При этом осуществлялся технико-экономический анализ производства завода при выпуске различных вариантов комплектов продукции и был произведен расчет необходимого числа их, обеспечивающего заданный уровень затрат 90 коп. на 1 р. товарной продукции. Предлагалось рассмотреть четыре варианта составов комплектов крупнопанельной продукции при программе предприятия 88 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год при соотношениях:

вариант I — 40% 9-этажных и 60% 5-этажных домов  
вариант II — 70% 9-этажных и 30% 5-этажных домов  
вариант III — 30% 9-этажных и 70% 5-этажных домов  
вариант IV — 50% 9-этажных и 50% 5-этажных домов

Кроме того, в состав только первого варианта включался 9-этажный дом с поворотной блок-секций 90-31/1.2.

Расчет выполняли для всех технологических линий завода, оснащенных: на производство панелей перекрытий на конвейерной линии с выносными наземными щелевыми камерами тепловой обработки; на изготовление панелей наружных стен на конвейерной линии с подземными щелевыми камерами; на касетное производство панелей внутренних стен и перегородок; на производство доборных элементов по поточно-агрегатной технологии с наземными ямными камерами.

Результаты расчета по производству панелей перекрытий на программу завода 88 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год приведены в табл. 1.

Как показал расчет, производительность конвейерной линии по производству панелей перекрытий обеспечит выпуск комплектов изделий на заданную программу предприятия. Производство любого из принятых комплектов панелей перекрытий ведет к увеличению фактического парка оснастки линии от 6,6 т по варианту IV до 18,7 т по варианту III, что составляет от 3,5 до 10% массы переналаживаемой оснастки.

В табл. I приведена также величина

Таблица 1

| Варианты | Число формовок за: |      | Увеличение парка форм и оснастки, т | Относительное увеличение парка форм, % | Дополнительные капиталовложения, тыс. р. |
|----------|--------------------|------|-------------------------------------|--|--|
|          | сут                | год  |                                     |  |  |
| I        | 27,1               | 6775 | 10,6                                | 5,7                                    | 5,5                                      |
| II       | 26,37              | 6592 | 18,7                                | 10,08                                  | 9,7                                      |
| III      | 28,82              | 7205 | 11,1                                | 5,98                                   | 5,8                                      |
| IV       | 27,04              | 6760 | 6,6                                 | 3,5                                    | 3,4                                      |

Примечание. Базовый вариант (фактическая производительность): число формовок — 31,5 в сут, 7869 в год.

дополнительных затрат на расширение парка технологической оснастки по каждому варианту. Нетрудно заметить, что производительность конвейерной линии не только обеспечит выпуск необходимых комплектов изделий по каждому из вариантов, но будет иметь и некоторый резерв. Величина этого резерва составит для наиболее загруженного варианта (вариант II)

$$\frac{7869 - 7205}{7869} 100\% = 8,5\% ;$$

для наименее загруженного (вариант III)

$$\frac{7869 - 6592}{7869} 100\% = 16,3\% .$$

Аналогичные расчеты по остальным технологическим линиям показали, что производительность предприятия обеспечит выпуск планируемых комплектов изделий по всем четырем вариантам состава продукции ДСК.

Обобщающим показателем, характеризующим эффективность работы предприятия, является себестоимость продукции. Для сравнительной характеристики уровня себестоимости используются показателем затрат на 1 р. товарной продукции, который отражает организационно-технический и хозяйственный уровень работы предприятия. Результаты расчета величины затрат на производство изделий на Наро-Фоминском ДСК приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наибольшие затраты производства на единицу продукции приходится на II вариант, а минимальная себестоимость соответствует III варианту. Расхождение между себестоимостями по максимальному и минимальному вариантам составит 1,86 р., или 2,9%. Затраты на 1 р. то-

Таблица 2

| Вариант | Годовой объем производства, м³ | Себестоимость производства    |                         | Затраты на 1 р. товарной продукции |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|         |                                | на годовую программу, тыс. р. | единицы продукции, р/м³ |                                    |
| I       | 62 367                         | 3990                          | 63,97                   | 0,95                               |
| II      | 59 762                         | 3875                          | 64,84                   | 0,96                               |
| III     | 66 183                         | 4168                          | 62,98                   | 0,94                               |
| IV      | 62 487                         | 997                           | 63,97                   | 0,95                               |

варной продукции по всем вариантам колеблется от 0,94 до 0,96 р., однако не достигают заданного уровня в размере 90 коп. соответствующего уровня по первоначальному проекту завода.

Это свидетельствует о наличии неиспользованных резервов производства. Как показали расчеты, для достижения требуемого уровня затрат производительность завода должна составлять: для варианта I—76871,4 м³, или 108 тыс. м² общей площади в год; для варианта II—77178 м³, или 114 тыс. м²; для варианта III—77157 м³, или 102,5 тыс. м²; для варианта IV—76959,5 м³, или 108 тыс. м².

Однако полученный необходимый уровень производительности предприятия выше мощности завода, утвержденной Госпланом РСФСР.

Дальнейший анализ показал, что полученные объемы выпуска продукции могут быть достигнуты без существенных дополнительных затрат на реконструкцию или технического перевооружения действующего производства, а за счет выполнения ряда организационно-технических мероприятий по расшивке «узких мест» и интенсификации производства. Завершающим этапом явилась

разработка конкретных предложений по интенсификации производства домостроительной продукции на действующих технологических линиях Наро-Фоминского ДСК. В настоящее время комбинат приступил к реализации предложений института.

Разработанные в рамках системы ТЭПП и используемые в ЦНИИЭП жилищно-коммунального хозяйства методические положения позволяют определять рациональные области изменения состава комплектов продукции, оптимального состава парка форм и технологической оснастки, оптимальных вариантов переоснастки и загрузки форм на вновь проектируемых, а также на действующих технологических линиях и предприятиях КПД. Они могут быть использованы для проведения технико-экономического анализа действующего производства, оценки его организационно-технического уровня и последующей разработки мероприятий по интенсификации и повышению эффективности производственных линий и работы предприятий в целом.

Использование указанных методик позволит в значительной мере снизить влияние изменения номенклатуры на производственную мощность действующих предприятий полносборного домостроения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации по технологической и экономической подготовке производства на предприятиях крупнопанельного домостроения. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1978.
2. Рудерман Л. Г. Техничко-экономические основы совершенствования и развития предприятий полносборного домостроения. — М.: Стройиздат, 1984.
3. Цуранов Н. М., Скляр Н. И. Выбор оптимального варианта загрузки парка форм с использованием методов линейного программирования. — В кн.: Эффективность заводского производства крупнопанельных изделий. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1980.

УДК 69.056.52.003

В. Т. КАРПУНИН, канд. техн. наук (ЦНИИЭП жилища)

## Анализ и оценка организационно-технического уровня заводского производства

Эффективность производства крупнопанельных изделий на различных домостроительных предприятиях колеблется в широких пределах. Наряду с различной производственной мощностью предприятий, номенклатурой выпускаемой продукции и другими факторами это обстоятельство в значительной мере является следствием применяемых тех-

нических решений и уровня организации производства и труда. Повышение эффективности производственной базы крупнопанельного домостроения требует постоянного изучения и анализа ее организационно-технического уровня как на отдельных предприятиях, так по отрасли в целом, позволяющих разработывать предложения по ее совершен-

ствованию. В ЦНИИЭП жилища предложена специальная методика, которая в настоящее время пошла апробацию. Она позволяет сравнивать работу различных предприятий. Технический уровень заводского производства отражает прогрессивность применяемых технологических процессов и оборудования, степень механизации и авто-

матизации производства, срок службы оборудования. Организационный уровень заводского производства отражает уровень управления и организации производства и труда. Он характеризуется ритмичностью выпуска продукции и обеспечения производства сырьем и материалами, степенью использования материально-технических и трудовых ресурсов. Оценку и анализ организационно-технического уровня заводского производства осуществляют в два этапа. На первом с использованием натуральных показателей выполняют предварительную оценку организационно-технического уровня производства. На втором производят факторный анализ организационно-технического уровня по отдельным предприятиям. В результате предварительной оценки устанавливают лучшие, средние и худшие технологические переделы рассматриваемых предприятий. Сбор данных производится с использованием специально разработанных форм-анкет.

В составе заводского производства предприятий учитывают формовочные линии по изготовлению изделий, арматурный цех, бетоносмесительный цех, склад заполнителей, склад цемента, склад готовой продукции и ремонтно-механический цех.

Сравнение и предварительную оценку организационно-технического уровня технологических переделов осуществляют с учетом удельных натуральных показателей, определяющих величину приведенных затрат по переработке продукции. К ним относятся потребность в производственной площади (для складов цемента и заполнителей потребность в их емкости), металлоемкость технологического оборудования, трудозатраты работающих, расход технологического пара и электроэнергии.

Стоимостные показатели технологических переделов (себестоимость переработки, стоимость фондов, приведенные затраты по различным предприятиям) несопоставимы, так как стоимость строительных-монтажных работ, оборудования, энергоресурсов, а также величина заработной платы в нашей стране дифференцированы. Приведение их в сопоставимый вид сложно и трудоемко. Обобщающим показателем организационно-технического уровня технологического передела является его суммарная оценка в баллах. Величину балла по какому-либо показателю (металлоемкость, трудозатраты и т. д.) определяют по формуле

$$B_i = \frac{A_i}{A_{i \min}} P_i, \quad (1)$$

где  $B_i$  — балльная оценка данного пере-

| Показатели на 1 м <sup>3</sup>                          | Линии  |        |        | Весовые коэффициенты показателей | Минимальное значение показателя | Балльная оценка по линиям |       |      |
|---|--------|--------|--------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------|------|
|   | 1      | 2      | 3      |                                  |                                 | 1                         | 2     | 3    |
| Потребность в производственных площадях, м <sup>2</sup> | 0,08   | 0,08   | 0,06   | 0,2                              | 0,063                           | 0,254                     | 0,240 | 0,20 |
| Металлоемкость оборудования, кг                         | 22,10  | 24,80  | 20,20  | 0,42                             | 20,2                            | 0,459                     | 0,515 | 0,42 |
| Трудозатраты, чел.-ч                                    | 3,19   | 3,1    | 2,98   | 0,3                              | 2,98                            | 0,321                     | 0,321 | 0,30 |
| Расход технологического пара, кг                        | 300,00 | 140,00 | 140,00 | 0,05                             | 140                             | 0,107                     | 0,050 | 0,05 |
| Расход электроэнергии, кВт-ч                            | 10,20  | 12,30  | 10,30  | 0,03                             | 10,2                            | 0,030                     | 0,036 | 0,03 |

Примечание. Линии: 1 — полуконвейерная линия с пакетами термоформ; 2 — конвейерная с щелевыми наземными камерами; 3 — конвейерная с подземными щелевыми камерами.

дела по  $i$ -му показателю;  $A_i$  — абсолютная удельная величина  $i$ -го показателя по данному переделу;  $A_{i \min}$  — минимальное значение  $i$ -го показателя в группе сравниваемых переделов;  $P_i$  — весовой коэффициент, учитывающий степень влияния  $i$ -го показателя на величину приведенных затрат.

Суммарная балльная оценка организационно-технического уровня технологического передела

$$B_{\tau, \Pi} = \sum_{i=1}^5 B_i. \quad (2)$$

Для большей наглядности суммарные балльные оценки представляют относительными величинами. Для этого минимальное значение суммарной оценки в группе делят на величину оценки данного передела. Полученный в результате  $B_{\tau, \Pi}^0$  называется обобщающим показателем и изменяется от 0 до 1. Чем больше значение показателя, тем более высокий организационно-технический уровень технологического передела.

Сравнение суммарных балльных оценок технологических переделов производят по группам с одинаковым или близким (отклонение не более 10%) коэффициентом использования мощности предприятия и годовой производительности с пересчетом на двухсменный режим работы. Технологические линии, кроме того, распределяются с учетом конструктивных особенностей выпускаемых изделий.

Обобщающие и отдельные показатели технологических переделов приводят в сопоставимый вид с учетом степени заводской готовности продукции, числа выпускаемых марок изделий и режима работы.

Пример предварительной оценки организационно-технического уровня трех технологических линий по изготовлению панелей наружных стен приведен в таблице. Годовая производительность линий, число выпускаемых марок, степень заводской готовности и конструктивные характеристики изделий на всех

линиях одинаковы. Оценка линий по балльному показателю и приведенным затратам следующие:

| Показатели                                   | Линии |       |      |
|--|-------|-------|------|
|  | 1     | 2     | 3    |
| Суммарная оценка, баллы                      | 1,17  | 1,16  | 1,0  |
| Относительная оценка по баллам               | 0,86  | 0,86  | 1,0  |
| Приведенные затраты, р/м <sup>3*</sup>       | 12,90 | 12,82 | 11,1 |
| Относительная оценка по приведенным затратам | 0,86  | 0,87  | 1,0  |

Организационно-технический уровень заводского производства в целом  $B_{\tau, \Pi}$  оценивается по обобщающим показателям технологических переделов с учетом их весомости в приведенных затратах

$$B_{\tau, \Pi} = \sum_{i=1}^{11} B_{\tau, \Pi i}^0 P_{\tau, \Pi i}, \quad (3)$$

где  $B_{\tau, \Pi i}^0$  — обобщающий показатель  $i$ -го технологического передела;  $P_{\tau, \Pi i}$  — весовой коэффициент  $i$ -го технологического передела.

Рекомендуемая величина весовых коэффициентов, принятая на основе результатов предельного анализа действующих предприятий следующая:

| Технологические переделы           | $P_{\tau, \Pi i}$ |
|------------------------------------|-------------------|
| Производство панелей наружных стен | 0,15              |
| То же, внутренних стен             | 0,12              |
| То же, перекрытий                  | 0,12              |
| Производство доборных изделий      | 0,11              |
| Производство доборных элементов    | 0,09              |
| Арматурный цех                     | 0,11              |
| Бетоносмесительный цех             | 0,07              |
| Склад цемента                      | 0,02              |
| Склад заполнителей                 | 0,05              |
| Склад готовой продукции            | 0,06              |
| Ремонтно-механический цех          | 0,1               |

Показатели организационно-технического уровня заводов КЖД в целом, рассчитанные таким способом, в большей степени оценивают технические решения производства, так как на уровне переделов определяются по группам с одинаковым (или близким) коэффициентом использования мощности предприятия. Организационный уровень производства характеризуется главным образом степенью использования имею-

\* Рекомендации по технико-экономической оценке и выбору схем формования крупнопанельных изделий. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1973.

щихся материально-технических и трудовых ресурсов, а значит коэффициентом использования производственной мощности предприятия. Значения коэффициента  $K_m$ , учитывающего снижение организационно-технического уровня предприятия в зависимости от использования мощности, можно принимать следующими:

| Использование мощности, % | $K_m$ |
|---------------------------|-------|
| 30                        | 0,42  |
| 40                        | 0,53  |
| 50                        | 0,63  |
| 60                        | 0,72  |
| 70                        | 0,80  |
| 80                        | 0,87  |
| 90                        | 0,94  |
| 100                       | 1,00  |

С учетом изложенного оценка организационно-технического уровня заводов в целом

$$U_{ог} = B_{ц} K_m. \quad (4)$$

Сравнение полученных оценок производят по группам предприятий с одинаковым уровнем прогрессивности выпускаемой продукции, которая характеризуется реализацией основных направлений ее совершенствования на современном этапе (разнообразие застройки, качество жилища, экономия материалов и т. д.).

Предварительная оценка организационно-технического уровня технологических переделов и заводов позволит

выявить лучшие и худшие из них, что необходимо для дальнейшего анализа. Анализ с использованием фактических (а не расчетных) показателей поможет определить наиболее рациональные технологические схемы для переделов разнородной производительности. В результате анализа можно установить технологические пределы, которые в большей степени и наиболее часто снижают общий организационно-технический уровень предприятий.

Факторный анализ (II этап) выполняют при обследовании предприятий. Анализ технического уровня технологических переделов производят с учетом прогрессивности технологии и оборудования, уровня механизации и автоматизации производства и срока службы оборудования. По заводам в целом к этим факторам добавляют показатели сопряженности технологических переделов и выполнения планов по новой технике.

При анализе организационного уровня переделов учитывают укомплектованность рабочими кадрами и уровень их квалификации, ритмичность выпуска продукции, простои и их причины. На уровне предприятия к ним добавляют факторы применения прогрессивных

форм стимулирования производительности труда и качества продукции, среднемесячное число срывов поставок изделий на стройплощадку.

В 1984 г. ЦНИИЭП жилища с использованием разработанной методики выполнил предварительную оценку организационно-технического уровня технологических переделов около 60 предприятий (I этап). Средний показатель  $B_{ц.ср}$  по обследованным предприятиям без учета понижающего коэффициента на использование мощности  $K_m$  составил 0,66. Наиболее низкие показатели по формовочным переделам имеют технологические линии по производству доборных изделий и объемных элементов (0,66 и 0,56), по неформовочным переделам — ремонтно-механические и бетоносмесительные цехи (0,54 и 0,59). С учетом весомости технологических переделов в заводском производстве для повышения его эффективности необходимо совершенствовать производство панелей наружных стен, объемных элементов, доборных изделий, а также ремонтно-механические и арматурные цехи. В настоящее время ЦНИИЭП жилища выполняет факторный анализ технологических переделов с целью выявления причин различной эффективности их работы.

УДК 69.003:658.153

Г. В. МАЛИК, канд. экон. наук (Харьковский завод ЖБК-5);  
Н. М. ХОМЕНКО, канд. экон. наук (Харьковский инженерно-экономический ин-т)

## Эффективное использование оборотных средств в производственных запасах на заводах сборного железобетона

Опыт работы завода ЖБК-5 ПО Харьковжелезобетон показывает, что ведущим фактором, определяющим эффективность использования оборотных средств, является использование внутренних хозяйственных резервов. Экономия материалов, внедрение прогрессивной технологии, своевременное и качественное исполнение каждым работником обязанностей создали основу для лучшего использования оборотных средств и непрерывного повышения эффективности производства. Только в последнее время на предприятии внедрены меро-

приятия по снижению себестоимости изделий, уменьшающие сумму оборотных средств в запасах готовой продукции и незавершенного производства.

Для удешевления изделий в бетонную смесь, содержащую цемент, заполнитель, воду, казеин и жидкое стекло, дополнительно предложили вводить сульфитно-дрожжевую барду и исключить сравнительно дорогой казеин. Использование бетонной смеси со специальными добавками кроме экономии материалов позволило снизить относительный размер текущих запасов це-

мента на 1,2% в днях обеспеченности.

Успешно освоено производство прогрессивных безнапорных железобетонных труб эллиптического сечения 1260×800 мм с подошвой-основанием длиной 5 м. Такие трубы эквивалентны по пропускной способности круглым диаметром 1 м. Снижение расхода арматурной стали по сравнению с типовыми трубами круглого сечения с подошвой составляет 4,8%.

Более рациональная конструкция разработанной на заводе эллиптической трубы позволила снизить расход арма-

турной стали на 8,5% по сравнению с трубами, рекомендованными Мосинж-проектом.

Значительно улучшилась технологичность изделия по укладке бетона при изготовлении труб методом горизонтальной виброформования. Большая ширина подошвы (640 мм) при общей ширине изделия 960 мм и толщине стенок 80 мм обеспечивает свободную укладку и прохождение бетонной смеси в почти вертикальные стенки трубы. Жесткость бетонной смеси увеличилась до 30 с по стандартному вискозиметру. Снижение расхода бетона по сравнению с круглыми трубами составило 14%.

Практика передовых заводов ЖБК показывает, что техническое совершенствование производства позволяет сокращать длительность производственного цикла и ускорять оборачиваемость оборотных средств. Это достигается внедрением непрерывно действующего оборудования и поточных конвейерных систем с комплексной механизацией и автоматизацией, а также специализации и интенсификации производственных процессов. Так, на заводе ЖБК-5 разработана и освоена поточная технология производства трубофильтров для дрепажных систем. Эффективную технологическую линию разместили в действующем цехе по изготовлению колонн без уменьшения объема их производства. Функционирует замкнутый однорусный конвейер с линией термообработки изделий с механизированным постом расформовки и контейнеризацией трубофильтров. Оборудование механизированной линии производства трубофильтров изготовлено силами предприятия. Годовой экономический эффект от применения трубофильтров только в Харькове составит более 0,5 млн. р. Освоение прогрессивного вида изделий позволило увеличить объем выпуска и реализации продукции и уменьшить относительную величину оборотных средств в производственных запасах. Размер производственных запасов непосредственно связан с объемом производства. Снижение материальных затрат на единицу продукции позволяет улучшить их использование и значительно сократить размер оборотных средств в производственных запасах. Предприятия располагают в этой области значительными неиспользуемыми резервами.

Динамика коэффициентов материалоемкости (отношение материальных ценностей к смете затрат на производство) по заводам ЖБК ПО Харьковжелезобетон с использованием математических методов обработки временных рядов за 1975—1983 гг. отражена в таблице.

| Заводы ЖБК | Уравнения                          | Прирост, % | Дисперсия ошибок $\sigma$ | Вариация, % |
|------------|------------------------------------|------------|---------------------------|-------------|
| 1          | $\bar{M}_t = 0,590 (1 - 0,0044)^t$ | -0,44      | 0,007                     | 1,2         |
|            | $\bar{Z}_t = 7,4 (1 - 0,0696)^t$   | -6,96      | 0,520                     | 7,1         |
| 2          | $\bar{M}_t = 0,584 (1 - 0,0005)^t$ | -0,05      | 0,020                     | 3,4         |
|            | $\bar{Z}_t = 8 - 8 (1 - 0,550)^t$  | -5,50      | 0,820                     | 8,4         |
| 4          | $\bar{M}_t = 0,648 (1 + 0,0020)^t$ | 0,20       | 0,010                     | 1,5         |
|            | $\bar{Z}_t = 9,6 (1 - 0,0637)^t$   | -6,37      | 0,730                     | 8,5         |
| 5          | $\bar{M}_t = 0,606 (1 - 0,0182)^t$ | -1,82      | 0,016                     | 2,5         |
|            | $\bar{Z}_t = 8,3 (1 - 0,434)^t$    | -4,39      | 0,280                     | 5,0         |
| 13         | $\bar{M}_t = 0,697 (1 - 0,0130)^t$ | -1,30      | 0,012                     | 1,7         |
|            | $\bar{Z}_t = 8,3 (1 - 0,525)^t$    | -5,25      | 0,330                     | 4,0         |

Как видно из таблицы, коэффициент материалоемкости имеет тенденцию к снижению. Наиболее приемлемой формой связи оказалось выравнивание по экспоненте. Снижение коэффициентов материалоемкости происходит наиболее интенсивно на заводах ЖБК-5 и 13, более медленно — на заводе ЖБК-2, что свидетельствует о повышении эффективности использования производственных запасов в условиях увеличения объема реализации продукции в объединении. Повышение этого показателя наблюдается только на заводе ЖБК-4. Это предприятие оснащено устаревшей техникой, и поэтому на выпуск продукции требуется больше оборотных средств в производственных запасах. Следует указать на стабильность выявленных тенденций, о чем свидетельствуют незначительные величины дисперсии и коэффициентов вариации. Уровень вариации 1,2—3,4% характеризует устойчивое изменение рассматриваемого показателя.

В основу расчета норматива оборотных средств по производственным запасам входит показатель загрузки оборотных средств. Отношение производственных запасов к товарной продукции на предприятиях объединения снижается (см. таблицу). Эти данные указывают на закономерность роста товарной продукции над производственными запасами. Величина загрузки оборотных средств на 1 р. товарной продукции превышает плановый показатель. Размер достигнутого снижения должен учитываться при разработке прогрессивного норматива производственных запасов.

Анализ рядов динамики обнаруживает прямую зависимость между коэффициентом материалоемкости и загрузкой оборотных средств в производственные запасы. После выполнения сложных расчетов по данным завода

ЖБК-5 получим модель для рассматриваемых рядов динамики

$$\bar{Z}_t = 5,98 (1 - 0,0267)^t M_t + 4,43 (1 - 0,0434)^t.$$

Уравнение динамично и позволяет прогнозировать величину загрузки оборотных средств в производственных запасах по коэффициенту материалоемкости, который изменяется во времени и учитывает величину достигнутого снижения. Вариация прогноза составляет 1,25%. Найденную вариацию принимают за приближенное значение относительной погрешности прогноза.

Анализ полученной прогнозируемой модели показывает, что сокращение коэффициента материалоемкости на 1% снижает загрузку оборотных средств в производственные запасы на 0,6%. Расчет укрупненных нормативов оборотных средств по производственным запасам с учетом прогнозируемых показателей материалоемкости и среднего снижения в базисном периоде запасов на 1 р. товарной продукции производится для всех предприятий объединения.

Снижение материалоемкости изготовляемых железобетонных изделий только на заводе ЖБК-5 позволило сократить за последние два года относительную сумму оборотных средств в производственных запасах на 25 тыс. р. При увеличении объема реализуемой продукции на 3,8% продолжительность одного оборота средств сократилась на 4,2%.

## Новые книги

### Стройиздата

Крейнина М. Н., Соколов Н. П. Экономическое стимулирование реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий. — М.: Стройиздат, 1985.

Методика выявления дефектов и оценки эксплуатационных свойств кровель железобетонных крыш зданий. — М.: Стройиздат, 1985.

Бартелими Б., Крюппа Ж. Огнестойкость строительных конструкций. — М.: Стройиздат, 1985.

Зайцев Ю. В., Промыслов В. Ф. Строительные конструкции: Учеб. для техникумов. — М.: Стройиздат, 1985.

Кожин В. А., Заверняев В. А. Аттестация качества строительных конструкций жилых зданий. — М.: Стройиздат, 1985.

Асанбеков Х. А. Долговечность сборных конструкций многоэтажных зданий. — М., Стройиздат, 1985.

З. А. КЛЮКОВИЧ, инж. (Новочеркасский инженерно-мелиоративный ин-т)

## Экономическое стимулирование производства эффективных конструкций

Осуществляемый в настоящее время в строительной индустрии комплекс мероприятий по совершенствованию хозяйственного механизма должен быть в большей мере ориентирован на усиление заинтересованности предприятий сборного железобетона в освоении и производстве высокоэффективных железобетонных конструкций.

Такая заинтересованность в освоении производства новых видов конструкций зависит прежде всего от того, насколько это влияет на хозяйственные показатели деятельности предприятий. Как свидетельствует опыт, в период освоения новых конструкций экономические результаты работы существенно ухудшаются, поскольку рентабельность новых изделий даже после второго года серийного выпуска обычно ниже среднеотраслевой; нередко их производство является убыточным. В то же время конструкции, выпускаемые серийно в течение 8...10 лет, обеспечивают рентабельность выше среднеотраслевой. Поэтому, как правило, чем выше доля новых конструкций в общем объеме продукции, тем ниже уровень рентабельности производства. Увеличение доли эффективных конструкций на Новочеркасском заводе сборного железобетона с 5,7% в 1980 г. до 26,7% в 1982 г. привело к снижению рентабельности за этот период с 33 до 29,9%. Уменьшение доли эффективных конструкций в объединении «Моспромжелезобетон» с 65,8% в 1980 г. до 56,7% в 1982 г. сопровождалось ростом рентабельности с 5,8 до 8,7%.

Как показало обследование группы предприятий, на 20% из них в течение 1980—1982 гг. достигнуто увеличение доли прогрессивных изделий в общем объеме производства; 15% составили предприятия, где уровень производства остался неизменным, а на остальных прослеживается тенденция к снижению этой доли в отдельных случаях на 40—50%.

Возникающие противоречия между стремлением предприятий улучшить экономические показатели деятельности и задачами расширения производства прогрессивных конструкций оказывают

сдерживающее влияние на темпы технического прогресса, тем более что существующий порядок финансирования дополнительно возникающих затрат на освоение новых конструкций не обеспечивает полную компенсацию расходов предприятий. За счет специальных источников на многих предприятиях компенсируется не более 50% дополнительных затрат, а остальные расходы по освоению и выпуску новой продукции прямо относятся на ее себестоимость, что ведет к ее удорожанию и снижению рентабельности производства.

Сложившаяся в промышленности сборного железобетона система финансирования цикла «исследование — производство» характеризуется множественностью недостаточно увязанных между собой источников, основным из которых является фонд развития производства (ФРП). Как показывает проведенное на предприятиях стройиндустрии обследование, ФРП не создает условий для их динамичного технического перевооружения. Несмотря на установленный порядок, мероприятия, осуществляемые за счет средств этого фонда, не обеспечиваются в первоначальном порядке материально-техническими ресурсами, лимитами капитальных вложений и подрядных работ. Вышестоящие организации в нарушение прав предприятий централизуют до 80% ФРП вместо 15%, установленных инструктивными документами по министерствам (ведомствам) в целом.

На подавляющем числе обследованных предприятий сборного железобетона различных министерств и ведомств доля используемых средств на внедрение новой техники из централизованной части ФРП составляет в среднем 20—30%, а на отдельных предприятиях — еще меньше.

Множественность источников финансирования, неполное использование даже тех ограниченных средств, которые направляются на освоение и внедрение новой техники, существенно затрудняют производство эффективной продукции. Поэтому кардинальное решение проблемы использования финансово-экономических рычагов ускорения раз-

работки и освоения прогрессивных железобетонных конструкций состоит в образовании в строительных министерствах и ведомствах единых фондов развития науки и техники (ЕФРНТ). Реализуя принципы самокупаемости затрат на техническое развитие производства, этот фонд правомочно образовывать за счет отчислений от прибыли. Но поскольку в промышленности сборного железобетона значительное число предприятий является планово-убыточными, на первом этапе формировать ЕФРНТ целесообразно за счет двух источников — прибыли и себестоимости. По мере роста рентабельности предприятий сборного железобетона, увеличения массы прибыли, полученной ими в результате внедрения научно-технических достижений, можно постепенно изменить соотношение этих источников такими образом, чтобы прибыль становилась главным, а затем единственным источником.

Необходимым условием повышения экономической заинтересованности предприятий является совершенствование методов установления цен на новые железобетонные конструкции.

Введенный в 1981 г. преysкурант на сборный железобетон улучшил систему стоимостных измерителей производства продукции, расширил номенклатуру охватываемых конструкций. Вместе с тем задачи стимулирования выпуска эффективных железобетонных конструкций в новых ценах учтены недостаточно. Для ускорения снятия с производства устаревших конструкций, изготовленных по отмененным сериям проектов, в преysкуранте введена штрафная санкция — понижающий коэффициент к оптовым ценам. Как показал анализ, на практике этот стимул почти не применяется, так как коэффициент не распространяется на железобетонные изделия, поставляемые для строек, начатых до 1982 г.

В 1984 г. введен в действие новый Перечень отмененных Госстроем СССР серий железобетонных конструкций, в котором установлены некоторые ограничения по применению упомянутого понижающего коэффициента. Чтобы ужесточить действие этого коэффициента и поставить изготовителей и потребителей в равные условия, было бы целесообразным рассматриваемый коэффициент учитывать при составлении сметной документации. В этом случае подрядные организации оплачивали бы заводам изделия, изготовленные по отмененным сериям по полной стоимости, а заводы вносили разницу в бюджет.

Для стимулирования производства

прогрессивных изделий может использоваться также метод установления повышенного норматива прибыли, включаемого в оптовую цену. В новом прейскуранте плановый норматив прибыли по отношению к среднегодовой стоимости производственных фондов составляет 12%. Однако на малорентабельных или планомерно убыточных предприятиях такой порядок использования повышенного норматива не оказывает должного стимулирующего воздействия, так как существенно не влияет на величину поощрительных фондов. Кроме того, на значительную часть изделий (около 30%) из-за отсутствия соответствующих ГОСТов, ТУ и другой нормативно-технической документации цены установлены на 1 м<sup>3</sup> изделия в зависимости от марки бетона, расхода и класса стали, что не стимулирует производство эффективных изделий.

Для дальнейшего повышения стимулирующей роли оптовых цен необходимо расширить сферу применения к ним надбавок и скидок: устанавливать ступенчатые понижающие коэффициенты к оптовым ценам изделий, изготовляемых по отмененным сериям (в зависимости от срока отмены); дифференцировать цены на железобетонные изделия с учетом стимулирования отдельных качеств этих изделий (по мере введения новой нормативно-технической документации); расширить номенклатуру оптовых цен на потребительскую единицу, а также разработать шкалу для определения поощрительных надбавок в зависимости от соотношения экономического эффекта и оптовой цены.

В общем комплексе мер, направленных на ускорение выпуска прогрессивных изделий, особое место занимает система материального поощрения, призванная обеспечить заинтересованность работников предприятий сборного железобетона в создании, освоении и производстве эффективных конструкций.

Совершенствование методов материального поощрения за выпуск прогрессивных конструкций во многом связано с изменением порядка образования фонда премирования за создание и внедрение новой техники. Источником средств, направляемых на премирование, является в настоящее время себестоимость товарной продукции, а не прибыль, полученная в результате внедрения научно-технических достижений. Кроме того, норматив отчислений в премиальный фонд установлен в процентах к фонду заработной платы работников без связи с экономическим эффектом, достигнутым при внедрении новой техники, что нельзя признать экономически оправданным. Излишняя

централизация фонда премирования, три которой от 50 до 75% средств предприятия отчисляют вышестоящим организациям, также снижает действенность этого экономического рычага. Как показали исследования, предназначенные для премирования за создание и внедрение новой техники средствами предприятий сборного железобетона использовались только на 25—30% от суммы начисленных. На ряде предприятий расходование средств этого фонда ежегодно сокращалось. Так, на Бескудниковском комбинате строительных материалов № 1 в 1982 г. они уменьшились по сравнению с 1980 г. на 4,6%; на Коломенском заводе ЖБИ — на 3,8%; на Ростовском экспериментальном заводе — на 7,5%. Предельный размер фонда премирования за создание и внедрение новой техники на предприятиях сборного железобетона установлен 0,5% фонда заработной платы промышленно-производственного персонала. Фактическое же использование фонда премирования предприятиями Минтяжстроя СССР составляет только 0,13—0,17% фонда заработной платы, предприятиями Главмоспромстройматериалов — 0,14—0,16%, заводами Минсельстроя СССР — 0,12%.

Между размерами премий по новой технике и премий за результаты текущего производства должны складываться оптимальные соотношения. В настоящее время с точки зрения задачи стимулирования ускоренного технического обновления производства они неблагоприятны. Доля премий за создание и внедрение новой техники в общей сумме средств материального поощрения по всем источникам на предприятиях стройиндустрии за 1980—1982 гг. составляла около 2—3%.

Необходимо формировать фонд премирования за создание и внедрение новой техники от величины экономического эффекта, получаемого в народном хозяйстве в результате использования научно-технических достижений, а выплачивать премии в зависимости от фактически достигнутых в производстве результатов. Целесообразно также упростить порядок оформления документации, связанной с получением премий из централизованной части фонда, долю отчислений в которую следует уменьшить в 1,5—2 раза.

В качестве ведущей формы использования советским государством механизма распределения материальных благ система экономического стимулирования призвана обеспечить сочетание интересов коллективов предприятий и их отдельных работников с народнохозяй-

ственными интересами при главенствующей роли последних.

При применении различных форм экономического стимулирования на предприятиях стройиндустрии существенное значение имеет учет условий реализации экономического эффекта от выпуска прогрессивных изделий, который должен проявляться в строительстве и при эксплуатации зданий и сооружений. Отсюда возникает необходимость расчета интегрального экономического эффекта, отражающего затраты и результаты в трех сферах: при выпуске конструкций, в строительном производстве и при эксплуатации. Используемые для этой цели методы расчета сравнительной эффективности по алгоритму приведенных затрат должны обязательно дополняться оценкой общей эффективности для учета и отражения в планах хозрасчетных интересов участников строительства — предприятий стройиндустрии, строительных организаций и заказчиков.

На ВДНХ СССР

УДК 691.81.002.23

## Изменение конструкции закладной детали

Ранее в изделиях 2УНУ 63-12у использовали закладные детали типа М-17-515, которые изготовляли на другом предприятии, а затем автотранспортом доставляли на завод. Детали устанавливали методом вдавливания в бетон, что приводило к их смещению и, следовательно, снижению качества выпускаемых настилов перекрытий.

На заводе ЖБИ № 5 разработан и внедрен новый вариант конструкции закладной детали. Вместо детали типа М-17-515 применяют отдельный анкер с высаженной головкой, изготавливаемый непосредственно на заводе. Закладная деталь типа анкер менее трудоемка в изготовлении, технологичнее при фиксации в изделии, экономичнее по расходу металла, так как для ее получения используют отходы арматуры.

Использование закладных деталей типа анкер позволило резко сократить выпуск бракованных изделий, исключить транспортные расходы, связанные с доставкой закладных деталей типа М-17-515. Их внедрение позволило сэкономить за год 14 т металла. Годовой экономический эффект составил 15 тыс. р.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 109316, Москва, ул. Мельникова, д. 3. Завод ЖБИ № 5.

## На сэкономленных материалах

Коллектив рабочих и инженерно-технических работников Костромского завода ЖБК территориального управления строительства обсудил и принял на себя социалистическое обязательство — отработать в 1985 г. два дня на сэкономленных материалах. Для этого необходимо сэкономить 200 т цемента, 45 т металла, 30 тыс. кВт·ч электроэнергии, 400 Гкал тепловой энергии.

Такая экономия будет получена прежде всего путем повышения технического уровня и внедрения достижений науки и техники, передового опыта в практику производства. Строжайший режим экономии пополнит состав нормокомплектов для бригад формовщиков.

Например, снизить расход цемента позволит широкое применение химических добавок, в частности суперпластификаторов, отработка технологии выпуска железобетонных конструкций и изделий, соблюдение геометрических допусков и других факторов. Для повышения качества сборных железобетонных конструкций и изделий, выпускаемых в горизонтальных формах, решено продолжить

внедрение паст ОПЛ (отходы продуктов ланолина) в качестве одного из компонентов, который в соединении с эмульсолом и водой образует эффективные смазки форм. Смазки наносят вручную и чем тоньше слой, тем выше качество поверхности конструкций. Пасты ОПЛ на заводе внедряются по рекомендациям и при технической помощи ВНИИЖелезобетона.

В целях экономии топливно-энергетических ресурсов на заводе намечено установить тиристорные возбудители компрессоров, автоматизировать включение приточной вентиляции при закрытии ворот, привести мощности электродвигателей в соответствие с мощностью рабочих машин. Для экономии тепловой энергии система отопления цеха № 1 будет переведена с пара на горячую воду, автоматизированы режимы тепловой обработки изделий в пропарочных камерах.

Так, бригада формовщиков цеха № 1 тов. Ю. В. Жиликова в смену выпускает до 40 м<sup>3</sup> плотного бетона. Для того чтобы отработать два дня, бригада дол-

жна сэкономить в течение года 24 т цемента, 40 м<sup>3</sup> песка, 72 м<sup>3</sup> гравия. Чтобы получить такую экономию материалов, решено снизить процент по отходам бетона с 1,5 до 1,1%, содержать все технологическое оборудование в отличном техническом состоянии, отработать технологию до регламентированных параметров, точно соблюдать геометрические размеры изделий при формовании и выпуске конструкций и изделий, работать только с нормокомплект.

Над решением этой задачи и трудится коллектив бригады. Например, план выпуска многпустотных настилов перекрытий и блоков стен подвала выполнен на 137%, сверх плана формовщики выдали 361 м<sup>3</sup> бетона.

Работа по экономии материалов и топливно-энергетических ресурсов на заводе продолжается. Осуществление намеченных к внедрению мероприятий позволит заводу выполнить обязательства и отработать два дня в году на сэкономленных материалах.

**Е. М. НЕГИНСКИЙ**, инж. (грест Оргтехстрой Костромского ТУС)

## Бетоны

УДК 691.327:582.231

Л. Г. ШПЫНОВА, д-р техн. наук, проф.,  
И. А. ИВАСЬКЕВИЧ, инж. (Львовский политехнический ин-т)

## Бактерицидный бетон

Продовольственной программой СССР предусмотрено осуществление повсеместного перехода к интенсивным методам ведения животноводства, а также системы ветеринарно-профилактических мероприятий, позволяющих снизить процент заболеваемости и падежа скота и птицы.

Высокая устойчивость возбудителей инфекций во внешней среде [1] свидетельствует о том, что, попадая в поры бетона строительных конструкций животноводческих помещений, микроорганизмы при дезинфекции не уничтожаются и поэтому являются источником заражения здорового поголовья скота.

Были исследованы бактерицидные свойства цементного камня. На засеянный на дне чашки Петри фон золотистого стафилококка (из расчета 100 млн в 1 мл) помещали части кубиков из цементно-песчаной смеси состава 1:3 (В/Ц=0,5), твердеющих в воздушно-влажных условиях, и выдерживали в

термостате в течение 48 ч. В первоначальный период бетонные и железобетонные конструкции обладают бактерицидными свойствами за счет щелочной среды поровой жидкости цементного камня (рис. 1). Но уже в течение первого года эксплуатации наружный слой бетона карбонизируется и теряет бактерицидные свойства (рис. 2).

В животноводческих помещениях железобетонные конструкции подвергаются воздействию агрессивных газов — углекислого, сероводорода и аммиака, в результате чего при повышенной влажности воздуха бетон быстро карбонизируется, теряет защитные свойства по отношению к арматуре, которая начинает корродировать. Рост продуктов ее коррозии приводит к отслоению и откалыванию защитного слоя бетона.

Рентгенофазовый анализ проб, отобранных на различной высоте из карбонизированного защитного слоя железобетонных колонн в корзныке на 330 мест

с естественной вентиляцией, эксплуатируемом 17 лет, показал следующее. В результате воздействия агрессивной газовой среды в бетоне происходят процессы карбонизации и коррозии с образованием кальцита и этtringита. При этом количество кальцита и этtringита на высоте 1,2 м больше, чем на высоте 0,2 м.

Процессы коррозии бетона и металла значительно ускоряются из-за биохимических воздействий, вызываемых микроорганизмами, широко распространенными в газовой среде и жидкой технологической среде животноводческих помещений [2]. Образование этtringита в присутствии сероводорода ускоряется при наличии микроорганизмов, окисляющих среду и образующих серную кислоту.

Глубина карбонизации цементного камня, определяемая смачиванием раствором фенолфталеина плоскости излома в образцах-балочках размером 4×4×16 см из цементно-песчаной смеси состава 1:3

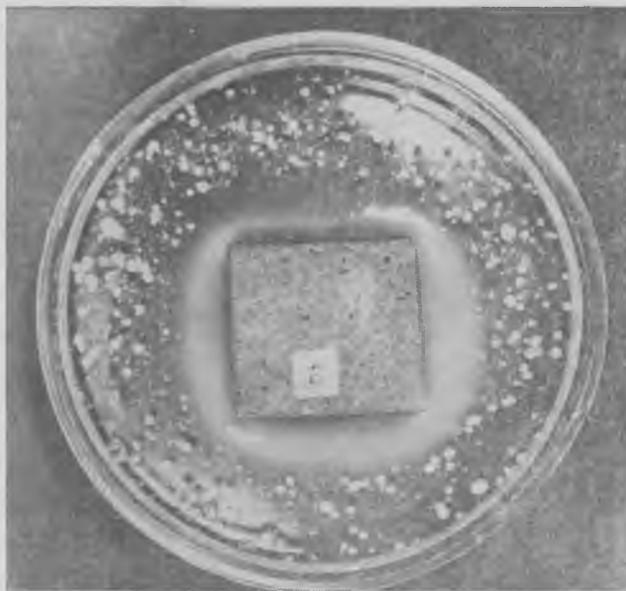


Рис. 1. Цементный кубик в возрасте 28 сут в среде золотистого стафилококка. Ясно видна зона задержки роста культуры бактерий



Рис. 2. Цементный кубик в возрасте 1 года в среде золотистого стафилококка. Зона задержки роста культуры бактерий отсутствует

(В/Ц=0,5), находившихся 3 года в коровнике на высоте 2 м от уровня пола, составила (в среднем из трех образцов): сверху — 26, снизу — 6, по сторонам — 13 мм. Таким образом, в результате нейтрализации газовой среды коровника щелочной среды цементного камня бетон теряет бактерицидные свойства после первого года эксплуатации.

В связи с потерей бактерицидных свойств возникла необходимость вводить в бетонную смесь специальную бактерицидную добавку, которая бы не ухудшила физико-механические свойства бетона.

В качестве такой добавки был предложен катапин-бактерицид [3], исследованы также азотнокислое серебро, серебряная вода, алкилпиридинийбромид и др. Наиболее эффективным оказался алкилпиридинийбромид\*, представляющий собой четвертичную соль аммония и обладающий полифункциональными свойствами. Он является поверхностно-активным веществом, хорошо растворим в воде. Водные растворы его не имеют запаха, малотоксичны, устойчивы по отношению к кислотам и щелочам, при взбалтывании пенятся, поэтому хорошо пластифицируют и увеличивают подвижность цементно-песчаных и бетонных смесей, не ухудшая физико-механических свойств растворов и бетонов (табл. 1). Алкилпиридинийбромид (АПБ) применяется также в качестве ингибитора коррозии металлов [4], что очень важно для защиты арматуры от коррозии в железобетонных конструкциях, эксплуатируемых в агрессивных средах. Кроме того, он обладает бактерицидными свойствами.

Для физико-химических и бактериологических испытаний готовили образцы кубы размером 4×4×4 см из цементно-песчаной смеси состава 1:3 (В/Ц=0,5).

\* А. с. № 948943. Бетонная смесь, Л. Г. Шпынова, И. А. Иваськевич, В. Д. Яблочкин. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1982, № 29.

В качестве вяжущего применяли портландцемент марки 400 Николаевского завода, заполнителем служил мелкий песок Тернопольского карьера, а бактерицидной добавкой — алкилпиридинийбромид.

Бактерицидная активность цементного камня с добавкой АПБ определялась в бактериологической лаборатории на образцах, твердевших в газо-воздушной среде указанного коровника. В качестве тест-микроба вновь использовали полевой штамм золотистого стафилококка, отличающегося термо-, феноло- и хлоро-

устойчивостью. Бетон с добавкой АПБ даже в шестилетнем возрасте не теряет бактерицидной активности (табл. 2).

Глубина карбонизации цементного камня в образцах с добавкой АПБ после 6 лет выдерживания в коровнике составила в среднем: сверху — 7, снизу — 2, с боковых сторон — 4 мм, что в 3—4 раза меньше глубины карбонизации в образцах без добавок при выдерживании в тех же условиях.

Таким образом, добавка АПБ в бетон не только позволит экономить дезинфицирующие средства и улучшит профилактику инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных и птиц, но также предохраняет бетон от биохимической коррозии, чем значительно повысит его долговечность.

В эксплуатируемых зданиях при выполнении ремонтных работ рекомендуется снять старую штукатурку и оштукатурить внутренние стены раствором с добавкой бактерицида, а железобетонные конструкции также отремонтировать бетоном или цементным раствором с бактерицидной добавкой. Такие работы, в частности, были выполнены в одном из отделений фермы крупного рогатого скота в колхозе им. Ярослава Галана Подволочиского района Тернопольской области.

Алкилпиридинийбромид можно использовать также в качестве бактерицидной добавки для штукатурных и малярных составов при ремонте помещений, требующих повышенной санитарной профилактики и стерильности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков А. А. Основы ветеринарной дезинфекции. — М.: Колос, 1969.
2. Рубенчик Л. И. Микроорганизмы как фактор коррозии бетонов и металлов. Изд-во АН УССР. Киев, 1950.
3. Гончаров В. В. Бицидные строительные растворы и бетоны. — Бетон и железобетон, 1984, № 3.
4. Розенфельд И. А. Ингибиторы коррозии. — М.: Химия, 1977.

Таблица 1

| Количество АПБ, % к массе цемента | Расплав конуса, мм | Предел прочности при сжатии, МПа                  |      |      |      |                      |
|-----------------------------------|--------------------|---|------|------|------|----------------------|
|                                   |                    | при хранении в нормальных условиях в течение, сут |      |      |      | после термообработки |
|                                   |                    | 1   | 3    | 7    | 28   |                      |
| 0,01                              | 89                 | 3,4   | 15,6 | 17,8 | 38,1 | 32,6                 |
| 0,025                             | 100                | 3,2   | 14,8 | 18,0 | 38,3 | 33,0                 |
| 0,05                              | 102                | 3,0   | 15,5 | 17,2 | 37,9 | 32,9                 |
| Без добавки                       | 80                 | 3,2   | 15,7 | 18,5 | 38,2 | 32,9                 |

Таблица 2

| Количество АПБ, % к массе цемента | Количество выживших микробов на 1см <sup>2</sup> поверхности образца в возрасте 6 лет при экспозиции, ч |              |               |
|-----------------------------------|---|--------------|---------------|
|                                   | 1   | 3            | 5             |
| 0,025                             | 736636/34,0   | 30901/8,1    | 17657/0,6     |
| 0,05                              | 175454/7,8  | 49009/12,5   | 2200/0,1      |
| Без добавки                       | 2248000/100,0   | 380000/100,0 | 3120000/100,0 |

Примечание. Перед чертой — количество выживших микробов, после черты — то же, % к контрольному числу.

## О ненужном усложнении метода расчета состава бетона

По мнению некоторых специалистов, развитие науки о бетоне носит эмпирический характер, что до некоторой степени сдерживает привлечение фундаментальных наук. В связи с этим, например, в работе [1] сделана попытка привлечь фундаментальные науки для решения задач технологии бетона, в частности, с новых позиций подойти к подбору состава бетона. Однако рассмотрение предложенного в работах [1, 2] метода проектирования состава бетона показывает, что он не имеет преимуществ перед общепринятой методологией [3, 4].

Вместо традиционных приводятся новые формулы для определения объема цементного теста ( $V_{ц.т.}$ ), расходов цемента ( $\Pi$ ) и воды ( $V$ ), водоцементного отношения ( $V/\Pi$ ), прочности бетона ( $R_6$ ), а также излагаются новые принципы выбора соотношения  $\Pi/\Sigma$  ( $\Pi/K_{н.г}$ ), назначения объема песка ( $V_{п.}$ ), крупного заполнителя ( $V_{к.з.}$ ), вводятся новые понятия и характеристики цементного теста, цемента и заполнителей.

Вводится, например, величина  $X = \frac{V/\Pi}{K_{н.г}}$ ; где  $V/\Pi$  — фактическое водоцементное отношение в бетоне;  $K_{н.г}$  — нормальная густота цементного теста; а также новые характеристики материалов:  $\rho_{и.}$  — объемная масса уплотненного сухого цемента (когда его зерна сближены);  $\gamma_{с.}$  — кажущаяся объемная масса смеси заполнителей. Особенно неопределенны и условны предлагаемые характеристики воды:  $V_{ад.}$  — вода, идущая на обводнение зерен цемента;  $\rho_{ж.}$  — плотность соляватного слоя жидкости;  $V_{я.}$  — вода, удерживаемая в структурных ячейках (порах) цемента;  $V_{ад.}/\rho_{ж.}$  — объем жидкости на обводнение зерен цемента.

В процессе проектирования состава бетона вводятся зависимости, в которых общепринятые характеристики комбинируются с предложенными, и вся методика проектирования бетона не только этим усложняется, но и становится менее достоверной.

На первом этапе устанавливаются пределы  $V/\Pi$ , в которых изучаются свойства цементного теста и определяется его объем. Для этого вводятся понятия оптимального ( $K_{оп.}$ ) и предельного ( $K_{пр.}$ ) водосодержаний цементного теста. На основании предварительных соображений принимается, что  $K_{оп.} = 0,876 K_{н.г.}$ , а  $K_{пр.} = 1,65 K_{н.г.}$ . Непонятно, почему приняты эти пределы — известно, что в бетонах  $V/\Pi$  изменяется от 0,3 до 1,0 и для решения практических задач именно этот интервал имеет значение.

Для определения объема цементного теста предложена новая формула:

$$V_{ц.т.} = \Pi/\rho_{и.} + V_{ад.}/\rho_{ж.} + V_{я.} = \Pi \left( \frac{1}{\rho_{и.}} + \frac{V_{ад.}}{\Pi \rho_{ж.}} + \frac{V_{я.}}{\Pi} \right). \quad (1)$$

Однако формулой воспользоваться нельзя, поэтому производится замена  $V_{ад.}/\Pi$  на  $0,876 K_{н.г.}$ , а  $V_{я.}/\Pi$  на  $K_{н.г.}$

( $X = 0,876$ ). После выполнения соответствующих преобразований получаем

$$V_{ц.т.} = \Pi \left\{ \frac{1}{\rho_{и.}} + K_{н.г.}/\rho_{ж.} \times \times [0,876 + \rho_{ж.} (X - 0,876)] \right\}. \quad (2)$$

Формула сложна для понимания и пользования. В примерах расчета  $\rho_{ж.}$  принято равным 1,5, тогда как его значение может быть и другим. Например, в зависимости от минералогического состава и дисперсности цемента, содержания добавок, величины осадки конуса бетонной смеси (О.К.) количество адсорбированной воды, толщина сольватных слоев и их плотность изменяются в значительных пределах. Для определения  $\rho_{ж.}$  дается формула, но точность ее и приведенных в работе [1] данных невысока. Замена  $V_{ад.}/\Pi$  и  $V_{я.}/\Pi$  в формуле (1) произведена без какого-либо пояснения. Физический смысл  $\rho_{и.}$  неясен, а приведенные в [1 и 2] значения  $\rho_{и.}$  слишком высоки и приближаются к  $\rho_{ц.}$

В работах [1 и 2] излагается иной по сравнению с традиционным подход к определению  $\Pi/\Sigma$  ( $\Pi/K_{н.г}$ ), характеристик заполнителя. Объемные массы песка и крупного заполнителя ( $\gamma_{п.}$  и  $\gamma_{к.з.}$ ) определяются в уплотненном состоянии. Методика такого определения не нормирована и трудоемка. Затем вместо общепринятого метода определения расходов песка и крупного заполнителя предлагается пользоваться расчетом по графику, исходя из пустотности заполнителей и их смеси, при этом объем песка назначается произвольно. В результате более сложных расчетов получаются менее достоверные данные.

Далее устанавливаются объем цементного теста на  $1 \text{ м}^3$  бетона по формуле

$$V_{ц.т.} = \frac{m_c + \delta u_c}{1 + \delta u_c}, \quad (3)$$

где  $m_c + \delta u_c$  — объем цементного теста;  $1 + \delta u_c$  — суммарный объем крупного заполнителя и цементного теста;  $m_c$  — пустотность смеси заполнителей;  $u_c$  — удельная поверхность смеси заполнителей (песок + крупный заполнитель), определяемая расчетом на основании зернового состава заполнителей и удельной поверхности каждой фракции (формулы не приводятся);  $\delta$  — слой цементного теста на поверхности заполнителей.

В дальнейшем толщина слоя цементного теста условно принимается постоянной и равной 13 мк. Однако  $\delta$  зависит от качества составляющих О.К. и заданной прочности бетона. Поэтому принятие  $\delta = 0,000013$  приведет к ориентировочному определению  $V_{ц.т.}$

После проведения соответствующих расчетов с помощью зависимостей (2) и (3) определяется расход цемента на  $1 \text{ м}^3$  бетона по формуле

$$\Pi = \frac{m_c + \delta u_c}{1 + \delta u_c} \cdot B_3^{\text{пов}} / 1000 \left\{ \frac{1}{\rho_{и.}} + \frac{K_{н.г.}}{\rho_{ж.}} \times \times [0,876 + \rho_{ж.} (X - 0,876)] \right\}$$

где  $B_3^{\text{пов}}$  — поверхностное водопоглощение зернами смеси заполнителя (формулы и все расчеты не приводятся).

Из формулы следует, что расход цемента определяется без учета О.К., марки цемента и прочности бетона, а использо-

ванием  $X$ ;  $\rho_{и.}$ ;  $\rho_{ж.}$  и  $\delta$ . Однако все эти величины имеют ориентировочное значение. Следовательно, и расход цемента будет установлен неточно. Кроме того, значением  $X$  нужно задаваться, тогда как подробных данных, как назначать  $X$ , в [1 и 2] не дается.

$V/\Pi$  определяется по формуле

$$V/\Pi = X K_{н.г.} + \frac{B_3^{\text{об}}}{\Pi} \quad (5)$$

где  $B_3^{\text{об}}$  — общая водопотребность смеси заполнителей, формулы за краткостью не приводятся.

Из формулы следует, что  $V/\Pi$  определяется по значениям  $X$  без учета активности цемента, О.К., заданной марки бетона. Причем значение  $X$  в расчетах принято равным 1,4 без какого-либо пояснения. Определение  $B_3^{\text{об}}$  весьма трудоемко и не дает возможности точно устанавливать его значение, а следовательно, и  $V/\Pi$ .

Зная  $R_{н.г.}$ ,  $K_{н.г.}$  и  $V/\Pi$ , прочность бетона определяется по формуле

$$R_6 = \frac{R_{н.г.}}{K \left( \frac{1 + 1,65 K_{н.г.}}{K_{н.г.}} \right) V/\Pi - 1,65 K_{н.г.}} \quad (6)$$

где  $K = 0,95$ .

### Выводы

Из изложенного следует, что формулы для определения  $V_{ц.т.}$ ,  $\Pi$ ,  $V/\Pi$  и  $R_6$  сложны (при установлении  $V_{ц.т.}$  допущены волевые замены). Введение  $X$  не уточняет, а только усложняет определение  $V_{ц.т.}$ ;  $\Pi$ ;  $V/\Pi$ ;  $R_6$ . К тому же данные для его назначения для бетонов всех марок с любым О.К. на разных заполнителях в [1] не приводятся.

Значения  $\rho_{и.}$  и  $\gamma_{с.}$  нереальны; их величины очень завышены. Объем песка ( $V_{п.}$ ) назначается без учета расхода цемента, О.К., т.е. без какого-либо обоснования. Поэтому  $V_{к.з.}$  также устанавливается неточно. Способ определения удельной поверхности смеси заполнителя, песка, крупного заполнителя весьма трудоемок. Такое усложнение не оправдывается необходимостью.

Принятая толщина пленки цементного теста, равная 13 мк, является величиной ориентировочной и не может назначаться постоянной; если принимать  $\delta = 13 \text{ мк}$ , то  $V_{ц.т.}$  и  $\Pi$  будут определены сугубо приближенно.

Методика определения общего и поверхностного водопоглощения песка и крупного заполнителя, а также общей и поверхностной водопотребности смеси заполнителей трудоемка, тогда как требуемая точность полученных значений не обеспечивается. Следовательно,  $\Pi$  и  $V/\Pi$  будут определены ориентировочно. Расчетный состав бетона не исключает проверки на пробных затворениях.

Предложенный способ подбора состава бетона не имеет преимуществ перед общепринятым методом его расчета. Поэтому рекомендовать его для практических целей не представляется возможным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона. — М.: Стройиздат, 1981.
2. Ахвердов И. Н. Высокопрочный бетон. — М.: Стройиздат, 1960.
3. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979.
4. Сизов В. П. Проектирование составов тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979.

Г. А. АЙРАПЕТОВ, И. Я. ХАРЧЕНКО, кандидаты техн. наук,  
Г. В. НЕСВЕТАЕВ, инж. (Грозненский нефтяной ин-т)

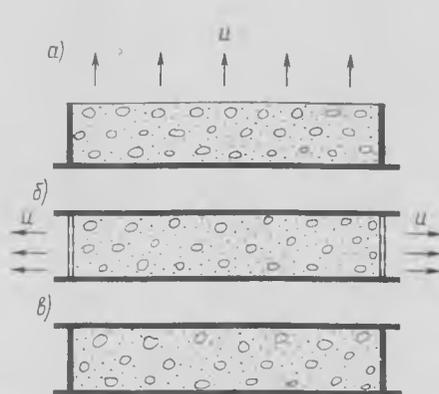
## Прогрев легкобетонных конструкций с эффективно направленным влагоудалением

В настоящее время при изготовлении однослойных ограждающих конструкций из конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов нормируются отпускная прочность, влажность и объемная масса. Для снижения отпускной влажности и массы конструкций рекомендуется тепловлажностную обработку производить в высокотемпературной воздушно-сухой среде, что сопровождается удалением избыточного количества воды затворения [1]. Однако в процессе эксплуатации наружные стеновые панели подвергаются интенсивному увлажнению, что значительно ухудшает санитарно-гигиенические условия помещений [2]. В связи с этим СНиП II-3-79 ограничивает влагонакопление однослойных наружных стеновых панелей в осенне-зимний период. Однако водонепроницаемость однослойных панелей, которая может являться объективной характеристикой их эксплуатационной надежности, в настоящее время не нормируется.

Наличие защитного слоя из цементно-песчаного раствора не всегда позволяет снизить проницаемость керамзитобетонных панелей, кроме того, усложняется технология их изготовления. Так, наблюдение за состоянием панелей, эксплуатируемых в течение 15—20 лет на Северном Кавказе, показало, что они подвержены интенсивному увлажнению в осенне-зимний период, а 7% обследованных панелей имели сквозное промокание.

Как известно, тепловлажностная обработка бетона при конвективном и кондуктивном подводе тепла сопровождается внешним массообменом и внутренним массопереносом. В результате этого формируется структура бетона с капиллярами, ориентированными в основном в направлении миграции влаги в процессе ТВО. В настоящее время подавляющее большинство наружных стеновых панелей подвергается ТВО в открытых формах, что способствует образованию структуры бетона с капиллярами различного диаметра, ориентированными перпендикулярно лицевой поверхности изделия. Следствием этого является высокая проницаемость наружных ограждающих конструкций в процессе эксплуатации. Для снижения проницаемости и повышения долговечности таких панелей Грозненским нефтяным институтом разработана технология ТВО с эффективно направленным удалением влаги из бетона. Это достигается прогревом изделий в формах с герметичными крышками и проницаемыми бортовыми элементами (см. рисунок).

Разработанная конструкция узла сопряжения бортового элемента с дном формы позволяет одновременно со съемом готового изделия переводить в неустойчи-



Принципиальные схемы внешнего массообмена при тепловлажностной обработке бетона

Прогрев бетона:

а — в открытой форме; б — в жесткой форме с эффективно-направленным влагоудалением, в — в жесткой герметичной форме

вое вертикальное положение формирующие борта. Затем под действием собственного веса они возвращаются в исходное положение и благодаря значительной конусности и небольшой высоте отверстий борта самоочищаются\*.

Для установления эффективности предложенной технологии прогрева панелей исследовали водонепроницаемость бетона в зависимости от способов и режимов ТВО. Образцы-фрагменты панелей размером 200×200×1200 мм изготовлены из керамзитобетонной смеси состава: Ц=260 кг/м<sup>3</sup>, К=1000 л/м<sup>3</sup>, П=450

\* А. с. № 1140961, Г. А. Айрапетов. Форма для изготовления железобетонных изделий. — Открытия, изобретения, 1985, № 7.

кг/м<sup>3</sup>, В=200 л; защитный слой выполнен из цементно-песчаного раствора состава Ц:П=1:2...1:4 при В/Ц=0,4...0,6. Часть фрагментов не имела защитного слоя; объемная масса бетона  $\gamma=1250$  кг/м<sup>3</sup>. В исследованиях использовали портландцемент М400 Чир-Юртовского завода, керамзитовый гравий Ставропольского завода марки П75 с насыпной объемной массой 480 кг/м<sup>3</sup>, кварцевый песок Червленского карьера с  $M_{кр}=2,1$ . Тепловлажностную обработку осуществляли пропариванием, высокотемпературным воздушно-сухим прогревом и сквозным электропрогревом по различным режимам. ТВО проводили в специальных формах в соответствии со схемой (см. рисунок). После ТВО до испытаний образцы хранили на воздухе при  $T=15...28^{\circ}\text{C}$  и  $W=50...80\%$ . Коэффициент водонепроницаемости определяли по методике [3]. Результаты исследований представлены в таблице.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что прогрев в высокотемпературной воздушно-сухой среде не позволяет получить изделия с низким коэффициентом водонепроницаемости. Применение прогрева с удалением влаги и параллельно лицевой поверхности изделия (см. рисунок) снижает коэффициент водонепроницаемости на 10—34% в сравнении с традиционными способами прогрева.

Образцы с защитным слоем из цементно-песчаного раствора имели коэффициент проницаемости после ТВО 0,8—4,5 г/см<sup>2</sup> в зависимости от состава раствора, технологии формирования образцов и способа ТВО. Во всех случаях коэффициент водонепроницаемости образцов с защитным слоем из раствора оказался выше, чем без защитного слоя «лицом вниз».

| Способ ТВО   | Продолжительность ТВО, ч             | $T_{из}$ , °C | Прочность на сжатие после ТВО, МПа | Коэффициент водонепроницаемости, г/см <sup>2</sup> , в возрасте |       |       |        |
|--|--------------------------------------|---------------|------------------------------------|---|-------|-------|--------|
|  |                                      |               |                                    | 1 сут после ТВО   | 1 мес | 6 мес | 12 мес |
| Пропаривание   | 1+3+5+4                              | 80            | 6,0*                               | 0,28  | 0,41  | 0,32  | 0,28   |
|  |                                      |               | 8,9                                | 0,20  | 0,26  | 0,33  | 0,23   |
| Прогрев в высокотемпературной воздушно-сухой среде   | 1+1,5+4+4                            | 80            | 5,9                                | 0,58  | 0,55  | 0,46  | 0,33   |
|  |                                      |               | 6,5                                | 0,43  | 0,60  | 0,38  | 0,30   |
| Форсированный разогрев бетона, уложенного в форму  | 1+0,25+8+4                           | 80            | —                                  | —   | —     | —     | —      |
|  |                                      |               | 7,7                                | 0,25  | —     | 0,20  | 0,20   |
| Эффективно-направленным удалением влаги из бетона. Это достигается прогревом изделий в формах с герметичными крышками и проницаемыми бортовыми элементами (см. рисунок). | 1+0,25+ остывание со скоростью 3°C/ч | 95            | —                                  | —   | —     | —     | —      |
|  |                                      |               | 8,2                                | 0,18  | —     | 0,17  | 0,10   |
| Нормальное твердение   | —                                    | —             | 9,8**                              | —   | —     | 0,33  | 0,15   |
|  |                                      |               | —                                  | —   | —     | —     | —      |

\* Над чертой — прогрев по схеме, изображенной на рис. 1, а; под чертой — то же, по рис. 1, б.  
\*\* Возраст 28 сут.

Э. Х. БУЛГАКОВ, канд. техн. наук (Казанский инженерно-строительный ин-т)

## Электрохимический способ определения удельного сопротивления бетона

Тепловая обработка свежесушеного бетона с применением электрической энергии широко используется в заводской технологии производства сборных бетонных и железобетонных изделий, а также непосредственно на строительных площадках при изготовлении монолитных конструкций.

Одним из технологических параметров при установлении оптимального режима электротермообработки бетона является его удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ ), точность определения которого в значительной степени влияет на экономические показатели прогрева.

В литературе [1—5] широко описан способ определения удельного сопротивления свежесушеного бетона. Суть его заключается в том, что смесь укладывается в форму, две торцевые стенки которой выполнены из токопроводящего материала (листовой текстолит и т.п.), а две другие торцевые — из стального листа с клеммами, присоединенными к внешнему источнику переменного тока. На клеммах при помощи вольтметра измеряют напряжение тока с точностью до 1 мВ, а его силу в цепи — амперметром с точностью до 1 мА.

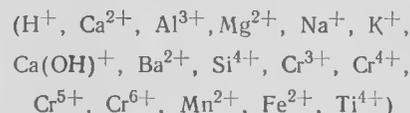
После определения омического сопротивления бетонной смеси аналитическим путем рассчитывается удельное ее сопротивление. Однако такой способ обладает следующими недостатками. Для этого необходим внешний источник переменного тока; искажается истинное значение удельного сопротивления свежесушеного бетона, поскольку включенная в электрическую цепь бетонная смесь нагревается и искажает результаты; слишком велико число приборов и приспособлений, а также продолжительность измерения.

В лаборатории кафедры строительных материалов Казанского инженерно-строительного института разработан и внедрен в практику способ определения удельного сопротивления свежесушеной бетонной смеси, исключающий перечисленные недостатки. Способ основан на электрохимических свойствах подобных смесей.

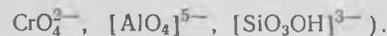
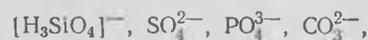
Бетонная смесь представляет собой твердеющий электролит особого рода и, в отличие от классических электролитов, является полиионным. Образование такого электролита способствует достаточно сложный состав вяжущих, включающих большое число инородных ионов, образованных при гидролизе различных минералов, в том числе ионы случайных примесей, входящих в минералогический состав исходного сырья. Ионный состав твердеющего электролита непрерывно меняется во времени за счет электростатического взаимодействия ионов с противоположными знаками и с различными строениями, что в свою очередь приводит

к изменению первоначальных свойств электролита.

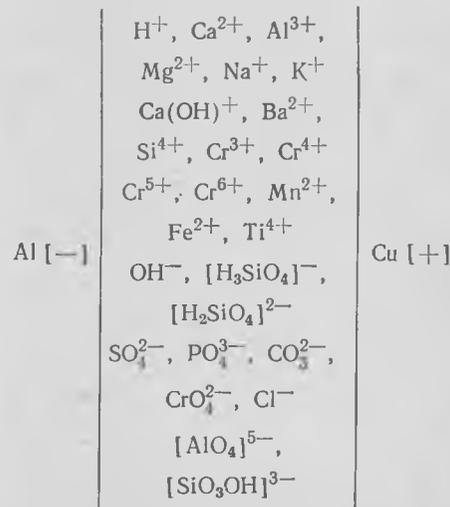
Анализ многочисленных экспериментальных данных показывает, что ионный состав электролита после затвердения минерального вяжущего может быть представлен в виде положительных ионов



и отрицательных ионов ( $OH^-$ ,



Схематическая запись гальванического элемента с электродами из алюминия и меди может быть представлена в виде



Известно, что цементные суспензии, пасты, бетонные и другие аналогичные смеси ведут себя подобно слабым электролитам, что подтверждается экспериментально при измерении величины и кинетики изменения pH и удельной электропроводности. До последнего времени это учитывалось недостаточно. Очевидно, дисперсионная среда гидратирующего вещества минерального происхождения в цементном тесте и в бетонах может служить достаточно надежным источником получения необходимой информации о процессах твердения и структурообразования искусственного материала. Известно, что физико-химические и химические процессы имеют конечную скорость, что позволяет получить наиболее полную информацию об электрохимических явлениях в дисперсионной

Бетон, прогретый в герметичных формах, имел высокий коэффициент водопроницаемости (в наших исследованиях 1,3 г/см<sup>2</sup> после ТВО) при достаточно высокой прочности. Это связано, вероятно, с интенсивным внутренним массопереносом в период прогрева бетона в герметичной форме.

При твердении бетона в жесткой форме с перфорированными бортами вода затвердения, мигрируя под влиянием температурного градиента во внутренние слои бетона, одновременно отжимается через перфорированные борты вследствие теплового расширения и возникающего градиента давления. В дальнейшем под влиянием устойчивого влажностного градиента влага мигрирует только в направлении перфорированных бортовых элементов, под влиянием чего формируется капиллярная пористость в направлении, параллельном лицевой поверхности. Следствием этого является снижение водопроницаемости бетона. Причем, как видно из приведенных результатов, проницаемость снижается с увеличением скорости разогрева по-скольку в этом случае значительно интенсифицируется миграция влаги в заданном направлении в период формирования микроструктуры бетона.

При пропаривании бетона в форме с перфорированными бортовыми элементами по традиционному режиму его водопроницаемость в направлении, перпендикулярном направлению миграции влаги, снижается на 30—50% по сравнению с проницаемостью бетона, прогретого в открытой форме.

Применение режимов ТВО с форсированным разогревом бетона со скоростью до 300°С/ч и эффективно направленным влагоудалением позволяет снизить водопроницаемость в 1,5—2,5 раза по сравнению с пропариванием и в 3—5 раз по сравнению с прогревом в высокотемпературной воздушно-сухой среде. Исследование проницаемости бетона на участке до 0,6 м от перфорированного торцевого элемента дало практически одинаковые результаты.

Таким образом, прогревая легкобетонные наружные стеновые панели в высокотемпературной воздушно-сухой среде или в среде продуктов сгорания природного газа, можно существенно снизить их проницаемость, обеспечив прогрев в закрытой форме с перфорированными бортовыми элементами. При этом наиболее эффективным следует считать режим прогрева, когда отформованное и закрытое изделие помещено в среду с температурой изотермы, что обеспечит условия форсированного разогрева бетона. Производственная апробация разработанной технологии осуществлена на Грозненском заводе ЖБК при изготовлении опытно-промышленной партии керамзитобетонных наружных стеновых панелей, предназначенных для строительства промзданий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по заводской технологии изготовления наружных стеновых панелей из легких бетонов на пористых заполнителях. — М.: Стройиздат, 1980.
2. Рекомендации по технологии изготовления наружных стеновых панелей из конструктивно-теплоизоляционного керамзитобетона на напрягающем цементе. Грозненский нефтяной ин-т, 1983.
3. Рекомендации по производству и применению легкого бетона на пористых заполнителях для крупнопанельных конструкций жилых домов. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1974.

среде и, следовательно, о гидролизе и гидратации минеральных вяжущих.

Преобразование химической энергии в электрическую происходит в гальванических элементах. Такие элементы представляют собой систему из проводников I и II рода, где путем химической реакции образуется электрический ток. Система, состоящая из двух разнородных электродов (например, листовая сплав алюминия — Al и листовая медь — Cu), погруженных в бетонную и подобную смесь, и вырабатывающая электрическую энергию за счет электрохимических процессов, происходящих на электродах, является гальваническим элементом.

Для работы гальванического элемента необязательно погружать металлические электроды в раствор солей. В растворе электролита должен содержаться окислитель, который примет электроны, приходящие от отрицательного электрода на положительный.

В гальванических элементах и при гидролизе электродные процессы всегда связаны с изменением заряда атомов (ионов) или атомных групп, представляющих собой окислительно-восстановительные реакции. Кроме реакций обмена значительная часть химических реакций, протекающих в водном растворе портландцемента, является окислительно-восстановительными, при которых одно из реагирующих веществ окисляется, другое — восстанавливается. С электрохимической точки зрения окисление является отдачей электронов, восстановление — их присоединением. Для химических источников тока может быть использована энергия всех процессов, в которых удается разделить сопряженные стадии окисления и восстановления и провести их на отдельных электродах.

Напряжение ( $U$ ), измеренное на клеммах электродов гальванического элемента на твердеющем электролите (бетонная и подобная смесь под нагрузкой), всегда меньше его электродвижущей силы (э. д. с.). Это обуславливается тем, что гальванический элемент обладает некоторым (внутренним) сопротивлением.

Напряжение элемента определяется показанием милливольтметра, подключенного к клеммам электродов во время разряда на нагрузку.

Электродвижущая сила ( $E_0$ ) гальванического элемента на твердеющем электролите численно равна разности его потенциалов при условии, что сила тока в цепи элемента равна нулю. Ток, проходя через элемент, должен преодолеть внутреннее сопротивление бетонной и подобной смеси, на что затрачивается часть полного напряжения (э. д. с.). Между положительными и отрицательными электродами элемента можно измерить разность потенциалов, которая называется напряжением разряда и определяется законом Ома

$$E_0 = I(R + r_v), \quad [1]$$

где  $E_0$  — э. д. с. элемента мВ,  $I$  — сила тока, мА;  $R$  — сопротивление внешней цепи, Ом;  $r_v$  — сопротивление участка цепи, находящегося внутри элемента, Ом.

Внутреннее сопротивление ( $r_v$ ) гальванического элемента представляет собой сумму сопротивлений электродов и электролита — бетонной и подобной смеси. На внутреннее сопротивление влияют целый ряд технологических факторов — расход воды и цемента, водоцементное отношение, химико-минералогический со-

став вяжущего и т. д. Ввиду относительной малости сопротивлением электродов можно пренебречь.

В уравнении (1) произведение  $IR$  показывает падение напряжения во внешней цепи, а  $r_v$  — падение напряжения во внутреннем сопротивлении элемента. Следовательно, напряжение при разряде ( $U$ ) можно выразить формулой

$$U = E_0 - I r_v. \quad [2]$$

Преобразовав уравнение (2), получаем формулу

$$r_v = \frac{E_0 - U}{I},$$

и, приняв  $I = U/R$ , получаем выражение

$$r_v = \frac{R}{U} (E_0 - U). \quad [3]$$

Удельное сопротивление бетонной смеси ( $\rho$ ) определяется по формуле

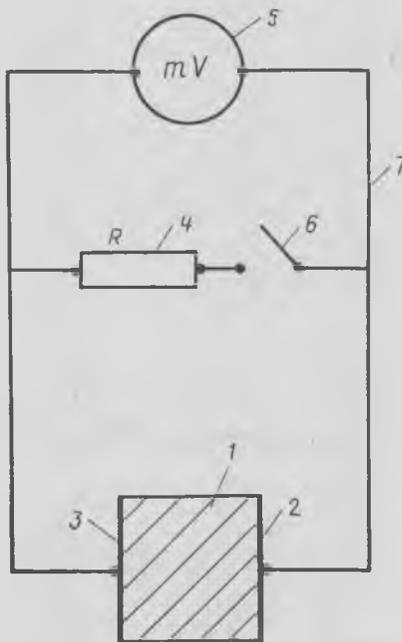
$$\rho = \frac{r_v \cdot S}{l}, \quad [4]$$

где  $S$  — площадь электрода, см<sup>2</sup>;  $l$  — расстояние между электродами, см.

На рисунке дана принципиальная электрическая схема определения удельного сопротивления бетонной и подобной смеси на основе минерального вяжущего с использованием милливольтметра.

Удельное сопротивление бетонной и подобной смеси определяется следующим образом. Гальваническая форма с испытываемой смесью включается в электрическую цепь. В цепи возникает ток, который характеризует данную электрохимическую систему в зависимости от исходных технологических факторов бетонной смеси.

При определении омического сопротивления смеси производят два измерения — при разомкнутом (э. д. с.) и при



Принципиальная электрическая схема определения удельного сопротивления бетонной и подобной смеси

1 — гальваническая форма с бетонной смесью; 2 — электрод медный; 3 — электрод алюминиевый; 4 — сопротивление; 5 — милливольтметр; 6 — переключатель

замкнутом (напряжения в гальванической сети) ключе. Омическое сопротивление определяется по формуле (3). Электродвижущая сила (э. д. с.) и напряжение в сети может быть измерено милливольтметром марки М 82 с точностью до 0,1 мВ. Постоянным сопротивлением в сети может служить магазин сопротивления марки МСР 60М, класса 0,02.

Предлагаемый способ позволяет отказать от внешних источников переменного тока, исключается опасность поражения током, появляется возможность автоматизировать процесс измерений непосредственно в изделиях.

Полученные результаты согласуются с экспериментальными данными, полученными по методике [1].

Для получения постоянных и сопоставимых результатов электроды в гальванической форме не меняются и перед каждым опытом тщательно очищаются.

В опытах использовали портландцемент марки 500 Ульяновского завода, бетонную смесь состава 1:2, 22:3,76 (по массе) с В/Ц=0,5 и В/Ц=0,65. Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси — Ц=320; П=710; Г=1210 кг, В=160 л. Внутренние размеры гальванической формы — 10×10×10 см, площадь электрода — 100 см<sup>2</sup>, расстояние между электродами — 20 см.

**Пример 1.** Измерения производили с составом при В/Ц=0,5 сразу после укладки смеси в гальваническую форму. Замеры электрических параметров показали:  $E_0=148$  мВ;  $U=48$  мВ;  $l=20$  см;  $R=100$  Ом. По формуле (3) омическое сопротивление бетонной смеси равно

$$r_v = (100:0,048) (0,148 - 0,048) = 208 \text{ Ом.}$$

По формуле (4) удельное сопротивление бетонной смеси равно

$$\rho = (100:20) \times 208 = 1040 \text{ Ом}\cdot\text{см}$$

**Пример 2.** Измерения производили с тем же составом, при В/Ц до 0,65. Замеры электрических параметров показали:  $E_0=129$  мВ;  $U=36$  мВ;  $l=20$  см;  $R=100$  Ом,  $r_v = (100:0,036) (0,129 - 0,036) = 258$  Ом.

Удельное сопротивление ( $\rho$ ) равно

$$\rho = (100:20) \times 258 = 1290 \text{ Ом}\cdot\text{см.}$$

#### Выводы

Разработан и внедрен в лабораторную практику электрохимический метод определения удельного сопротивления бетонной и подобной смеси, который может быть использован на заводах по производству сборного железобетона и на строительных площадках.

Электрохимический метод позволяет в процессе термообработки измерять показатели удельного сопротивления твердеющего бетона непосредственно в изделиях или в монолитных конструкциях и автоматизировать процесс измерения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по электротермообработке бетона. НИИЖБ Госстроя СССР. М., 1974.
2. Рекомендации по применению в зимних условиях бетонных смесей, предварительно разогретых электрическим током. НИИЖБ Госстроя СССР. М., 1969.
3. Руководство по производству бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. ЦНИИОМТП. М., 1967.
4. Рекомендации по изготовлению керамзитобетонных наружных стеновых материалов для домов серии 1-464-А способом горячего формирования. МПСМ СССР, ВНИИЖелезобетон. М., 1966.
5. Временные указания по применению предварительно разогретых электрическим током бетонных смесей при зимнем бетонировании. Уралнистромпроект, Новокузнецкое отделение, НИИЖБ Госстроя СССР, Челябинск, 1966.

## Трещиностойкость стен сборных круглых силосов

Стены круглых железобетонных силосов подвергаются от горизонтального давления сыпучих материалов воздействию малоциклового знакопеременного внецентренного растяжения с эксцентриситетом  $e < 0,8 h_0$  [1]. При расчете трещиностойкости вертикальных сечений стен сборных преднапряженных силосов по действующим нормативным документам свыше 80% нагрузки является длительно действующей, что при  $\mu = 0,5...1$  увеличивает расход напрягаемой арматуры примерно в 1,5 раза по сравнению с расчетом по прочности. При этом знакопеременный и малоцикловый характер нагрузки не учитывается.

Для разработки практических рекомендаций, учитывающих особенности работы сборных преднапряженных стен силосов, в НИИЖБ исследовали прямолинейные образцы длиной 182 см, сечением  $100 \times 140$  мм, имитирующие фрагменты стен силосов. Образцы, имеющие на концах уширения размером  $200 \times 100 \times 350$  мм и рабочую часть длиной 112 см, армировали симметрично двумя стержнями  $\varnothing 10$  Ат-VI ( $\mu = 1,053\%$ ) (рис. 1). Изготавливали преднапряженные и обычные образцы из бетона с  $R_{сж} = 30...35$  МПа. При относительной величине преднапряжения арматуры  $0,6 R_{ст}$  напряжение обжатия бетона составляло  $3,5-4$  МПа. Опытные образцы изготавливали в металлических формах. Натяжение арматуры осуществляли на упоры стенда. Потери преднапряжения в арматуре контролировали индикаторами, установленными на арматурных стержнях вне форм, и тензорезисторами, расположенными на арматуре и в бетоне образцов. Фактические прочностные характеристики материалов определяли по результатам испытаний бетонных кубов, призм, балочек и арматурных стержней (см. таблицу).

Растягивающее усилие создавали специальной рычажной установкой и передавали на образец с заданным эксцентриситетом через металлические цилиндры забетонированные в уширениях.

Всего испытали три серии опытных образцов, отличавшихся характером прикладываемой нагрузки — одностороннее внецентренное растяжение с проектным эксцентриситетом 3,5 см; знакопеременное внецентренное растяжение с эксцентриситетом  $\pm 3,5$  см и центральное растяжение. Образцы I и II серий подвергали кратковременным и малоцикловым нагрузкам с  $\rho_a = 0,7...0,84$ , кроме двух образцов I серии, испытанных при длительном приложении нагрузки. Об-

разцы III серии нагружали кратковременно.

Во всех трех сериях принимали три основных уровня загрузки. Для преднапряженных образцов первый уровень соответствовал нагрузке образования трещин  $M_T$ , второй принимали равным  $1,3 M_T$ , при котором  $\sigma_a^p \approx 200$  МПа.

$a_T^p = 0,1...0,15$  мм; третий —  $1,5 M_T$ , при котором  $\sigma_a^p = 300$  МПа,  $a_T^p = 0,2$  мм. Для обычных образцов первый уровень нагрузки соответствовал  $M_T$ , а второй и третий уровни —  $1,5 M_T$  ( $a_T^p = 0,2$  мм) и  $2 M_T$  ( $a_T^p = 0,3$  мм).

Подробно описание конструкции образцов, их изготовления, а также методика испытаний приведены в работе [2].

В результате испытаний опытных образцов установлено, что в центрально-растянутых преднапряженных образцах образование трещин начиналось при уровнях нагрузки, меньших расчетных по СНиП II-21-75 на 20—30%. Это связано с появлением случайных

эксцентриситетов, возникающих вследствие неточной установки арматуры, неоднородности бетона, его усадки и ползучести. Трещины не образовывались на всех гранях образцов одновременно, их развитие начиналось с какой-либо одной стороны. С увеличением нагрузки они становились сквозными.

В преднапряженных внецентренно растянутых образцах при одностороннем нагружении опытные значения моментов образования трещин были близки к расчетным по СНиП II-21-75. В обычных образцах момент трещинообразования оказался ниже расчетного на 20—25%, что объясняется растягивающими напряжениями в бетоне, появившимися при его усадке. В связи с этим образовывались сквозные трещины.

При знакопеременном нагружении преднапряженных образцов трещины на противоположной грани возникают против трещин на первоначально нагружаемой грани. С увеличением уровня нагрузки трещины обеих граней сливаются и образуют сквозные. При знакопеременном внецентренном растяжении, так же, как и при изгибе [3], момент образования трещин уменьшается по сравнению с односторонним нагружением на величину  $\Delta M_T = \theta M_T$ . Коэффициент  $\theta$  определяют по формуле

$$0 \leq \theta = 0,1 \left( \frac{M}{M_T} - 1 \right), \quad (1)$$

где  $M$  — внешний момент относительно ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны, при максимальном уровне одностороннего нагружения;  $M_T$  — момент образования трещин по формуле (120) СНиП II-21-75.

Ширина раскрытия трещин в железобетонных образцах одинаковой конструкции зависит от вида нагружения и уровня напряжения в растянутой арматуре. На величину напряжений в арматуре существенно влияет сжатая зона бетона и работа растянутого бетона на участке с трещинами, оцениваемая коэффициентом  $\psi_a$ . Результаты испытаний свидетельствуют о том, что в сечениях внецентренно растянутых преднапряженных образцов существует сжатая зона бетона высотой около  $0,2h$ , которая практически не изменяется с появлением трещин и дальнейшим увеличением нагрузки. Наличие сжатой зоны увеличивает плечо внутренней пары  $z_1$ , что несколько разгружает растянутую арматуру.

Работу растянутого бетона на участках с трещинами изучали в соответствии с характером нагрузки, действующей

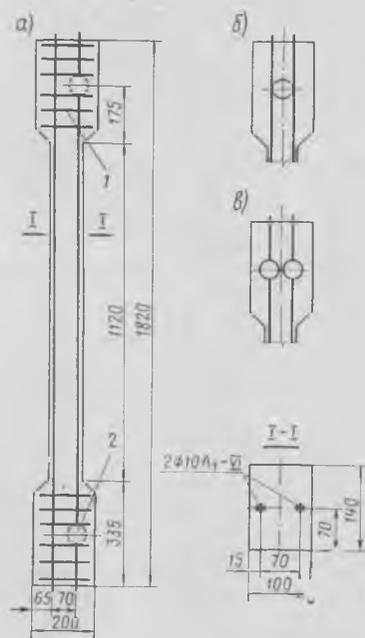


Рис. 1. Конструкция опытных образцов а — внецентренное одностороннее растяжение; б — центральное растяжение; в — знакопеременное растяжение; 1 — арматурные стержни; 2 — закладные металлические цилиндры

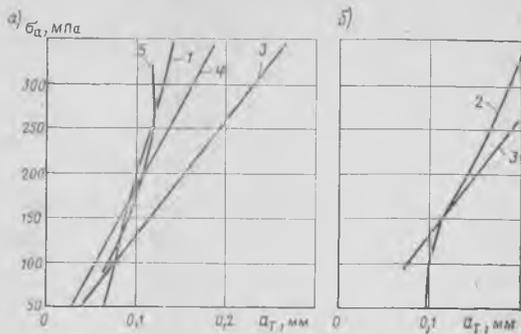
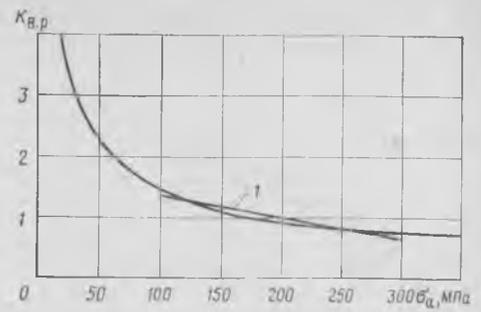


Рис. 2. Ширина раскрытия трещин *a* — одностороннее внецентренное растяжение; *b* — знакопеременное нагружение

Рис. 3. Зависимость  $K_{в.р} - \sigma_a$   
 1 — опытно-статистическая при одностороннем нагружении; 2 — опытно-статистическая при знакопеременном нагружении; 3 — по СНиП II-21-75 при  $K=1,2$ ; 4 — то же, при  $\psi_a=0,7$ ; 5 — то же, при  $K=0,85$  (1,1—0,002  $\sigma_a$ )



щей на стены силосов. Изменение  $\psi_a$ , представляющего собой отношение средних деформаций образца на уровне растянутой арматуры к деформациям арматуры в сечении с трещиной, происходило только в первых 2—3-х односторонних нагружениях. При дальнейших кратковременных и малоцикловых нагружениях при напряжениях в арматуре до  $0,8R_n$  растянутый бетон одинаково влиял на работу арматуры;  $\psi_a \approx 0,7$ . Трещины в сжатой зоне при знакопеременном нагружении увеличили  $\psi_a$  на 10—15%.

При кратковременном одностороннем внецентренном растяжении с  $e < 0,8h_0$  в преднапряженных образцах уровень опытных значений напряжений в растянутой арматуре в сечениях с трещинами был значительно меньше рассчитанных по СНиП II-21-75. Учет работы сжатого и растянутого бетона при определении способствует лучшему совпадению опытных и расчетных значений.

Для сравнения опытных и расчетных значений ширины раскрытия трещин в соответствии с работой [4] выполнили статистическую обработку величин  $a_T$  во внецентренно растянутых преднапряженных образцах при одностороннем и знакопеременном нагружении. Установлено, что изменчивость ширины раскрытия трещин подчиняется закону нормального распределения. При обеспеченности  $0,95 \psi_a \approx 0,4$  для одностороннего и  $\psi_a = 0,35$  — для знакопеременного нагружения. При одностороннем внецентренном растяжении расчет по формуле (138) СНиП II-21-75 завышает ширину раскрытия трещин при напряжениях в арматуре больше 100 МПа и занимает при меньших уровнях  $\sigma_a$  (рис. 2).

Введение коэффициента  $\psi_a = 0,7$ , корректирующего величину напряжений в растянутой арматуре, сближает опытные и расчетные значения ширины раскрытия трещин. При этом отношение опытно-статистической величины  $a_T^{оп-ст}$  расчетной  $a_T^p$  может быть выражено в виде

$$K_{в.р} = \frac{a_T^{оп-ст}}{\psi_a a_T^p} \quad (2)$$

Изменение коэффициента  $K_{в.р}$  в диапазоне напряжений в арматуре 100—300 МПа носит почти линейный характер (рис. 3) и удовлетворяет выражению

$$K_{в.р} = 1,8 - 0,004 \sigma_a, \quad (3)$$

где  $\sigma_a$  — напряжения в растянутой арматуре по формуле (142) СНиП. При расчете ширины раскрытия нормальных трещин по формуле (138) СНиП

$$a_T = K \eta C_d \frac{\sigma_a}{E_a}$$

целесообразно вид нагружения, а также влияние бетона растянутой и сжатой зон учитывать единым коэффициентом

$$K = 0,85 (1,8 - 0,004 \sigma_a). \quad (4)$$

Знакопеременное внецентренное растяжение увеличило ширину раскрытия трещин по сравнению с односторонним в среднем в 1,5 раза (см. рис. 2). В диапазоне эксплуатационных напряжений ширина раскрытия трещин удовлетворительно согласуется с рассчитанной по СНиП при  $K=1,2$ .

В преднапряженных образцах при малоцикловом нагружении изменение ширины раскрытия трещин происходило в основном за первые 10 циклов. Средние значения ширины раскрытия трещин увеличились на 10% при одностороннем нагружении и на 40% при знакопеременном. При этом раскрытие максимальных трещин шириной 0,1—0,2 мм не изменялось, а ширина раскрытия трещин с  $a_T < 0,1$  мм приближалась к максимальным значениям.

Длительное нагружение внецентренно растянутых образцов при эксплуатационных уровнях напряжений в арматуре 100—250 МПа не увеличило ширину раскрытия трещин по сравнению с односторонним и знакопеременным малоцикловым нагружением.

Закрытие трещин в преднапряженных образцах при разгрузке оценивалось по уровню нагрузки, после которого закрытие трещин происходило менее интенсивно, и по остаточной ширине раскрытия. При кратковременных и малоцикловых нагружениях трещины закрывались при уровнях нагрузок, соответствующих в среднем  $\sigma_0^{a,T} = 0,5$  МПа. При этом остаточное раскрытие трещин при уровнях сжимающих напряжений в бетоне 0,5 и 1 МПа было примерно одинаковым и не превышало 0,02 мм.

#### Выводы

При одностороннем внецентренном растяжении с  $e < 0,8h_0$  в преднапряженных тонкостенных элементах, имитирующих конструкции сборных цилиндрических силосов, момент образования трещин можно определять по формуле (120) СНиП II-21-75. В ненапряженных элементах вследствие растягивающих усадочных напряжений в бетоне значе-

ния  $M_T$  оказываются на 20—25% ниже расчетных.

При знакопеременном внецентренном растяжении преднапряженных элементов момент образования трещин уменьшается по сравнению с односторонним нагружением на  $\Delta M_T = 0 M_T$ .

Ширину раскрытия нормальных трещин в преднапряженных железобетонных элементах при внецентренном растяжении с  $e < 0,8h_0$  следует рассчитывать по формуле (138) СНиП II-21-75.

При одностороннем внецентренном растяжении коэффициент  $K$ , учитывающий характер нагружения, устанавливаются по формуле (4). Знакопеременное нагружение увеличивает ширину раскрытия трещин, при этом  $K=1,2$ .

Расчет сечений преднапряженных внецентренно растянутых с  $e < 0,8h_0$  железобетонных элементов по закрытию трещин следует выполнять при условии, чтобы сжимающие напряжения в бетоне растягиваемой внешней нагрузкой грани были не менее 0,5 МПа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иссерс Ф. А. Анализ результатов натурных исследований стен сборных силосных корпусов. — В кн.: Исследование напряженного состояния железобетонных силосных сооружений. Саратов, 1977.
- Вершинина Н. И., Иссерс Ф. А. Трещиностойкость железобетонных элементов стен силосов при знакопеременном нагружении. — В кн.: Повышение полнотехнической и технико-экономических показателей элеваторов и зерноперерабатывающих предприятий. — М.: Стройиздат, 1982.
- Иссерс Ф. А., Карев В. И. Влияние знакопеременных нагружений на трещиностойкость и деформативность стен силосов. — Бетон и железобетон, 1980, № 5.
- Гуща Ю. П. Ширина раскрытия нормальных трещин в элементах железобетонных конструкций. — В кн.: Предельные состояния элементов железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1976.

## Учет сил распора в железобетонных плитах, работающих в стадиях с трещинами

В последнее время появилось много работ, связанных с расчетом железобетонных плитных конструкций, работающих в стадиях с трещинами. Предлагаемые в них методы расчета в большинстве случаев основаны на применении физической модели деформирования железобетона с трещинами. При этом учитывается физическая нелинейность бетона и арматуры с трещинами только в сочетании изгибного напряженного состояния с кручением. Однако как было показано в работе [1], при более точном учете физической нелинейности плиты следует рассчитывать не только как изгибаемые пластинки, но и как растяжимые или сжимаемые в уровне срединной плоскости, т. е. кроме изгибающих и крутящих моментов следует учитывать нормальные и касательные силы. Такое рассмотрение работы железобетонных плит необходимо не только потому, что роль нормальных и сдвигающих сил по мере увеличения прогибов плиты возрастает. Не менее важно, что учет этих сил дает возможность применить наиболее целесообразное армирование плиты, имея в виду, что некоторые ее зоны могут работать как сводчатые элементы, распор которых воспринимается арматурой, расположенной за пределами этих зон. Такое армирование особенно эффективно в плитах большой толщины (фундаментных), в стенках бункеров и прямоугольных резервуаров, а также стеновых панелях, воспринимающих ветровые нагрузки, и других конструкций.

В основу метода положена теория деформирования плоских железобетонных элементов с трещинами при совместном действии изгибающих и крутящих моментов, нормальных и касательных сил, представленная в работах [1, 2]. Работа элемента в общем случае напряженного состояния может быть описана известными физическими соотношениями

$$\begin{Bmatrix} \{e\} \\ \{k\} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} [C] & [C^*] \\ [B^*] & [B] \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \{N\} \\ \{M\} \end{Bmatrix}, \quad (1)$$

где  $\{e\} = \{e_{(0)x}, e_{(0)y}, \gamma_{(0)xy}\}^T$  — деформации срединной плоскости;  $\{k\} = \{k_{(0)x}, k_{(0)y}, 2k_{(0)xy}\}^T$  — кривизны срединной плоскости;  $\{N\} = \{N_x, N_y, T\}^T$  — нормальные и сдвигающие усилия;  $\{M\} = \{M_x, M_y, H\}^T$  — изгибающие и крутящие моменты;  $[B]$ ,  $[B^*]$ ,  $[C]$ ,  $[C^*]$  — подматрицы податливости.

Обращая в выражении (1) матрицу податливости, получим матрицу упругости, которую обозначим через  $[D]$ .

Матрица жесткости для элемента строится на основе известных соотно-

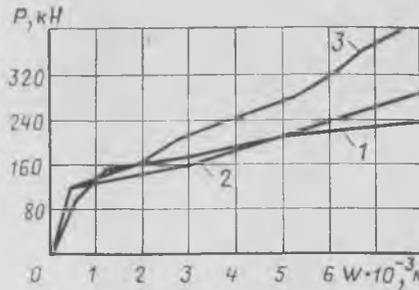


Рис. 1. Диаграмма деформирования плит 1 — опытные данные; 2 — по результатам расчета плиты со смещаемым контуром; 3 — то же, с несмещаемым контуром

шений метода конечных элементов с использованием аппроксимирующих функций, составленных через полиномы Лежандра [3, 4]. Конечный элемент прямоугольной формы, в каждом узле которого отмечается пять независимых узловых перемещений

$$\{z\} = \{u_i, v_i, w_i, \theta_{xi}, \theta_{yi}\}^T, \quad i = 1 \dots 4 \quad (2)$$

три линейных вдоль оси  $x, y, z$  и угловых перемещения — два угла поворота вокруг оси  $x$  и  $y$ . Нагрузку прикладывают как сосредоточенную в виде трех проекций сил и двух сосредоточенных моментов относительно осей  $x$  и  $y$ , т. е. в виде вектора

$$\{P\} = \{P_u, P_v, P_w, M_x, M_y\}^T. \quad (3)$$

Усилия определяют в центре тяжести элемента в форме соответствующего вектора системы (1). Задача решается шагово-итерационным способом с реализацией на каждой итерации ме-

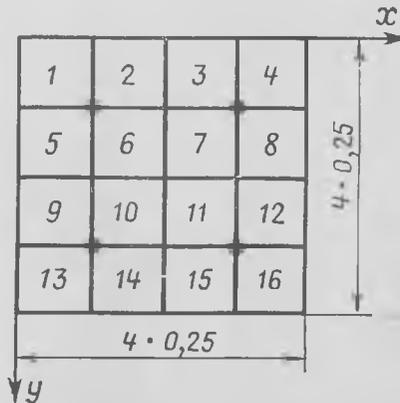


Рис. 2. Схема плиты

тода переменных параметров упругости. При этом матрицу упругости  $[D]$  устанавливают по алгоритму, разработанному на основе модели деформирования железобетона с трещинами [1].

По разработанной программе для ЭВМ рассчитали плиту, имеющую характеристики:  $a=b=2$  м;  $h=0,122$  м;  $R_{пр}^{II} = 17$  МПа;  $R_p^{II} = 1,5$  МПа;  $E_0 = 29\ 800$  МПа;  $\sigma_{0,02}^{II} = 390$  МПа;  $\sigma_{0,2}^{II} = 480$  МПа;  $E_a = 210\ 000$  МПа;  $d = 0,0072$  м;  $f_a = 0,000407$  м<sup>2</sup>/м, где  $d$  — диаметр стержневой арматуры класса А-I;  $f_a$  — интенсивность распределенного армирования;  $a, b$  — размеры плиты в плане.

В эксперименте испытывали серию плит, результаты которых усредняли. На рис. 1 показаны кривые деформирования по опытным данным и по результатам расчета. Расчетная кривая в основном располагается ниже экспериментальной, что указывает на некоторый запас прочности. Плиту рассчитывали как свободно опертую по контуру,

что соответствовало граничным условиям в эксперименте. В этом случае текучесть в арматуре наступала при нагрузке 280 кН. При расчете этой же плиты как закрепленной от горизонтальных смещений анализ напряжений в арматуре свидетельствует о том, что текучесть появилась при нагрузке 400 кН, т. е. ограничение горизонтальных смещений контура увеличивает несущую способность в 1,4 раза.

На рис. 2 приведена расчетная схема для четверти плиты, центр которой совмещен с началом координат, а точками выделены места приложения нагрузки.

О влиянии трещин на изменение напряженного состояния арматуры можно судить на основании значений коэффициента  $\beta$  (см. таблицу)

$$\beta = \left(1 - \frac{M_{ai}}{M_{ai}^y}\right) 100\%, \quad i = x, y, \quad (4)$$

где  $M_{ai}^y = (M_i^y + H\nu f_i)\lambda_i$ ;  $f_i = ctg\alpha$  при  $i=x$  и  $f_i = tg\alpha$  при  $i=y$ ;  $\alpha$  — угол наклона главной площадки к оси  $x$ ;  $\lambda_i$  — коэффициент учета касательных напряжений в арматуре;  $M_i^y, H\nu, M_i, H$  — изгибающие и крутящие моменты, вычисленные из предположения упругой работы материала и с учетом трещин;  $M_{ai}^y, M_{ai}$  — моменты, от которых непосредственно зависят напряжения в арматуре.

| Нагрузка, кН | Номер элемента по рис. 2 |      |       |       |
|--------------|--------------------------|------|-------|-------|
|              | 1                        | 6    | 11    | 16    |
| 160          | 31,7                     | 4,6  | -0,6  | +31,9 |
| 200          | 6,1                      | -4,8 | -3,2  | -18,8 |
| 240          | 24,1                     | -5,5 | -18,3 | -22,1 |
| 280          | 5,5                      | 45,2 | -19,0 | -25,3 |

Величина  $\beta$  характеризует изменение напряжений в арматуре, являющееся следствием перераспределения усилий.

Значения  $\beta$  для различных уровней нагружения и диагональных элементов приведены в таблице. При этом знак — указывает на уменьшение напряжений. Из таблицы следует, что расход арматуры в элементах, полученный из упругого расчета, можно снизить до 20% для работы конструкции в стадии, близкой к появлению текучести в арматуре. Для элементов, расположенных у центра плиты, явного снижения напряжений в арматуре не наблюдается, оно чередуется с увеличением этих напряжений.

Повторный расчет после уменьшения расхода арматуры в приконтурных зонах на 20% показал, что несущая способность не изменилась.

Приведенным анализом установлено, что при определении расхода арматуры по результатам расчета в упругой ста-

дии не используются значительные резервы снижения металлоемкости. Необходим расчет с учетом трещин и физической нелинейности с оптимизацией по расходу металла.

#### Выводы

Разработанную программу для ЭВМ можно использовать при проектировании железобетонных гладких плит перекрытий и плитных фундаментов, тонких с точки зрения теории пластин. Предложенный алгоритм позволяет рассчитывать железобетонные плиты с различными граничными условиями и произвольно расположенной сосредоточенной нагрузкой с учетом неравномерного деформирования срединной поверхности плиты, являющегося следствием трещинообразования и причиной так называемого «распорного» эффекта. Расчет по данной программе позволит

в железобетонных плитах, работающих в стадиях с трещинами, снизить расход стали на 10—15%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усилия и моменты, возникающие в плитах под влиянием нагрузок, нормальных к их поверхности / Н. И. Карпенко, С. М. Крылов, В. С. Кукунаев, Л. И. Ярин. — Новое о прочности железобетона. — М.: Стройиздат, 1977.
2. Карпенко Н. И. Теория деформирования железобетона с трещинами. — М.: Стройиздат, 1976.
3. Шапошников Н. Н. Использование метода конечных элементов для расчета оболочек. — Методы расчета стержневых систем, пластин и оболочек с использованием ЭВМ. — М.: Стройиздат, 1976.
4. Карпенко Н. И., Кукунаев В. С. Трещиностойкость и жесткость железобетонных плит с трещинами при совместном действии моментов и мембранных сил. — В сб. НИИЖБ: Предельные состояния элементов железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1976.

П. И. БУРЛАЧЕНКО, канд. техн. наук (Днепропетровский инженерно-строительный ин-т)

## Эпюра площадей арматуры

Эпюра материалов, или эпюра моментов арматуры, с успехом применяется при проектировании изгибаемых железобетонных элементов [1], непременно при проектировании внецентренно сжатых элементов, так как в этом случае количество продольной арматуры зависит как от изгибающего момента  $M$ , так и от продольной силы  $N$ .

Для рационального конструирования внецентренно сжатых элементов применима эпюра площадей арматуры. В каждом сечении элемента определяют

требуемое по условию прочности количество арматуры и строят эпюру необходимых по расчету значений площадей арматуры. На этот же график наносят значения площадей арматуры, принятые при конструировании элемента. Для обеспечения прочности элемента необходимо, чтобы в каждом сечении площадь принятой арматуры была бы не меньше значений, требуемых по расчету. Для анкеровки обрываемая (или стыкуемая со стержнями меньшего диаметра) арматура должна быть заведена за сечение, в котором она

не нужна по расчету на величину, определяемую п. 5.14 СНиП. Эпюра площадей арматуры является более общим вариантом эпюры материалов, поскольку применима при проектировании как внецентренно сжатых, так и изгибаемых элементов.

Необходимое по условию прочности СНиП количество арматуры для элементов любого профиля и при различных эксцентриситетах сжимающей силы можно определить по работе [2].

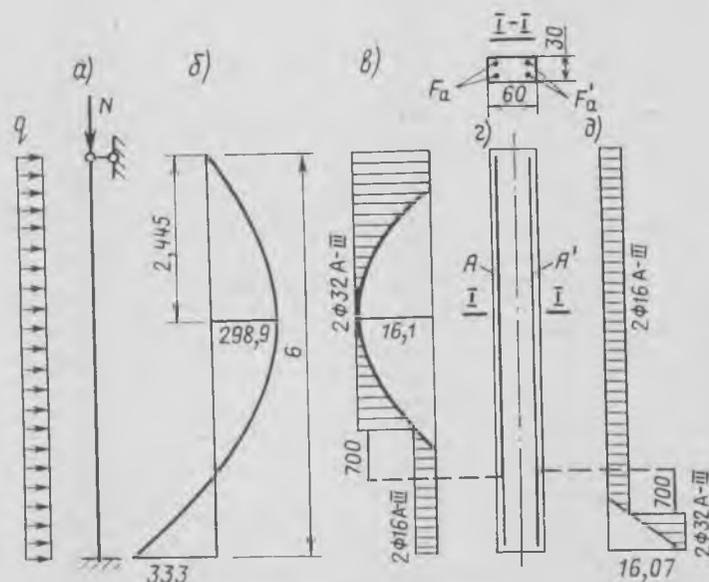
На рисунке приведен пример эпюры площадей арматуры при проектировании внецентренно сжатого элемента из бетона марки М300, нагруженного продольной силой  $N=2000$  кН и поперечной нагрузкой  $q=100$  кН/м. Элемент армирован составными стержнями диаметром 32 и 16 мм, соединенными контактной стыковой сваркой. Применение эпюры площадей арматуры позволило при проектировании элемента обоснованно снизить расход арматуры более чем на 30% по сравнению с симметричным армированием.

При расчете на сочетание усилий от нескольких нагрузок строят огибающую эпюру необходимых площадей арматуры и затем принимают армирование, достаточное для обеспечения прочности элемента в каждом сечении.

Использование эпюры площадей арматуры позволяет добиваться оптимального армирования при проектировании внецентренно сжатых элементов и состоящих из них систем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байков В. Н., Сигалов Э. Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. — М.: Стройиздат, 1978.
2. Бурлаченко П. И. Подбор арматуры элементов двутаврового профиля, внецентренно сжатых в плоскости симметрии. — Бетон и железобетон, 1984, № 6.



Построение эпюр площадей арматуры

а — расчетная схема; б — эпюра  $M$ ; в — эпюра площадей арматуры  $A$ ; д — схема армирования элемента; д — эпюра площадей арматуры  $A'$

## Расчет трехслойных несущих стеновых панелей с преднапряженной арматурой

Применение трехслойных несущих стеновых панелей, сочетающих в сечении тяжелые высокопрочные и легкие малопрочные крупнопористые бетоны и армированных преднапряженной высокопрочной сталью, позволяет создать эффективные конструкции, обладающие высокими прочностными и теплотехническими свойствами, а также сократить номенклатуру изделий, число монтажных элементов, опалубочных форм и т. д.

Для изучения их работы под нагрузкой испытали на кратковременное сжатие 27 опытных образцов сечением  $20 \times 15$  см, длиной 300, 210, 120 см. Наружные слои образцов  $h_1 = h_3 = 4$  см выполнены из тяжелого бетона прочностью 40 МПа, средний слой  $h_2 = 7$  см — из перлитобетона прочностью 2 МПа. Все образцы армировали симметрично  $2\phi 5$  Вр-II в слоях тяжелого бетона. Поперечную арматуру в образцах (кроме равномерно предварительно обжатых) в виде сварных сеток  $\phi 5$  А-I устанавливали с шагом 15 и 20 диаметров продольной арматуры.

Варируемые факторами являлись гибкость  $\lambda_h = l_0/h = 8; 14; 20$ , относительный эксцентриситет внешнего усилия  $e_0/h = 0; 0,15; 0,6$ , уровень и степень неравномерности предварительного обжатия по сечению  $\eta = \sigma_0/R_{пр.т}$ ;  $\eta' = \sigma_0/R_{пр.л}$ ;  $\eta = \eta' = 0$ ;  $\eta = \eta' = 0,14$ ;  $\eta = 0,14$ ;  $\eta' = 0$ .

Образцы испытали кратковременной статической нагрузкой в вертикальном положении на прессе П-500 как шарнирно опертые по концам. Нагрузка передавалась через ножевые опоры на стальные оголовники, закрепленные на торцах элемента.

Расслоения не отмечалось как в элементах с поперечным армированием, так и без него. При  $e_0/h = 0$  наибольшую несущую способность имели элементы без преднапряжения продольной арматуры. С увеличением  $e_0/h$  несущая способность равномерно обжатых образцов становится выше, чем ненапряженных.

Исследования подтвердили целесообразность неравномерного предварительного обжатия сжатых железобетонных стержней\*

$$e_0 \geq k f_{в}, \quad (1)$$

где  $k = 0,83$ .

При выполнении условия (1) несущая способность неравномерно предварительно обжатых образцов оказалась

выше, чем ненапряженных и равномерно обжатых. Увеличение уровня предварительного обжатия снизило кривизну и прогибы трехслойных железобетонных элементов.

Образование трещин в опытных образцах наблюдалось только при  $e_0/h = 0,6$ . Наиболее низкий уровень трещинообразования оказался у ненапряженных образцов ( $M_T/M_p = 0,3 \dots 0,45$ ). В равномерно и неравномерно обжатых образцах он имел приблизительно одинаковые значения ( $M_T/M_p = 0,6 \dots 0,8$ ).

При расчете трехслойных железобетонных элементов приведенное сечение рекомендуется устанавливать по отношению секущих модулей деформации тяжелого и легкого бетонов, учитывающему уровень внешней нагрузки. Геометрические характеристики приведенного сечения

$$\left. \begin{aligned} F_n &= F_{б.т} + n_{б.л} F_{б.л} + n_a F_a; \\ I_n &= I_{б.т} + n_{б.л} I_{б.л} + n_a I_a. \end{aligned} \right\} (2)$$

При  $\sigma_{б.т}/R_{пр.т} < 0,3$  отношение секущих модулей деформации — величина постоянная, равная отношению начальных модулей упругости. В дальнейшем по мере загрузки при  $\sigma_{б.т}/R_{пр.т} > 0,3$  их отношение меняется вследствие изменения упругопластических свойств бетонов.

По результатам проведенных испытаний получены зависимости:

$$E'_{б.т} = E_{б.т} - 1,428 \left( \frac{\sigma_{б.т}}{R_{пр.т}} - 0,3 \right) \times \left( E_{б.т} - \frac{R_{пр.т} E_a}{R_{а.с}} \right); \quad (3)$$

$$n_{б.л} = \frac{E'_{б.л}}{E'_{б.т}} = \frac{E_{б.л}}{E_{б.т}} + 1,428 \times \left( \frac{\sigma_{б.т}}{R_{пр.т}} - 0,3 \right) \left( \frac{R_{пр.л}}{R_{пр.т}} - \frac{E_{б.л}}{E_{б.т}} \right). \quad (4)$$

При расчете трещиностойкости сжатых железобетонных элементов по методике ядровых моментов необходимо учитывать особенности работы под нагрузкой трехслойной конструкции из бетона с различными упругопластическими свойствами. Расчетную эпюру напряжений при образовании трещин примем треугольно-ступенчатой в сжатой зоне и прямоугольно-ступенчатой — в растянутой (рис. 1). Максимальные напряжения в крайнем сжатом волокне тяжелого и легкого (условно) бетонов определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{б.т}^{\max} &= \frac{A k_{R_{п.т}} R_{п.т}}{h-x} x; \\ \sigma_{б.л}^{\max} &= \frac{A k_{R_{п.т}} R_{п.т} n_{б.л}}{h-x} x. \end{aligned} \right\} (5)$$

Подставляя эти выражения в уравнения равновесия статики, после преобразований получим статический момент сопротивления сжатой зоны приведенного сечения

$$S_{с.т} + S_{с.л} n_{б.л} = \frac{h-x}{A} b [h_3 + m_{б.л} (h-x-h_3)], \quad (6)$$

$$\text{где } m_{б.л} = \frac{k_{R_{п.л}} R_{п.л}}{k_{R_{п.т}} R_{п.т}}; \quad A = \frac{2}{k_{в.р.т}}$$

Упругопластический момент сопротивления находим из уравнения моментов всех сил относительно нейтральной оси

$$W_T = \frac{A (I_{с.т} + n_{б.л} I_{с.л})}{h-x} + S_{р.т} + S_{р.л} m_{б.л}. \quad (7)$$

Сопоставление опытных и теоретических усилий трещинообразования выявило их существенное расхождение. Основная причина этого заключается в том, что методика ядровых моментов не учитывает влияния продольной силы и неупругой работы бетона сжатой зоны. Учет может быть произведен решением двух уравнений статики, составленных на основе действительной эпюры напряжений и положения нейтральной линии в момент появления трещин.

Пользуясь законом линейного распределения деформаций, выразим напряжения в крайнем сжатом волокне бетона

$$\sigma_{б.т} = \epsilon_{б.т} E'_{б.т} = A k_{R_{п.т}} R_{п.т} \bar{\nu} \frac{x}{h-x}, \quad (8)$$

$$\text{где } \bar{\nu} = \frac{E'_{б.т}}{k_{E_{б.т}} E_{б.т}}$$

Для построения расчетных эпюр напряжений в бетоне необходимо знать высоту упругого ядра  $x_y$

$$x_y = \frac{0,3 k_{R_{п.т}} R_{п.т}}{A k_{R_{п.т}} R_{п.т}} (h-x). \quad (9)$$

На основании формул (8), (9) были приняты расчетные эпюры напряжений в момент появления трещин (рис. 2).

\* Маилан Д. Р. Эффект неравномерного предварительного обжатия гибких железобетонных колонн. — Бетон и железобетон, 1982, № 1.

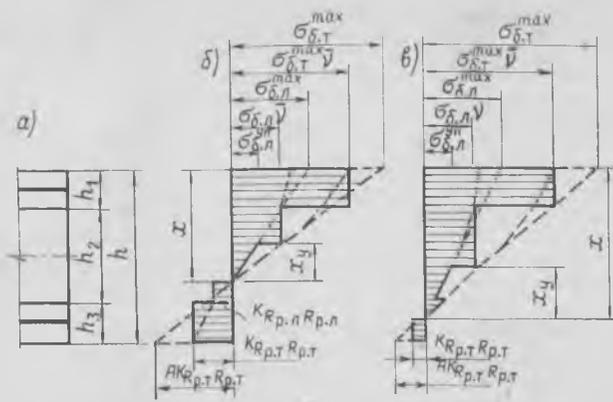


Рис. 1. Напряженно-деформированное состояние трехслойного железобетонного элемента перед образованием трещин  
а — схема элемента; б — приведенное сечение; в — эпюра деформаций

При определении усилий трещинообразования по разработанной программе расчета на ЭВМ ЕС установлено хорошее совпадение опытных данных с теоретическими.

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что косвенное армирование существенно влияет на прочность трехслойных элементов. Для его учета в элементах с  $\lambda_h \leq 8$  предлагается зависимость

$$R_{пр}^* = R_{пр} + k \mu_k^c R_a^c \left(1 + 3 \frac{e_0}{h}\right). \quad (10)$$

Формулой (10) следует пользоваться при  $e_0/h \leq 0,15$ , при больших значениях  $e_0/h$  изменения призмной прочности малы и ими можно пренебречь.

С увеличением гибкости наблюдается уменьшение влияния косвенного армирования на прочность бетона. Изменение призмной прочности трехслойных элементов гибкостью  $8 \leq \lambda_h \leq 20$ , армированных сварными поперечными сетками, можно определить по формуле

$$m_k = \frac{\sigma_b}{R_{пр}} = \frac{R_{пр}^*}{R_{пр}} - (\lambda_h - 8)^2 \frac{0,3}{144}. \quad (11)$$

Сопоставление опытных данных с теоретическими, вычисленными по формулам (10), (11), показало их хорошее совпадение.

При расчете жесткости сечений без трещин коэффициент  $k_n$ , как показали

опыты, можно принять постоянным, равным 0,7. При определении кривизны трехслойных железобетонных элементов, работающих с трещинами, неравномерное распределение деформаций сжатого бетона и растянутой арматуры учитывается коэффициентами  $\psi_a$  и  $\psi_b$ . Анализ опытных данных позволил получить зависимости изменения этих коэффициентов от уровня внешнего нагружения, степени предварительного обжатия и других факторов

$$\psi_a = 1,25 - Sm - \frac{1 - m^2}{(3,8 - 1,5m) \frac{e_{a,c}}{h_0}}; \quad (12)$$

$$\psi_b = 0,038 m^3 - 1,1738 m^2 + 0,224 m + 1,346,$$

$$\text{где } m = \frac{M_{a,t} - N_{02} e_{a,n}}{M_a - N_{02} e_{a,n}}$$

Формулы (2) — (12) реализованы в программе деформационного расчета сжатых трехслойных элементов на ЭВМ СМ-3. Программа хранится в институте СевкавЗНИИЭПсельстрой. Сопоставление опытных значений несущей способности с теоретическими по разработанной программе показало их хорошее совпадение. (см. таблицу).

Расчет сжатых трехслойных элементов можно выполнять по приближенной

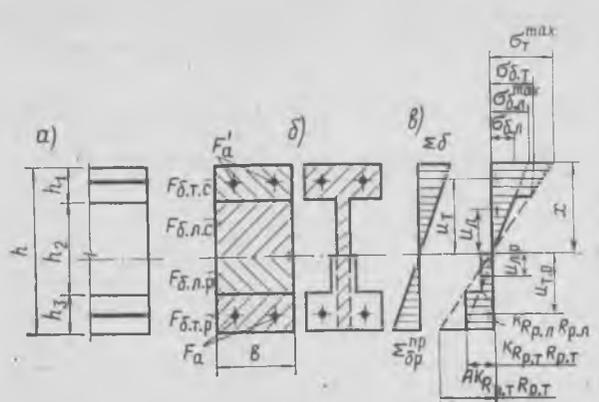


Рис. 2. Схема (а) и расчетная эпюра напряжений трехслойного элемента перед образованием трещин с учетом продольной силы и неупругой работы бетона сжатой зоны при прохождении нейтральной линии в слое легкого (б) и тяжелого (в) бетона

методике норм. Условную критическую силу для трехслойных элементов рекомендуется определять по зависимости

$$N_{кр} = \frac{k \pi^2 E}{l_0^2} \times \left[ \frac{(I_{б,т} + n_{б,л} I_{б,л}) 0,05}{k_{дл}} \frac{0,05}{t} k_n + n_a I_a \right], \quad (13)$$

$$\text{где } t = \frac{e_0 - f_b}{h}; \quad k = 0,8.$$

Значения коэффициента  $k_n$ , учитывающего влияние преднапряжения арматуры на повышение жесткости сечений трехслойных железобетонных равномерно и неравномерно предварительно обжатых элементов, находят по формуле

$$k_n = 1 + 35 \frac{\sigma_{б,н} + \sigma_{б,н}}{2 R_{пр II}} \frac{e_0 - f_b}{h}, \quad (14)$$

причем  $e_0/h \leq 1,5$ .

Теоретические значения несущей способности опытных элементов, определенные с использованием формулы (13) хорошо согласуются с данными эксперимента (см. таблицу).

На основании предложенных рекомендаций был разработан конструктивный вариант к типовому проекту станции технического обслуживания машин и оборудования № 816-184 с применением несущей трехслойной преднапряженной стеновой панели.

Несущую стеновую панель заземляют в стакан фундамента. На нее монтируют стропильные балки и плиты покрытия. Простеночные панели (самонесущие) опираются на края стаканчатого фундамента. Таким образом несущая панель сочетает в себе функции каркаса и ограждающих конструкций.

Технико-экономическим сравнением предлагаемого и типового вариантов проекта установлено, что при использовании несущих стеновых панелей на  $1 \text{ м}^2$  ограждения экономия арматуры составляет 37,3%, цемента — 9,05%, стоимость снижается на 16%. Общий годовой экономический эффект от сокращения приведенных затрат и сроков строительства составил 7,74 тыс. р. или 3% стоимости строительно-монтажных работ по сооружению

| Шифр опытных образцов | $e_0/h$ | $\lambda_h$ | Несущая способность трехслойных элементов $N^T$ , кН |                          |                          | Отклонения $\Delta = \frac{N^{оп} - N^T}{N^{оп}} 100\%$ |            |            |            |
|-----------------------|---------|-------------|--|--------------------------|--------------------------|---|------------|------------|------------|
|                       |         |             | опытная $N^{оп}$ , кН                                | по деформированной схеме | по приближенной методике | $\Delta 1$  | $\Delta 2$ | $\Delta 3$ | $\Delta 4$ |
|                       |         |             |  |                          |                          |   |            |            |            |
| СГН-2                 | 0,15    | 20          | 420  | 402,0/429,0*             | 367,8/394,0              | 4,3   | -2,1       | 12,4       | 6,2        |
| СГН-3                 | 0,60    | 20          | 80   | 86,7/80,0                | 115,6/82,3               | -8,4  | 0,05       | -44,5      | -2,85      |
| ССН-2                 | 0,15    | 14          | 550  | 429,7/615,8              | 413,8/536,1              | 21,8  | -11,9      | 24,76      | 2,53       |
| ССН-3                 | 0,60    | 14          | 113  | 115,8/114,7              | 146,1/118,9              | -2,4  | -1,47      | -29,3      | -5,2       |
| СГП-2                 | 0,15    | 20          | 280  | 275,0/278,0              | 266,1/274,3              | 1,8   | 0,71       | 4,96       | 2,03       |
| СГП-3                 | 0,60    | 20          | 123  | 98,9/114,2               | 117,6/155,6              | 19,6  | 7,15       | 4,39       | 6,01       |
| ССП-2                 | 0,15    | 14          | 300  | 288,0/298,8              | 282,5/291,6              | 4   | 0,4        | 5,83       | 2,8        |
| ССП-3                 | 0,60    | 14          | 140  | 120,1/130,0              | 144,5/141,4              | 14,2  | 7,14       | -3,2       | -1,0       |
| СГПн-2                | 0,15    | 20          | 450  | 302,8/476,8              | -/442,7                  | 32,7  | 5,95       | —          | 1,62       |
| СГПн-3                | 0,60    | 20          | 115  | 105,3/116,4              | -/109,6                  | 8,5   | -1,2       | —          | 4,69       |
| ССПн-2                | 0,15    | 14          | 550  | 316,5/549,6              | -/523,8                  | 42,46   | 0,07       | —          | 4,76       |
| ССПн-3                | 0,60    | 14          | 131  | 124,8/136,9              | -/137,4                  | 4,73  | -4,5       | —          | -4,88      |

\* Перед чертой — по СНиП, после черты — по данным авторов.

## Исследование трещиностойкости бетона с позиций механики разрушения

Классическая теория трещин Гриффитса-Ирвина на протяжении многих лет с успехом используется при анализе процессов разрушения металлов, полимеров и силикатов. С 1961 г. началось изучение процессов развития трещин с позиций механики крупного разрушения для такого материала, как бетон. Во ВНИИГ эти исследования ведутся с 1968 г.

Одной из главных задач, возникающих в связи с практическим применением теории Гриффитса-Ирвина к бетону, является определение критического значения коэффициента интенсивности напряжений при нормальном отрыве  $K_{Ic}$  [1].

Зная длину трещины и предельные напряжения в образце с разрезом  $\sigma_{пр}$  (эти напряжения вычисляют по предельной нагрузке, как для образца без разреза),  $K_{Ic}$  определяют по формуле

$$K_{Ic} = \sigma_{пр} \sqrt{d} f\left(\frac{a}{d}\right), \quad (1)$$

где  $d$  — линейный размер образца;  $f$  — безразмерная функция, зависящая от геометрии образца и схемы его загрузки.

График зависимости  $K_{Ic}$  от длины трещины  $a$  показан на рис. 1. Для экспериментов использовали цилиндры диаметром и высотой 40 см, испытываемые на раскалывание в возрасте 28 сут. Максимальная крупность заполнителя (щебень)  $d_{max} = 40$  см; в качестве вяжущего применяли портландцемент 400; состав бетонной смеси по массе 1:1,8; 4,2; В/Ц=0,5; длина трещины изменялась от 20 до 320 мм.

На графике можно выделить четыре характерных участка, но практическое значение имеют два из них — II и III. Участок II можно рассматривать как область применения теории Гриффитса-Ирвина с переменным  $K_{Ic}$ . Если длина трещины укладывается в пределы этого участка, то ее развитие с самого начала происходит по схеме неустойчивого роста. При длине трещины (2—2,5)  $d_{max}$  начинается участок, на котором график приближается к горизонтальной прямой. Эта область применения классического варианта теории трещин (линейной механике разрушения). Длина участка III равна примерно  $4d_{max}$ , что составляет 40% диаметра образца.

Аналогичные результаты получены также на образцах-призмах сечением  $5 \times 5$  см, изготовленных из цементно-песчаного раствора, снабженных центральным разрезом и испытанных на осевое растяжение.

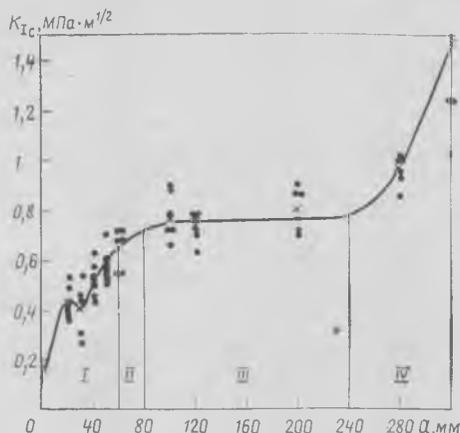


Рис. 1. Зависимость  $K_{Ic}$  от длины искусственной трещины

● — опытные точки; × — средние значения I, IV — участки, в пределах которых поведение образцов не подчиняется закономерностям, следующим из теории Гриффитса-Ирвина; II — участок, в пределах которого применима теория Гриффитса-Ирвина, но с переменным  $K_{Ic}$ ; III — участок, в пределах которого применима линейная механика разрушения

Для установления зависимости  $K_{Ic}$  от максимальной крупности заполнителя использовали образцы-цилиндры диаметром и высотой 40 см при  $d_{max} \leq 40$  мм. При  $d_{max} > 40$  мм, диаметр и высота образцов составляет 60 см. График зависимости  $K_{Ic}$  от  $d_{max}$  приведен на рис. 2. Из рис. 2 видно, что для бетона

с постоянным составом по массе и В/Ц  $K_{Ic}$  при  $d_{max} \geq 30$  мм не зависит от  $d_{max}$ . При  $d_{max} < 30$  мм  $K_{Ic}$  имеет меньшее значение, чем при  $d_{max} \geq 30$  мм.

Для исследования  $K_{Ic}$  замороженного бетона использовали призмы сечением  $5 \times 5$  см, испытываемые на осевое растяжение, и цилиндры диаметром и высотой 20 см, испытываемые на раскалывание. Призмы изготовляли из цементно-песчаного раствора (состав 1:3, В/Ц=0,53, портландцемент марки 500), центральные трещины длиной 10, 15, 20 и 30 мм располагались перпендикулярно продольной оси образца. Цилиндры изготовляли из бетона (см. таблицу), трещина длиной 60 мм располагалась в плоскости действия раскалывающих сил. Призмы в возрасте 28 сут испытывали при  $-4, -12, -20, -27$  и  $20^\circ\text{C}$ , цилиндры в возрасте 60 сут — при  $-20$  и  $20^\circ\text{C}$ .

| Характеристики бетона           | Состав бетонной смеси и температура образца в момент испытания |             |
|---------------------------------|--|-------------|
|                                 | 1:2:1  | 1:2:3       |
| $R_{раск}$ , МПа                | 2,94/2,10*   | 2,61/1,79   |
| $K_{Ic}$ , МПа·м <sup>1/2</sup> | 0,65/0,49  | 0,57/0,39   |
| $a_{кр}$ , мм                   | 27,70/26,20  | 26,90/26,70 |
| $a_{кр}/d_{макс}$               | 1,38/1,31  | 1,34/1,33   |

\*Перед чертой —  $(-20)^\circ\text{C}$ , после черты —  $20^\circ\text{C}$ .

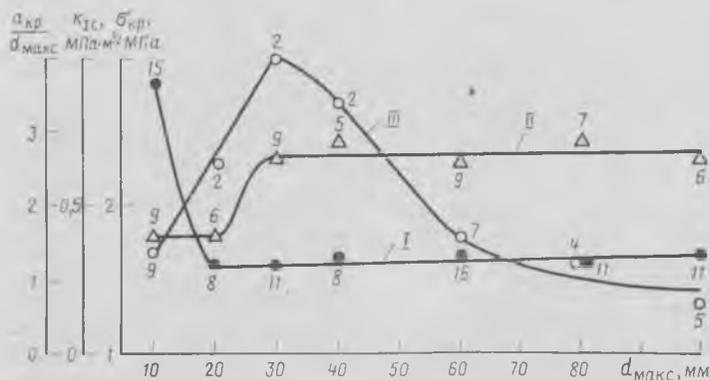


Рис. 2. Зависимость характеристик бетона от максимальной крупности заполнителя

I —  $\frac{a_{кр}}{d_{макс}}$ ; II —  $K_{Ic}$ ; III —  $\sigma_{кр}$

Цифры около опытных точек означают число образцов, использованных при определении среднего значения

Из таблицы видно, что значения  $K_{Ic}$  при отрицательной температуре бетона больше, чем при положительной. Они заметно изменяются с изменением состава бетона по массе.

Для установления зависимости  $K_{Ic}$  от вида напряженного состояния испытывали две группы образцов: на растяжение — призмы сечением  $20 \times 20$  см, на раскалывание — цилиндры диаметром и высотой 20 см. Часть образцов изготавливали из бетонной смеси с составом по массе 1:2:3 и  $V/Ц=0,5$ , портландцемент марки 500; гранитный щебень фракции 5—20 мм; возраст образцов (28 сут). Другая часть образцов отличалась от первой составом бетонной смеси по массе (1:1,8:4,2), видом крупного заполнителя (гравий) и возрастом образцов (приблизительно 4 мес).

Для призм из бетона на щебне  $K_{Ic} = 0,68 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ , для цилиндров  $K_{Ic} = 0,44 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ . Прочность составляла 1,43 и 1,64 МПа. Для призм, изготовленных из бетона на гравии, были получены следующие результаты:  $K_{Ic} = 0,73 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ , для цилиндров  $0,47 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ , прочность 1,23 и 1,54 МПа.

Таким образом, экспериментально установлено, что  $K_{Ic}$  зависит от вида напряженного состояния: для центрально растянутых образцов и цилиндров на раскалывание  $K_{Ic}$  различается приблизительно на 1,5 раза.

Для случая квазихрупкого разрушения имеется несколько критериев роста трещины, причем наибольшее распространение получила гипотеза обобщенного нормального разрыва [2]. Экспериментальная проверка этой гипотезы была выполнена на призмах сечением  $5 \times 5$  см, изготовленных из цементно-песчаного раствора (состав 1:3,  $V/Ц=0,5$  портландцемент марки 500, возраст 3 мес). Образцы имели центральные трещины  $2a_0$ , равные 4, 10, 15, 20 и 30 мм, плоскость которых образовывала с горизонтальной осью призмы угол  $\varphi$  0, 22,5, 45, 60, 75 и 90°.

Анализ опытных данных свидетельствует о том, что пользоваться решением для внутренней трещины можно при  $2a_0 \geq 15$  мм.

Так при  $2a_0 = 15$  мм расчетная прочность укладывается в рамках опытных данных при  $\varphi \leq 45^\circ$ , при  $2a_0 = 20$  мм — при  $\varphi \leq 60^\circ$ , при  $2a_0 = 30$  мм и — при  $\varphi \leq 75^\circ$ . При больших значениях  $\varphi$  теоретическая прочность обусловлена не столько искусственным надрезом, сколько структурными дефектами материала и при  $\varphi = 90^\circ$  примерно равна прочности образца без надреза. Таким образом, гипотеза обобщенного нормального разрыва справедлива при известных ограничениях.

Согласно существующим представлениям разрушение бетона при растяжении первоначально носит характер микротрещинообразования, процесс является устойчивым и не сказывается заметно на механическом поведении образца. Однако при определенном уровне напряжений вследствие смыкания отдельных микротрещин в материале образуются микротрещины, неустойчивое развитие которых может полностью разрушить образец. Длину этой трещины, при которой дальнейшее увеличение нагрузки приводит к спонтанному разрушению, назовем критической длиной

трещины для бетонного образца  $a_{кр}$ . Методика определения величины  $a_{кр}$  разработана в работе [3].

Опыты проводили на образцах-цилиндрах различного диаметра и призмах сечением  $20 \times 20$  см, изготовленных из бетона различного состава, с различной максимальной крупностью заполнителя, испытанных в различном возрасте и при различных температурах (см. таблицу).

В результате статистической обработки опытных данных установлено, что между  $a_{кр}$  и  $d_{max}$  существует тесная корреляционная связь. Уравнение регрессии близко к уравнению  $a_{кр} = K d_{max} \times (K = 1,32)$ . В диапазоне  $20 \text{ мм} \leq d_{max} \leq 100 \text{ мм}$   $a_{кр}/d_{max}$  практически не зависит от максимальной крупности заполнителя. Характер линейной зависимости  $a_{кр}$  и  $d_{max}$  нарушается лишь при  $d_{max} = 10$  мм (см. рис. 2).

### Выводы

В общем случае критическое значение коэффициента интенсивности напряжений  $K_{Ic}$  не является постоянным для такого материала, как бетон. Величина  $K_{Ic}$  зависит от длины искусственной трещины (надреза), температуры образца в момент испытания, вида напряженного состояния, состава бетонной смеси по массе, максимальной крупности заполнителя и других факторов.

На графике зависимости  $K_{Ic}$  от длины трещины имеется участок, на котором  $K_{Ic}$  близок к постоянной и для которого можно считать справедливой линейную механику разрушения.

Величиной, не зависящей от состава бетона по массе, температуры в момент испытания, максимальной крупности заполнителя и некоторых других факторов, является  $a_{кр}/d_{max}$ .

Гипотеза обобщенного нормального разрыва справедлива для раствора при определенных ограничениях, связанных с величиной начальной длины трещины и углом, образованным плоскостью этой трещины и осью образца.

Эксперименты указывают на необходимость разработки применительно к бетону более сложной модели которая объясняла бы зависимость  $K_{Ic}$  от длины трещины, типа образца, отношения  $d_{max}$  к размерам образца. Такая модель предложена в работе [4], где один из параметров практически совпадает с критической длиной трещины для бетона  $a_{кр}$ .

При определении  $K_{Ic}$  длина начальной трещины должна быть не менее  $(2...2,5) d_{max}$  и не более 40% размера поперечного сечения образца.

Для бетонов одного и того же состава и  $V/Ц$  при  $d_{max} \geq 30$  мм отношение прочностей на растяжение приблизительно обратно пропорционально корню квадратному из отношения максимальных крупностей заполнителя.

Прочность бетона с постоянным составом по массе и  $V/Ц$  при  $d_{max} \geq 30$  мм и в области прямой пропорциональности между  $a_{кр}$  и  $d_{max}$  может быть определена по зависимости

$$\sigma_{пр} = \frac{K_{Ic}}{\sqrt{d} f \frac{a_{кр}}{d}}, \quad (2)$$

где  $f$  — функция, зависящая от формы образца и получаемая из решения задачи теории упругости с достаточной для

практики точностью эту функцию можно аппроксимировать формулой

$$f(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} (1-x)^{-1/2} x^{1/2}. \quad (3)$$

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pak A. P. Trapeznikov L. P. Experimental investigations based on the Griffith—Urwin theory processes of the crack development in concrete—Adv. Fract. Res. Prepr 5 th. Int. Conf. Fract., Cannes, 1981, vol. 4; Oxford e. a. 1981.
2. Панасюк В. В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. — Киев: Научная думка, 1968.
3. Экспериментально-теоретическое определение критической длины трещины для бетона / А. П. Пак, Л. П. Трапезников, Т. П. Шерстобитова, Э. Н. Яковлева. — Известия ВНИИГ. 1977, т. 116.
4. Трапезников Л. П. Двухпараметрическая модель разрушения бетона при растяжении с учетом структуры и ползучести материала. — Известия ВНИИГ, 1979.

## Бетоноукладчик

### СМЖ-528 (3099 | I)

Гипростроммаш разработал, а Куйбышевский завод «Строммашина» начал выпуск бетоноукладчика СМЖ-528 (3099/1).

Бетоноукладчик предназначен для укладки бетонной смеси в формы при изготовлении линейных, а также плоскостных железобетонных изделий, для чернового заглаживания верхней открытой их поверхности (подготовка поверхности к заглаживанию).

На верхней площадке рамы порталного типа в поперечном направлении уложены металлические квадраты, выполняющие функции рельсов, по которым передвигается самоходный бункер с ленточным питателем. Под приводным барабаном питателя в вертикальных направляющих смонтирована воронка, снабженная приводом подъема-опускания и приводом ее поворота вокруг вертикальной оси. На раме смонтирован заглаживающий брус, который может перемещаться в вертикальном направлении от специального привода лебедочного типа. Он совершает возвратно-поступательные движения в направлении, перпендикулярном направлению движения бетоноукладчика.

Бетоноукладчик передвигается от двух приводов, смонтированных на нижних продольных балках рамы. Механизмами бетоноукладчика управляют с пульта, установленного на площадке оператора, размещенной на балке рамы — портала.

Электропитание и сжатый воздух подводится к бетоноукладчику с помощью кабеля и шланга, подвешенных гибляндой на специальной подвеске. Установленная мощность электродвигателя — 20,3 кВт.

Максимальная ширина формирования 3600 мм; вместимость бункера — 2,5 м<sup>3</sup>; скорость передвижения 0,08; 0,16; 0,32 м/с; колея 4500 мм. Габаритные размеры 3800×6300×3100 мм, масса — 7200 кг.

## Новый стандарт на арболит и изделия из него

С 1 января 1985 г. введен в действие ГОСТ 19222—84 «Арболит и изделия из него. Общие технические условия» (вместо ГОСТ 19222—73), разработанный НИИЖБ, ВНИИДревом и Горьковским инженерно-строительным институтом.

Стандарт распространяется на арболит (бетон на цементном вяжущем, органических заполнителях и химических добавках) и изделия из него, предназначенные для применения в зданиях различного назначения с относительной влажностью воздуха помещений не более 60% и при отсутствии агрессивных газов.

Стандарт состоит из пяти разделов и шести приложений.

В разделе 1 установлены технические требования к арболитовым смесям, арболиту, изделиям из него и составляющим этого материала.

Для арболитовых смесей даны ограничения по плотности (отклонения не более  $\pm 5\%$  и температура не ниже  $15^\circ\text{C}$ ), по жесткости поризованной смеси (не более 30 с по техническому вискозиметру) или подвижности (не более 4 см) и объему межзерновых пустот в уплотненных смесях для арболита поризованной структуры (не более 3%).

Требования к арболиту распространяются на его среднюю плотность, прочность при сжатии, морозостойкость, влажность и теплопроводность. В зависимости от средней плотности в высушенном до постоянной массы состоянии арболит подразделяется на теплоизоляционный со средней плотностью до  $500 \text{ кг/м}^3$  и конструкционный со средней плотностью  $500..850 \text{ кг/м}^3$  (табл. 1).

По прочности на сжатие даны параметрические ряды классов и марок (для изделий и конструкций, запроектированных без учета требований Ст. СЭВ 1406—78).

В стандарте даны ограничения по фактической средней плотности арболита (не должна превышать проектную более чем на 5%), по нормируемому коэффициенту вариации прочности конструкционного арболита (не должен превышать 20%).

Впервые установлены партионные коэффициенты вариации прочности конструкционного арболита: не более 18% для изделий и конструкций первой категории качества и не более 15% — для высшей категории.

Стандарт регламентирует марку по морозостойкости в изделиях конкретных видов в зависимости от режима их эксплуатации и климатических условий района строительства. Ее необходимо принимать в соответствии с нормами проектирования и указывать в стандартах или технических условиях на конкретные изделия (не менее Мрз 25).

Теплопроводность арболита, высушенного до постоянной массы, в зависимости от вида заполнителя при средней плотности  $400..850 \text{ кг/м}^3$  приведена в табл. 2.

Для изделий из арболита ограничены отклонения от их проектных размеров, от прямолинейности профиля лицевых поверхностей, от проектного положения закладных деталей.

Требования к точности изготовления изделий необходимо приводить в стандартах или технических условиях на конкретные изделия в виде предельных отклонений от номинальных размеров по ГОСТ 13015—75.

Стандарт включает требования к армированию изделий и монтажным пет-

лям. С учетом результатов исследований последних лет и опыта эксплуатации армированных конструкций из арболита, где в качестве интенсификаторов твердения цементного камня применяют хлоридные и сульфатные соли, введены требования к защитному слою конструкций и определены условия их применения. Армированные изделия из арболита можно эксплуатировать в сухой среде с относительной влажностью до 60%. При относительной влажности среды свыше 60% необходимо располагать арматуру в защитном слое из бетона, обеспечивающем надежную пассивность стали. Рекомендуется также защищать стальную арматуру специальными покрытиями по аналогии с ячеистыми бетонами в соответствии с инструкцией СН 277-80.

Выполнение установленных стандартом требований по защите арматуры в арболите позволит обеспечить требуемую долговечность и увеличить длительность эксплуатации зданий и сооружений из этого материала.

Установлены требования к декоративным бетонам и растворам, а также к качеству поверхности и внешнему виду изделий.

В стандарте приведены требования к материалам, в том числе вяжущим, органическим заполнителям, добавкам, воде.

В качестве органических заполнителей необходимо применять измельченную древесину из отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки хвойных и лиственных пород, костра конопля и льна, измельченные стебли хлопчатника.

В приложении 2 приведены химические добавки, рекомендуемые для приготовления арболита.

В разделе 2 даны правила приемки изделий из арболита. Помимо требований ГОСТ 13015.1—81, изделия из арболита должны удовлетворять требованиям настоящего стандарта. Минимальная отпускная прочность арболита должна быть не менее 80% проектной. Приемочный контроль каждой партии арболита и изделий из него производят по следующим показателям: средняя плотность арболита, класс или марка арболита по прочности на сжатие, отпускная прочность и отпускная влажность; линейные размеры изделий (конструкций), отклонения от прямолинейности, от плоскости и масса изделий (конструкций).

Раздел 3 стандарта регламентирует требования к методам испытаний качества составляющих для арболита, качества арболита к оценке показателей его прочности, к методам испытаний сварных арматурных изделий и закладных деталей, а также изделий из арболита.

Раздел 4 определяет требования к маркировке, установке, хранению и транспортированию изделий из арболита, а раздел 5 — гарантии изготовителя.

В справочном приложении приведены примеры условного обозначения (марки) изделий.

В приложениях [3, 4, 5] указаны методы испытания органических заполнителей, а в приложении 6 дана методика определения однородности по средней плотности арболита.

Внедрение нового стандарта позволит повысить качество изделий из арболита.

**В. И. САВИН, И. М. ДРОБЯЩЕНКО, В. Ф. СТЕПАНОВА**, кандидаты техн. наук

Таблица 2

| Средняя плотность арболита, $\text{кг/м}^3$ | Теплопроводность арболита, $\text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$ , на |  |
|---|--|--|
|   | измельченной древесины   | измельченных стеблей хлопчатника и рисовой соломы, костре льна и конопля |
| 400   | 0,08   | 0,07   |
| 450   | 0,09   | 0,075  |
| 500   | 0,095  | 0,08   |
| 550   | 0,105  | 0,095  |
| 600   | 0,12   | 0,105  |
| 650   | 0,13   | 0,11   |
| 700   | 0,14   | 0,12   |
| 750   | 0,15   | —  |
| 800   | 0,16   | —  |
| 850   | 0,17   | —  |

Таблица 1

| Вид арболита      | Класс по прочности на сжатие | Марка по прочности при осевом сжатии | Средняя плотность, $\text{кг/м}^3$ , арболита на |   |                |                           |
|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|---|----------------|---------------------------|
|                   |                              |                                      | измельченной древесины                           | костре льна или дробленых стеблей хлопчатника | костре конопля | дробленной рисовой соломе |
| Теплоизоляционный | B0,35                        | M5                                   | 400—500  | 400—450                                       | 400—450        | 500                       |
|                   | B0,75                        | M10                                  | 450—500  | 450—500                                       | 450—500        | —                         |
|                   | B1,0                         | M15                                  | 500  | 500   | 500            | —                         |
| Конструкционный   | B1,5                         | —                                    | 500—650  | 550—650                                       | 550—650        | 600—700                   |
|                   | B2,0                         | M25                                  | 500—700  | 600—700                                       | 600—700        | —                         |
|                   | B2,5                         | M35                                  | 600—750  | 700—800                                       | —              | —                         |
|                   | B3,5                         | M50                                  | 700—850  | —   | —              | —                         |
|                   |                              |                                      |  |   |                |                           |



УДК 666.982.003

## Эффективная заводская технология

Эффективная аспирационная система внедрена в бетоносмесительном цехе Московского завода железобетонных труб.

Запыленность является одним из самых вредных факторов на современных бетоносмесительных узлах. Она ухудшает санитарно-технические условия работы, загрязняет окружающую среду. Для создания надежной аспирационной системы на Московском заводе железобетонных труб производственного объединения Мосспецжелезобетон (121087, Москва, Береговой пр., 2) предложено использовать герметичные дозирующие и распределяющие устройства для цемента. Эта принципиально новая система включает квадратный короб, который расположен на полу дозирочного отделения и соединен со сборной воронкой с перекидным шибером. В верхней части шибера имеются быстросъемная крышка, вертикальный воздуховод круглого сечения, пылевой вентилятор, безрукавная осадительная камера с бункером.

Аспирационная система в дозирочном отделении работает следующим образом. Перед началом приготовления бетонной смеси оператор со своего пульта включает пылевой вентилятор, расположенный в надбункерном отделении и контролируемый сигнальной лампой. Воздух, выбрасываемый вентилятором, проходит через четыре секции безрукавной осадительной камеры и через трубу уходит в атмосферу, а частицы цемента остаются в бункере. В вертикальном и горизонтальном участках воздуховодов, в сборной воронке, в бетономешалке создается разрежение воздуха, что исключает запыление дозирочного отделения. В результате использования новой системы запыленность, т. е. содержание цемента при выбросе воздуха в помещение, вдвое ниже нормы.

В надбункерном отделении используется система очистки воздуха при пневмотранспорте цемента. Она включает в себя циклон, безрукавную осадительную камеру, рукавный фильтр, вентилятор и бункер.

Модернизация бетоносмесительного узла значительно улучшает санитарно-гигиенические условия труда, повышает эффективность его работы, удовлетворяет требованиям охраны окружающей среды.

При внедрении системы получен годовой экономический эффект в сумме 50 тыс. р.

Пластифицирующая добавка НИЛ-21 разработана и внедрена в производство на комбинате железобетонных конструкций № 2 Главмоспромстройматериалов

(109428, Москва, Рязанский проспект, 26). Новая пластифицирующая добавка представляет собой модифицированную сульфитно-дрожжевую бражку. Процесс модификации довольно прост, проводится без нагрева при атмосферном давлении и сводится к получению устойчивой однородной эмульсии.

Пластифицирующая добавка НИЛ-21 применяется в бетоне в комплексе с ускорителем твердения — сульфатом натрия. Предусмотрены два независимых тракта подачи модифицированной добавки и сульфата вплоть до их введения в воду затворения. Производительность установки 200...250 т добавки НИЛ-21 (в расчете на сухое вещество) в год, что обеспечивает производство около 100 000 м<sup>3</sup> сборного железобетона с ее применением. Цеховая себестоимость добавки 146 р. за 1 т сухого вещества.

Пластификатор НИЛ-21 вводится в бетонную смесь в количестве 0,6%, ускоритель — 1,0...1,5% массы цемента, что позволяет без увеличения расхода вяжущего использовать в производстве панелей внутренних стен высокоподвижные смеси (О. К. = 14...18 см) вместо ранее использовавшихся малоподвижных (О. К. = 2...3 см). Применение высокоподвижных смесей привело к существенному усовершенствованию технологии формования и отделки поверхностей изделий. Значительно, с 3 мин до 30 с, сократилось время вибрирования. В результате уменьшился шум в цехах, снизились трудозатраты на формовочных постах, улучшились условия труда и качество изделий. Другая выгода применения добавки НИЛ-21 — это экономия цемента, составившая 8...10%.

Панели внутренних стен, изготовленные с применением добавки НИЛ-21 по литевой технологии, были аттестованы на Государственный Знак качества.

Добавка ПАЩ-1 — одна из наиболее доступных пластифицирующе-воздуховлекающих добавок. Она является отходом производства капролактама и должна соответствовать требованиям ТУ 6-03-10-3-81 «Щелочный сток производства капролактама». По внешнему виду — это жидкость темно-коричневого цвета, не горячая, со слабым эфирным запахом. Выпускается производственными предприятиями объединения «Азот».

Применение этого пластификатора в количестве 0,2...0,4% массы цемента улучшает однородность и удобоукладываемость бетонных смесей, позволяет снизить расход цемента на 3...5% и обеспечивает повышение морозостойкости бетона в 1,5...2 раза.

Добавка ПАЩ-1 не вызывает коррозию арматуры и не замедляет процесс твердения бетона.

Технология приготовления бетона отличается от обычной только тем, что в бетоносмеситель вместе с водой затворения подается необходимое на замес количество раствора пластификатора. Точность дозирования  $\pm 2\%$ .

При использовании добавки с концентрацией выше 35% во избежание выпадения кристаллического осадка необходимо предусмотреть периодическую продувку паром (или горячей водой) систем трубопроводов.

Хранение пластификатора допускается в пределах температур до +40 и не ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ . В случае длительного хранения (более 6 мес) продукт перед использованием должен быть проверен на соответствие требованиям ТУ 6-03-10-3-81.

Важнейшим фактором увеличения морозостойкости бетона с добавкой ПАЩ-1 является повышенное содержание в нем равномерно-распределенных эмульгированных пузырьков воздуха, препятствующих созданию систем сообщающихся капилляров.

Эффективность добавки ПАЩ-1 проверена в лабораторных и производственных условиях. Оптимальными являются следующие расходы добавки: 0,25% при расходе цемента до 300 кг на 1 м<sup>3</sup>; 0,3% при расходе 450 кг; 0,35% — при расходе до 500 кг на 1 м<sup>3</sup>.

Используя пластифицирующий эффект добавки, корректируют количество воды затворения таким образом, чтобы подвижность бетонной смеси в составах с добавкой и без нее была одинаковой. Воздухововлечение при введении добавки обеспечивается в пределах 2,5...3,1%.

Проведенные испытания образцов бетона на 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания по ГОСТ 10060—76 подтвердили эффективность добавки. При стоимости добавки 25 р. за 1 т годовой экономический эффект применительно к условиям завода железобетонных изделий № 18 (107143, Москва, ул. Николая Химушина, д. 2/7), где внедрена новинка, составляет 39 тыс. р.

М. П. КОЛЛИНС, проф. (Инженерно-строительный факультет Университета Торонто, Канада); П. ЛЕНКЕИ, руководитель отделения НИИ по строительству (Будапешт, ВНР)

## Расчет балок на действие поперечных сил по новым Канадским нормам

Новые Канадские нормы CSA — A23.3—84 вместе с так называемым упрощенным методом расчета железобетонных элементов на действие поперечных сил, который в основном совпадает с хорошо известным и традиционным

$$Q = Q_b + Q_s$$

(где  $Q_b$  и  $Q_s$  — поперечные силы, воспринимаемые бетоном и арматурой) содержат также и некоторый новый общий метод, который называется теорией сжатого поля.

Согласно теории сжатого поля поперечная сила влияет на количество продольной и поперечной арматуры. В наиболее общей форме этот метод позволяет детально исследовать сопротивление и поведение элементов действию поперечной силы с учетом анализа напряженно-состояния в поперечном сечении, условия равновесия, совместности деформаций и требования диаграммы «напряжение — относительная деформация» для различных частей поперечного сечения. Такой анализ (рис. 1) может показать, что распределение напряжений сдвига является не равномерным, направления главных напряжений изменяются по высоте поперечного сечения балки и растягивающие напряжения в бетоне между трещинами увеличивают сопротивление элемента поперечной силе.

Вместе с детальным анализом нормы дают более простую методику, которая основывается на условии прочности по середине высоты балки. По этой методике (рис. 2) распределение напряжений сдвига предполагается равномерным по площади шириной  $b$  и высотой  $d_w$ , а направление главных сжимающих напряжений, которое определяется углом  $\theta$ , предполагается постоянным по высоте  $d_w$ ; растягивающими напряжениями в бетоне пренебрегают.

Размеры поперечного сечения элемента должны быть достаточными для обеспечения сопротивления бетона с наклон-

ными трещинами действию сжимающих напряжений (т. е.  $\sigma_2 < \sigma_{2max}$ ).

Если главное растягивающее напряжение в бетоне равно нулю, то главное сжимающее напряжение будет связано с напряжением сдвига  $\tau = \frac{Q}{B d_w}$  следую-

щей зависимостью, которая может быть получена из круга Мора:

$$\sigma_2 = \left( \operatorname{tg} \theta + \frac{1}{\operatorname{tg} \theta} \right) \tau. \quad (1)$$

Если бетон на уровне середины высоты сечения значительно деформирован (большое главное растягивающее относительное удлинение  $\epsilon_1$ ), то его способность сопротивляться сжимающим напряжениям будет значительно уменьшена. В нормах величина  $\sigma_2$  связывается с  $\epsilon_1$  выражением

$$\frac{\sigma_{2max}}{R_{b,d}} = \frac{1}{0,8 + 170 \epsilon_1} \leq 1, \quad (2)$$

которое было определено из экспериментальных исследований железобетонных панелей на чистый сдвиг (здесь  $R_{b,d}$  — прочность бетона на сжатие).

Главное относительное удлинение  $\epsilon_1$  связывается с продольным относительным укорочением на уровне середины высоты  $\epsilon_x$ , принятым равным 0,002, и с направлением главных деформаций (в предположении, что оно совпадает с направлением главных напряжений) следующим уравнением совместности деформаций, которое может быть получено из круга Мора:

$$\epsilon_1 = \epsilon_x + \frac{\epsilon_x + 0,002}{\operatorname{tg}^2 \theta}. \quad (3)$$

Поперечное армирование необходимо для уравнивания вертикальных составляющих наклонных сжимающих усилий в бетонных раскосах. Для балки, нагруженной равномерно распределенной

нагрузкой (рис. 3), поперечная арматура на участке  $d_w/\operatorname{tg} \theta$  может быть рассчитана на возникающую наименьшую поперечную силу  $\theta_{sd}$  из условия

$$\frac{R_{sd} A_{sw}}{S_w} \frac{d_w}{\operatorname{tg} \theta} \geq \theta_{sd}, \quad (5)$$

где  $A_{sw}$ ,  $S_w$  и  $R_{sd}$  — площадь сечения, шаг и расчетное сопротивление хомутов.

Поперечная сила в поперечном сечении уравнивается вертикальной составляющей силы  $D$  в бетонных раскосах (рис. 4). Горизонтальная составляющая силы  $D$  равна центральному сжимающему усилию в бетоне

$$N_w = \frac{Q}{\operatorname{tg} \theta}, \quad (5)$$

которое необходимо уравновесить растягивающими усилиями в продольной арматуре. Таким образом, поперечная сила создает сжимающие напряжения в бетоне и растягивающие напряжения в продольной арматуре.

Проектируя поперечное сечение для восприятия поперечной силы, можно выбирать любое значение  $\theta$  между 15 и 75° и использовать его для удовлетворения всех требований.

Если выбирается значение  $\theta$  меньше 45°, тогда уменьшается количество поперечной и увеличивается количество продольной арматуры. Когда  $\theta$  меньше, значение  $\sigma_2$  будет больше. Для постоянной  $\epsilon_x$  при уменьшении  $\theta$  увеличивается  $\epsilon_1$  и поэтому уменьшается  $\sigma_{2max}$ . Нижний предел  $\theta$  достигается тогда, когда  $\sigma_2$  равно  $\sigma_{2max}$ . Чем меньше напряжение сдвига, приходящееся на бетон, тем меньше значение  $\theta$ , при котором  $\sigma_2$  будет равна  $\sigma_{2max}$ .

Относительные деформации  $\epsilon_x$  на уровне середины высоты сечения (см. рис. 2) могут быть найдены из расчета плоского сечения на действие изгибающего момента, продольной силы  $N$  и эквивалентной продольной силы  $N_w$ , опреде-

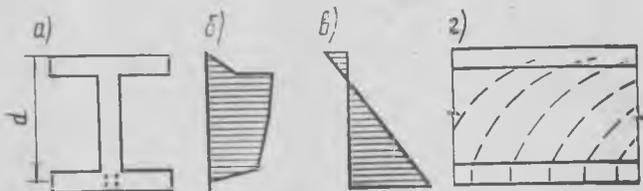


Рис. 1. Напряженное состояние в балке  
а — поперечное сечение; б — напряжение сдвига; в — нормальные напряжения; г — траектория главных сжимающих напряжений

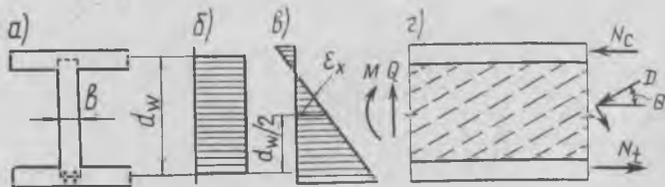


Рис. 2. Расчетная схема напряженного состояния в балке  
а — поперечное сечение; б — напряжение сдвига; в — нормальные напряжения; г — усилия в поперечном сечении

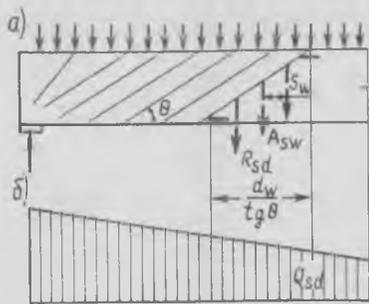


Рис. 3. Схема расчета поперечной арматуры  
а — балка; б — эпюра поперечных сил

ленной из уравнения (5). Те поперечные сечения, имеющие большие продольные сжимающие силы, преднапряжения или низкую величину изгибающего момента, будут иметь небольшую деформацию стенки (низкий  $\epsilon_x$  и, следовательно, низкий  $\epsilon_t$ ) и поэтому могут претерпевать большие напряжения сдвига.

Вместо определения  $\epsilon_x$  из анализа плоского поперечного сечения нормы позволяют принять достаточно осторожное значение  $\epsilon_x = -0,002$ .

Если размеры поперечного сечения велики, можно выбрать такое значение  $\theta$ ,

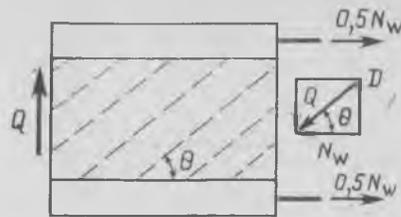


Рис. 4. Схема расчета дополнительных усилий в продольной арматуре

при котором бетон не разрушается преждевременно и поперечная арматура течет перед разрушением элемента ( $\epsilon_t > \frac{R_{sx}}{E_s}$ ).

Можно заметить, что из кругов Мора имеем  $\epsilon_t = \epsilon_1 - \epsilon_A = 0,002$ .

Если значение  $\theta$  выбрано, поперечная арматура определяется из уравнения (4), а продольная арматура рассчитывается (кроме изгибающего момента  $M$  и продольной силы  $N$ ) также и на эквивалентную продольную силу  $N_w$  по уравнению (5).

Результаты сопоставления норм США

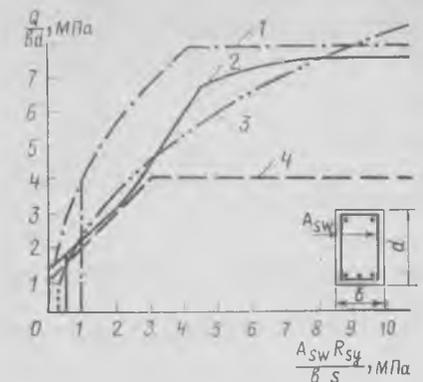


Рис. 5. Сопоставление результатов расчета на поперечную силу по нормам  
1 — СНИП II-21-75; 2 — ЕКb; 3 — новые нормы Канады; 4 — США

(АСИ 318—83), нового общего метода Канадских норм, «Точного метода норм Европейского комитета по бетону (CEB MC—78)» и СНИП II-21-75 показаны на рис. 5. Из рисунка видно, что новый общий метод по Канадским нормам дает большую несущую способность, чем традиционный американский, и покрывает все возможные области работы балки на поперечную силу. Разные нормы дают большие различия в расчетной несущей способности на поперечную силу; низшие значения дают американские нормы, самые высокие — СНИП.

УДК 628.253.012.45(100)

## О производстве деталей смотровых колодцев\*

В настоящее время в странах Европы и Северной Америки железобетонные смотровые колодцы выполняют преимущественно сборными. Детали колодцев — конуса, кольца, плиты оснований и покрытий — изготавливают из пластичных или жестких бетонных смесей с применением вибрации или вибропрессования. В некоторых случаях формирующие машины комбинируют со специально запроектированными дополняющими системами, например, снабжения бетонной смесью, подачи и установки поддонов, транспортирования отформованных изделий и др. Конуса и кольца имеют отверстия для пропуска труб и установки подъемных скоб или лестниц.

Фирма R. Katzenberger (ФРГ) производит кольца и конуса диаметром до

1500 мм и высотой до 1 м на двух машинах 1510 фирмы Pfeiffer в формах, на наружной части которых закреплены путем присасывания вибраторы. Каждая машина имеет примыкающую транспортную систему. Изделия после формирования отводят в сторону, забирают перемещающимся в горизонтальной плоскости захватывающим устройством с регулируемыми параметрами работы и устанавливают, группируя по размерам, на движущиеся по ленточному конвейеру поддоны размером 6×5,4 м. По мере заполнения поддоны включаются в круговое перемещение по двухъярусной системе до достижения бетоном распалубочной прочности. Этот процесс осуществляется, как правило, без подвода тепла. Так как движение поддонов заканчивается на линии нижнего яруса, для подачи поддонов на специально отведенный участок пола цеха предусмотрены два подъемных стола с гидравлическим приводом в комбинации с выталкивающим уст-

ройством. Краном изделия попарно снимают с поддонов, а высвобождающиеся подкладные кольца транспортируют, очищают и собирают по размерам в кассеты. Перед подачей на машину они проходят через маслоразбрызгивающее устройство. Подача осуществляется с помощью захватов.

За исключением установки кассет с кольцами непосредственно перед машиной и снятия изделий с поддонов все транспортные процессы осуществляются автоматически. Автоматизированы также укладка арматурных каркасов в формы, приготовление и подача бетонной смеси. В автоматическом режиме может работать узел введения и высадки штырей с гидроприводом для получения отверстий под скобы.

Продолжительность цикла формирования колец зависит от их размеров и составляет от 2 мин (при диаметре 800 мм и высоте 0,5 м) до 3,9 мин (при диаметре 1500 мм и высоте 1 м).

\* По сообщениям последних лет журналов Concrete Products, Modern Concrete (США), Betonwerk + Fertigteil - Technik (ФРГ), Precast Concrete (Великобритания) и др.

Всю производственную линию обслуживают три человека: два наблюдают за работой машин, а крановщик снимает изделия с поддонов.

Фирма Vejle Ferrazzo & Betonvarefabrik (Дания) использует для изготовления деталей колодцев четыре машины собственной конструкции серии ВБ-ВБ01, ВБ 1, ВБ 2, ВБ 3. Каждая машина имеет виброплощадку, оборудована отдельно стоящим бункером, откуда бетонная смесь на быстротвердеющем цементе транспортируется по ленточному конвейеру небольшой длины. При формировании деталей колодцев виброплощадка поднимается, а при формировании трубы — опускается в заглублие. Виброплощадку фиксируют на нужной высоте четырьмя защелкивающими зажимами. Производственную линию обслуживают шесть рабочих и два водителя автопогрузчика на складе. За восьмичасовую смену один рабочий в среднем вырабатывает 95 колец диаметром 800 мм и высотой 0,5 м при толщине стенки 60 мм.

Фирма Virginia Precast (США) изготавливает детали колодцев из жестких бетонных смесей на двухгнездовой машине «6-60 Хайдропек» фирмы Hydrotile Co. (США). В одном гнезде формируют кольца высотой 0,3...1,2 м, в другом — конуса. Обслуживание ведется с пульта управления между гнездами одним оператором, который после отправки отформованного кольца к участку распалубки, переключается на формирование конуса. Машина оборудована автоматическим устройством для выдавливания отверстий под скобы. Транспортные операции с готовыми изделиями выполняют четыре автопогрузчика «Хайстер» два грузоподъемностью по 8 т и два по 12 т. Фирма использует разработанный фирмой National Pollution Control System Inc. (США) метод высверливания в готовых деталях отверстий для пропускания труб нужного диаметра и установку в этих отверстиях уплотняющих соединительных муфт.

Фирма Waterloo Concrete Products (США) использует для изготовления деталей колодцев, в том числе колец с днищем, вибропрессующие машины «ВАР» и «Мэнхоул Плас» фирмы Hawkeye Concrete Products Co. В двух гнездах первой машины можно одновременно формовать два различных изделия диаметром от 300 до 3000 мм и высотой до 2,4 м. Вторая машина имеет трехпозиционный поворотный стол. Устанавливаемая на него форма последовательно проходит три стадии формовочного цикла. Каждую машину обслуживает один оператор. После формирования изделие поднимают над сердечником, отводят в сторону от машины и с него тут же снимают наружную часть формы.

Фирма Concrete Systems (США) производит детали колодцев на одной двухгнездовой машине собственной конструкции. Жесткие бетонные смеси уплотняют вибрацией одновременно со стороны виброплощадки и сердечника. На одногнездовой машине изготавливают кольца диаметром 1200 мм и высотой 0,3...1,2 м, конуса высотой 0,9 и 1,2 м, а также плиты покрытий. Цикл формирования составляет 45 с. За день с ма-

шины сходит около 100 колец. На двухгнездовой машине формуют кольца диаметром 1500 мм и высотой 0,3...1,2 м и плиты покрытий. Цикл формирования 3 мин. Фирма выпускает также детали колодцев диаметром 1200, 1800 и 2400 мм из пластичных бетонных смесей.

Машина «Вихи Максимэтик» фирмы Pedershaab (США) предназначена для вибропрессования деталей колодцев диаметром 600...1200 мм с толщиной стенки 150 мм. Высота колец и конусов равна соответственно 0,2...1,2 м и 0,5...1,22 м. Производительность машины составляет в час 25—28 колец высотой 0,5 м или 21—24 высотой 1,2 м. Подача поддонов на машину, распалубка и извлечение изделий осуществляются автоматически.

В новой машине для изготовления деталей колодцев фирмы Tigra Inc. (США) подача, распределение и уплотнение бетонной смеси осуществляются с помощью гидравлики. Уплотнению способствует и вибрация со стороны сердечника. Цикл формирования деталей диаметром 610...2000 мм и высотой до 1,2 м составляет 6—10 мин. Машины обслуживают два рабочих.

Машина «Тубомат» фирмы Rimas (Дания) является специализированным агрегатом для изготовления шахтных колец и конусов диаметром от 1250 мм и высотой до 1 м. Предусмотрено устройство для автоматической укладки в форму арматурных колец, фиксируемых во время подачи бетонной смеси. На одном из заводов машина скомбинирована с системой перемещающихся поддонов.

Машина «СР 15 Хайдро» рассчитана на изготовление колец и конусов шахтных колодцев, на ней можно формировать и трубы диаметром до 1500 мм при длине 1 м. Подаваемая в форму питателем бетонная смесь уплотняется под действием вибрации в сочетании с верхним обжатием. Изделия распалубывают путем высадки вниз сердечника и снятия через верх наружной части формы. Машина «СР 50 Хайдро», как и «СР 15 Хайдро», оборудована высокочастотными вибраторами и имеет гидравлическое управление. Машины «СР 15» и «СР 25» того же назначения работают с электромеханическим приводом.

В ГДР освоена технология изготовления деталей основания колодцев «дном вверх». После укладки, уплотнения и выравнивания смеси в форме, установленной на виброплощадке, на нижнюю часть формы укладывают и прикрепляют плиту-поддон. При помощи поворотной траверсы на кране форму поворачивают на 180° и распалубывают детали вытягиванием сердечника и наружной части формы. Возможность немедленной распалубки обеспечивается выбором соответствующего состава бетона. Закладные элементы для получения отверстий под вводы труб не вынимают до затвердения бетона. Изготавливаемые детали основания с восьмиугольником в плане рассчитаны на диаметр труб менее 400 (тип ВА) и 500...800 мм (тип ВВ). Детали можно комбинировать с обычными кольцами, конусами и крышками.

Их можно вводить только в последовательном процессе монтажа линии трубопровода.

В Канаде распространены смотровые колоды в соответствии с запатентованной в США системой «Модулок». Система основана на использовании для выкладки верхней части (под чугунную решетку) монолитного или сборного ствола кольцевых бетонных деталей малой высоты. Водонепроницаемость швов между деталями толщиной 5, 8, 10 мм обеспечивается бутилкаучуковым материалом. Эти детали изготавливает фирма Oaks Precats Industry (Канада) из жестких бетонных смесей на реконструированной машине фирмы Zenith Maschinenfabrik GmbH (ФРГ), предназначенной для прессования элементов мощности. Скорость работы машины составляет 600 деталей в смену.

А. Ф. КЛИМАНОВА, Э. М. АРИЕВИЧ,  
кандидаты техн. наук

## Бетоноукладчик СМЖ-526-01А

Гипростроммаш разработал конструкцию бетоноукладчика СМЖ-526-01А, предназначенного для укладки и уплотнения бетонной смеси при изготовлении стендовым методом линейных изделий — колонн, балок и др.

На верхней площадке рамы порталного типа в поперечном направлении уложены металлические квадраты, выполняющие функции рельсов; по ним передвигается самоходный бункер с ленточным питателем.

Под приводным барабаном питателя в вертикальных направляющих смонтирована виброворонка, снабженная приводом подъема-опускания и пневматическим приводом поворота шарнирного кронштейна с двумя глубинными вибраторами, закрепленными на нем. При уплотнении бетонной смеси вибраторы вводят в полость формы, что осуществляется поворотом шарнирного кронштейна пневмоцилиндром.

Бетоноукладчик передвигается от левого и правого приводов, смонтированных на нижних продольных балках рамы. Электропитание и сжатый воздух подводят с помощью кабеля и шланга, подвешенных гирилкой на специальной подвеске. Установленная мощность электродвигателя — 17,2 кВт. Механизмами бетоноукладчика управляют с пульта, установленного на площадке оператора, размещенной на балке рамы.

Максимальная ширина формирования — 3300 мм; вместимость бункера — 2,5 м<sup>3</sup>; скорость передвижения — 0,08; 0,16; 0,32 м/с; колея — 4500 мм. Габаритные размеры бетоноукладчика — 3800××6300×3100 мм. Масса — 7200 кг.

Бетоноукладчик изготавливает куйбышевский завод «Строммашина» (443802, Куйбышев, Черновское шоссе, 22).

## CONTENTS

*Demyanyuk P. A.* Technical re—equipment of precast reinforcement concrete industry  
*Ruderman L. G.* Intensification reserves for large—panel house—building  
*Dudilovich A. A., Koval' L. P.* Labour expenditure for the main types of mass housing construction  
*Ostrinsky Yu. S., Bayakmetov T. B.* Trends of house—building industrialization in small towns of Kazakhstan  
*Strongin N. S., Spivak N. Ya., Surmanidze E. M., Bazhnikova E. N., Kosareva O. Ya.* Complex application efficiency of lightweight concretes in large—panel high buildings  
*Uyusov A. D., Skriptunov R. L.* Ways of labour costs improve in large—panel house—building  
*Shabirov R. B.* Application efficiency of concrete on metallurgical slags  
*Koltynyuk B. A.* Planning of enterprises utilization for full—precast house—building  
*Arutyunov K. E., Ruderman L. G.* Ordering start—up works in putting into operation the plants of precast reinforced concrete  
*Petrosyan A. A., Kim E. R.* Organization improvement for reinforcing fabrics and cages production  
*Tsuranov N. M.* Calculation of optimum variant for products output on plants of large—panel house—building  
*Karpunin V. T.* Analysis and assessment of organization and engineering level of plant production  
*Malik G. V., Khomenko N. M.* Efficient use of circulating means in production reserves on precast reinforced concrete plants  
*Klyukovich Z. A.* Economic encouragement of manufacturing efficient structures  
*Shpynova L. G., Ivaskevich I. A.* Bactericidal concrete  
*Sizov V. P.* Unnecessary complication of calculation method for concrete mix  
*Airapetov G. A., Kharchenko I. Ya., Nesvetayev G. V.* Heating of lightweight concrete structures with effectively directed moisture removal  
*Bulgakov E. X.* Electrochemical method for determination of concrete specific resistance  
*Issers F. A., Verzhinina N. I.* Crack resistance of walls for precast round silos  
*Kukunaev V. S.* Calculation of thrust forces in reinforced concrete slabs working in phases with cracks  
*Osipov V. K., Mailyan D. R.* Calculation of three—layer beating wall panels with prestressed reinforcement

## CONTENU

*Demjanuk P. A.* Re—équipement technique de l'industrie du béton armé préfabrique  
*Ruderman L. G.* Les réserves de l'intensification de la construction des bâtiments en gros panneaux  
*Boudilovitch A. A., Koval L. P.* Les dépenses de travail pour les genres principaux de la construction des bâtiments de masse  
*Ostrinsky Yu. S., Bajakhmetov T. B.* Sur les directions de l'industrialisation de la construction des bâtiments dans les petites villes de Kazakhstan  
*Sironghine N. S., Spivak N. Ya., Sourmanidze E. M., Vazhnikova E. N., Kosareva O. Ya.* L'efficacité de l'application complexe des bétons légers dans les bâtiments en gros panneaux d'une quantité d'étages élevée  
*Oujussov A. D., Skriptounov R. L.* Les voies d'abaissement de quantité de travail en construction des bâtiments en gros panneaux  
*Chakirov R. B.* L'efficacité de l'application des bétons sur la vase des laitiers métallurgiques  
*Koltynyuk B. A.* La planification de chargement des entreprises de la construction des bâtiments pleinement préfabriqués  
*Aroutunov K. E., Ruderman L. G.* La mise en ordre des travaux de démarrage—réglage pour introduire en exploitation les usines du béton armé préfabriqué  
*Petrosjan A. A., Kim E. R.* Le perfectionnement de l'organisation de l'industrie des réseaux et des carcasses de renforcement  
*Tsuranov N. M.* Le calcul de la variante optimale de la fabrication des produits aux entreprises de KPD  
*Karpounine V. T.* L'analyse et l'évaluation de niveau d'organisation technique de la production d'usine  
*Malik G. V., Khomenko N. M.* L'utilisation efficace des moyens circulants en réserves de production aux entreprises du béton armé préfabriqué  
*Klyukovitch Z. A.* La stimulation économique pour la production des structures efficaces  
*Chpynova L. G., Ivaskevitch I. A.* Le béton bactéricide  
*Sizov V. P.* Sur la complication non—nécessaire de la méthode de calcul de la composition du béton  
*Ayrapetov G. A., Khartchenko I. Ya., Nesvetayev G. V.* Le chauffage des structures en béton léger avec l'évacuation d'humidité effectivement orientée

## INHALTSVERZEICHNIS

*P. A. Demjanjuk.* Technische Umrüstung der Werke für Produktion des vorfertigten Stahlbetons  
*L. G. Ruderman.* Intensivierungsreserve der Grossplattenbauweise  
*A. A. Buduowitsch, L. P. Kowal.* Arbeitsaufwände für Rauparte von Massenhousingbau  
*J. S. Ostrinskij, T. B. Bajachmetow.* Über Industrialisierung des Hochbaus in kleinen Städten von Kasachstan  
*N. S. Strongin, N. J. Spivak, E. M. Surmanidse, E. N. Washnikowa, O. J. Kosarewa.* Wirksamkeit der Komplexleichtbeton anwendung in Grossplattengebäuden mit erhöhter Geschoszahl  
*A. D. Jusow, P. L. Skriptunow.* Wege zur Arbeitsaufwandabnahme bei Grossplattenbauweise  
*P. B. Schakirov.* Anwendungswirksam von Betonen mit metallurgischen Schlacken  
*B. A. Koltynjuk.* Planieren der Beschickung von Vollmontagebaubetrieben  
*K. J. Arutjunow, L. G. Ruderman.* Regulierung der Einrichtearbeiten bei Inbetriebsetzung der Werke für vorfertigten Stahlbeton  
*A. A. Petrossjan, J. R. Kim.* Vervollkommnung der Produktionsorganisation von Bewehrungsmatten und—Korben  
*N. M. Zuranow.* Berechnung der optimalen Variante für Produktionsausstoss in Betrieben KPD  
*W. T. Karpunin.* Analyse und Bewertung des organisations—technischen Standes der industriellen Produktion  
*G. W. Malik, N. M. Chomenko.* Wirksame Ausnutzung der Umlaufmittel für Produktionsvorräte in Betrieben für Stahlbetonfertigteile  
*S. A. Klyukowitsch.* Ökonomischer Anreiz der Produktion von effektiven Konstruktionen  
*L. G. Schpynowa, I. A. Iwaskevitsch.* Der Bakterizidbeton  
*W. P. Sisow.* Über unnötige Bestimm—methode der Betonzusammensetzung  
*G. A. Airapetow, I. J. Hartschenko, G. W. Neswetaew.* Erwärmung der Leichtbetonkonstruktionen mit effektiv gerichtet Entwässerung  
*E. H. Bulgakow.* Elektrochemische Verfahren für die Bestimmung der spezifischen Betonwiderstand  
*F. A. Issers, N. I. Werschinnina.* Wandrissfestigkeit der zunden Vorgefertigten Silos  
*W. S. Kukunaew.* Berechnung der Schubkräfte in im Stadium mit Riss gearbeiteten Spannbetonplatten  
*W. K. Osipow, D. R. Mailyan.* Berechnung von dreischichtigen Tragwandplatten mit vorgespannter Bewehrung

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

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *А. В. Федина*

Сдано в набор 13.06.85.  
 Формат 60×90<sup>1/8</sup> Печать высокая  
 Тираж 14375 экз.

Подписано в печать 09.07.85.  
 Усл. печ. л. 6,0.

Усл. кр.—отт. 6,75. Уч.—изд. л. 8,71.  
 Зак. 266. Т-13553.

Почтовый адрес редакции  
 101442, ГСП, Москва К-6, Каляевская, 23а  
 Тел. 292-41-34, 292-62-05

№ 1152780. ЦНИИЭП жилища. Ю. Г. Граник и В. Д. Дмитерко. **Устройство для уплотнения бетонной смеси.**

№ 1152781. СКБ Главмостостроя. Ю. Д. Беглов, А. А. Андреев, В. М. Туркин и О. В. Шаронин. **Установка для изготовления железобетонных балок пролетных строений мостов.**

№ 1152783. НИИЖБ. А. С. Зурабян, Г. И. Станчик, Г. Л. Кайданов и др. **Установка для формирования объемных блоков.**

№ 1152784. Казахское ремонтно-строительное управление Казсоветкурорта. В. А. Уфимцев, Г. А. Ухалкин и В. В. Вуйко. **Кассетная форма.**

№ 1152785. МНИИТЭП. В. Ф. Афанасьева, В. С. Манасян и А. Н. Нуждин. **Форма для изготовления контрольных образцов бетона.**

№ 1152786. ЦНИИЭП жилища и СКТБ по автоматике и нестандартному оборудованию. С. В. Николаев, В. А. Тур, Л. М. Цуранов и др. **Заглаживающее устройство.**

№ 1152787. СКБ Мосстрой. М. Г. Штыков, А. Ф. Никонов, В. И. Беляев и И. А. Семикозова. **Установка для отделки поверхности строительных изделий.**

№ 1152788. Государственный научно-исследовательский и проектный ин-т силикатного бетона автоклавного твердения. А. В. Домбровский, Л. Ш. Пиль, В. Б. Кремерман и др. **Устройство для резки сырца ячеистого бетона.**

№ 1152790. СибЗНИИЭП жилища. Г. О. Павлючик и Б. Е. Павлючик. **Устройство для формирования многослойных железобетонных изделий.**

№ 1152791. Ленинградский филиал Оргэнергостроя. А. Л. Лаповок и С. А. Шерешевский. **Форма для изготовления напорных трубчатых изделий из бетонных смесей.**

№ 1152792. Макеевский инженерно-строительный ин-т. И. С. Дубянский, А. А. Рыбьянцев, В. Г. Шарков и Н. Ф. Шевченко. **Устройство для пропиловки деформационного шва в эксплуатируемом здании.**

№ 1152900. Павлодарский индустриальный ин-т. Н. Н. Данилов, С. М. Намумов, Е. Г. Кирш и Н. М. Лебедь. **Бетоновод с электроразогревом бетонной смеси.**

№ 1152944. НИИЖБ. К. Д. Некрасов, В. Н. Ярмаковский, В. Ф. Степанова и В. В. Ремнев. **Бетонная смесь.**

№ 1152946. Винницкий политехнический ин-т. М. Ф. Друкованный, Ю. Е. Гавруцкий, В. П. Очеретный и др. **Пенообразователь для поризации бетонных смесей.**

№ 1152947. Тульский политехнический ин-т. Г. Г. Рябов. **Способ приготовления бетонной смеси.**

№ 1152948. СПКО по наладке технологических процессов производства и оказанию помощи предприятиям Оргтехстром. А. Е. Гуревич, Я. Я. Вилш-

керст, И. А. Наркевича и др. **Легкобетонная смесь.**

№ 1153030. Ю. И. Щавлеев, А. А. Крылов, М. Я. Буляк и В. М. Мастяев. **Устройство для подачи текучей смеси.**

№ 1153031. Донецкий ПромстройНИИ-проект. Г. И. Гескин, Я. Д. Зенгин, О. В. Сазонова и др. **Консольная горизонтально-скользящая опалубка.**

№ 1153032. А. Я. Савчук и К. И. Лоевский. **Анкерное устройство напряженной арматуры.**

**№ 17**

№ 1154236. Саратовский политехнический ин-т. В. И. Соломатов, Ю. Г. Иващенко, И. В. Хомяков и др. **Полимербетонная смесь.**

№ 1154238. Украинский научно-исследовательский углехимический ин-т. Украинский НИИ огнеупоров и ХАДИ. Э. В. Дегтярева, Л. С. Фролова, В. В. Примаченко и др. **Смесь для приготовления жаростойкого бетона.**

№ 1154475. Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный ин-т. В. Н. Шмиц. **Сборная железобетонная крепь.**

**№ 18**

№ 1155456. КТБ Мосоргстройматериалы Главмоспромстройматериалов. А. С. Шишкин, А. Ф. Хлопков, В. Д. Либенко и др. **Установка для формирования изделий из бетонных смесей.**

№ 1155458. Г. Н. Ялов и В. Б. Ларионов. **Устройство для образования лунок в изделиях из бетонных смесей под утопленные монтажные петли.**

№ 1155459. ЦНИИЭП жилища. В. В. Штейнберг, Р. Л. Романов и В. Д. Митерко. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

№ 1155460. ЦНИИЭП жилища. О. В. Еременко, Р. В. Крюков, Ю. Г. Граник и др. **Установка для изготовления железобетонных изделий.**

№ 1155461. ВНПО Союзжелезобетон и ВЗИСИ. К. Э. Горяйнов, О. И. Крикунов, В. В. Девятков и А. Ф. Рудой. **Способ изготовления железобетонных труб.**

№ 1155573. НИИСМ. В. В. Опекунов, И. Б. Удачкин, С. П. Арбитман и Г. Г. Горовенко. **Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.**

№ 1155658. Куйбышевский филиал Гидропроект. О. Б. Борский и Э. С. Ритерман. **Временное уплотнение деформационного шва.**

№ 1155695. СибЗНИИЭП жилища. В. М. Савойский, Б. К. Скрипник и С. И. Цибилев. **Трансформируемое передвижное панельное здание.**

№ 1155697. ЦНИИпромзданий. Г. Я. Эстрин. **Узел соединения конструкций.**

№ 1155702. Волгоградский инженерно-строительный ин-т. А. А. Калинин, В. Н. Крыжановский. **Способ усиления балочной конструкции.**

№ 1155705. СКТБ Ин-та геотехнической механики АН УССР и ПО Ворошиловградуголь. А. В. Степа, И. А. Горбунов, И. И. Петренко и др. **Установка для возведения набрызг-бетонных покрытий по мокрому способу и тампонажа закрепного пространства.**

\* См.: Открытия, изобретения, 1985.

## Вниманию специалистов



С 23 по 28 сентября 1985 г. в Москве будет проходить Международный конгресс «Теория и экспериментальные исследования пространственных конструкций. Применение оболочек в инженерных сооружениях».

Целью конгресса, организуемого при содействии Госстроя СССР, является предоставление возможности специалистам ознакомиться с новыми работами, обменяться опытом, принять участие в дискуссиях как по использованию достижений теории и практики в области создания оболочек, структур и других пространственных конструкций, так и по наиболее актуальным направлениям дальнейших исследований.

На конгрессе будут обсуждаться следующие вопросы: теория и методы расчета на прочность и устойчивость оболочек, мембран, складок и других пространственных конструкций на различные воздействия; несущая способность, надежность и оптимизация тонкостенных и стержневых пространственных конструкций; исследования пространственных конструкций на моделях и натуральных сооружениях; проектирование и возведение уникальных сооружений и пространственных конструкций заводского изготовления; использование оболочек и других пространственных конструкций в зоне шельфов и в сооружениях, контактирующих с грунтом.

На конгрессе организуется выставка планшетов, макетов и конструкций, посвященная достижениям в области проектирования и строительства производственных и общественных зданий и инженерных сооружений с применением оболочек, складок, стержневых и комбинированных конструкций.

*Организационный комитет Международного конгресса ИАСС-85: 103828, Москва, Пушкинская ул., 26, Госстрой СССР. Тел. 292-75-87.*