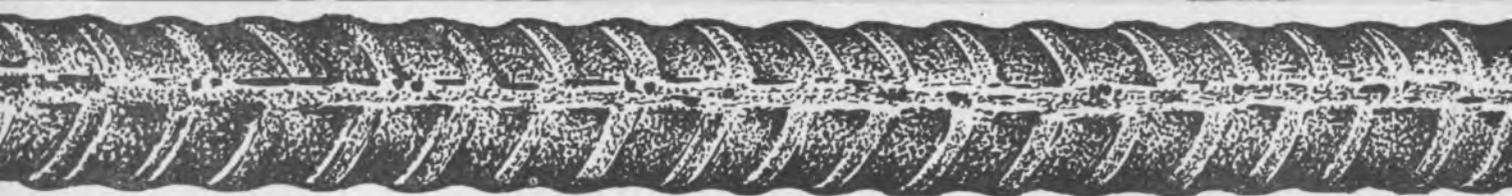
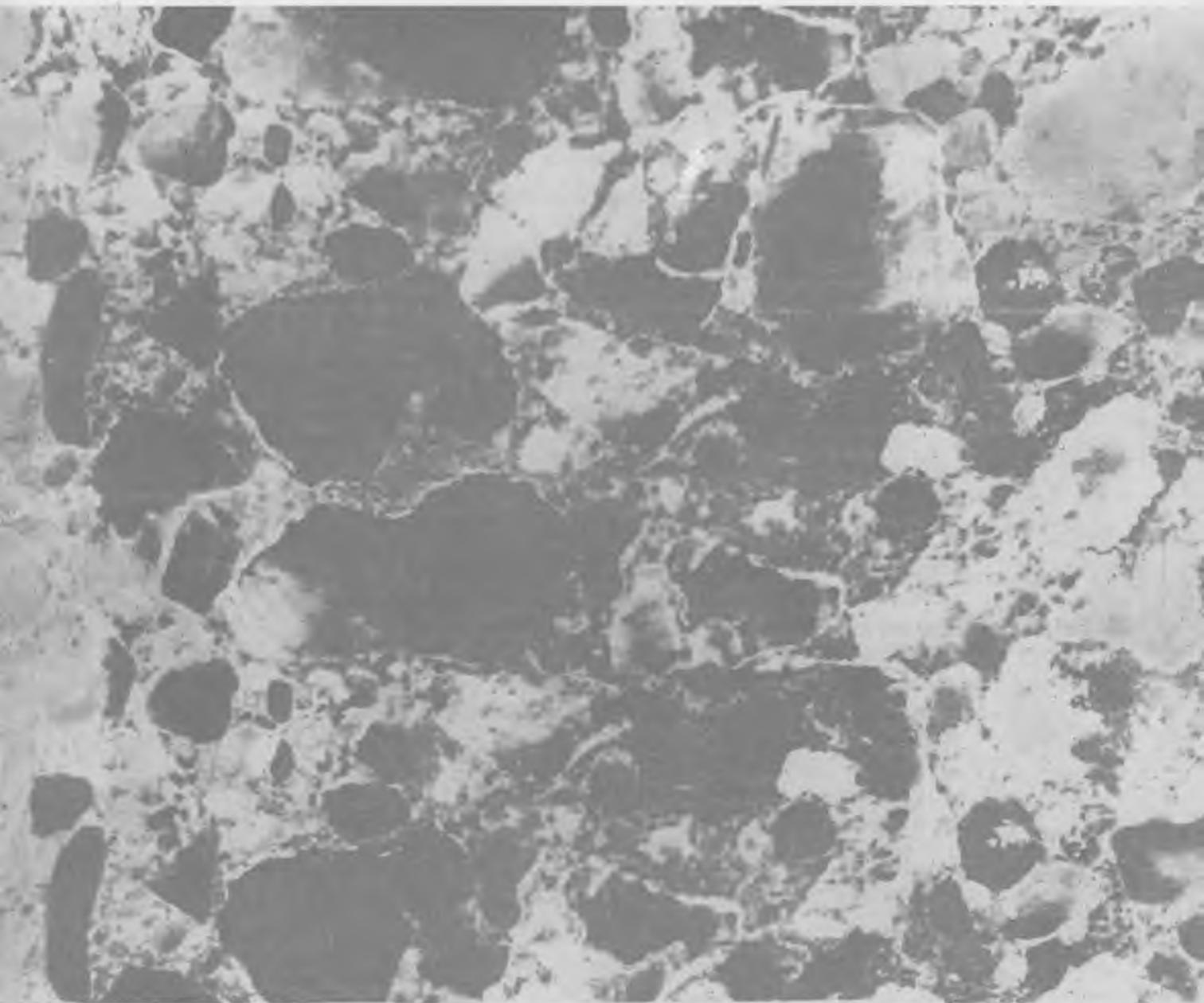


20

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

5

1983



**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ БЕТОНА
И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ГОССТРОЯ СССР**

**ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ В АСПИРАНТУРУ
на 1983 г.**

**с отрывом и без отрыва от производства
по специальностям:**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ (бетонные и железобетонные конструкции)

Основные направления исследований:

- сборные и сборно-монолитные конструкции зданий и инженерных сооружений;
- статически неопределимые железобетонные конструкции;
- самонапряженные конструкции;
- конструкции из фибробетона;
- новые виды арматуры в железобетонных конструкциях.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ (бетон, арматура, бетонные и железобетонные изделия, технология производства).

Основные направления исследований:

- интенсификация твердения бетона;
- долговечность бетонов и конструкций из них;
- заводская технология производства сборного железобетона;
- специальные бетоны;
- технология арматурных работ:

Прием заявлений производится до 20 сентября 1983 года.

Вступительные экзамены с 1 по 20 октября 1983 года.

Высылать документы и обращаться за справками по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская, 6, НИИЖБ. Аспирантура. тел. 171-80-22.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

<i>Ищенко И. И.</i> К IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону	2
<i>Михайлов К. В.</i> Научно-технический прогресс в области бетона и железобетона и задачи научных организаций	4
<i>Баженев Ю. М.</i> Совершенствование технологии и свойств бетона — важнейший резерв экономии ресурсов	7
<i>Гвоздев А. А., Байков В. Н.</i> Современные пути развития теории железобетона	9
<i>Коханенко М. П.</i> Повышение технического уровня конструкций в жилищном строительстве	11
<i>Хромец Ю. Н.</i> Развитие конструкций производственных зданий и сооружений	14
<i>Рахманов В. А., Гусев Б. В.</i> Пути совершенствования технологии производства сборного железобетона	15
<i>Апарин И. Л.</i> Экономика производства и применения бетонных и железобетонных конструкций	18

Трибуна соревнующихся

<i>Савенков В. П.</i> Лидер соревнования	20
--	----

Экономия ресурсов

<i>Габрусенко В. В., Гришианов Л. Д., Якушин В. А.</i> Двускатные решетчатые балки с уменьшенным армированием поясов	22
--	----

Конструкции

<i>Камейко В. А., Грановский А. В., Аграновский В. Д., Лишак В. И.</i> Повышение прочности платформенных стыков	23
<i>Жив А. С., Панкратов С. В., Шашерина Г. А.</i> Работа сборно-моноклитного купола при монтажных и динамических нагрузках	25

Бетоны

<i>Сапожников Н. Я., Бердичевский Г. И., Бруссер М. И.</i> Статистический анализ прочности бетона в возрасте 28 сут (по данным заводских испытаний)	27
---	----

Арматура

<i>Рискинд Б. Я., Воронов Ю. И.</i> К вопросу об эффективности электротермического способа натяжения арматуры	30
---	----

Строительное производство

<i>Китанин И. В.</i> Кинетика изменения сил адгезии бетона к материалу палубы	32
---	----

В помощь проектировщику

<i>Копытин В. А., Зайцев В. В.</i> Анкеровка арматуры за наклонной трещиной	33
---	----

Долговечность

<i>Дакус Г. А., Станкявичюс В. Ю.</i> Влияние карбонизации ячеистых бетонов на их сорбционное увлажнение	35
<i>Багров Б. О.</i> Карбонизационная стойкость ячеистого бетона на шлакощелочном вяжущем	36

Теория

<i>Данилина Т. К.</i> Жесткость плит перекрытий в упругопластической стадии	37
---	----

Вопросы экономики

<i>Павлов И. Н.</i> О действенности нормативов удельных капитальных вложений	39
--	----

Нам пишут

<i>Давыдов Н. М.</i> Конвейерная линия по производству многопустотных панелей перекрытий	41
--	----

Зарубежный опыт

<i>Козицки Я. С., Урбан Т. Т.</i> Анализ несущей способности железобетонных перекрытий в зоне сопряжения плиты с колонной	42
---	----

Информация

<i>Пецольд Т. М.</i> Сессия Национального комитета ФИП	43
<i>Трамбовецкий В. П.</i> Советско-финский симпозиум по ячеистым бетонам	44
<i>Куннос Г. Я.</i> Реология бетонных смесей и ее технологические задачи	45
<i>Заседагелев И. Б., Малинский Е. Н.</i> Использование солнечной энергии в технологии бетона	46

Библиография

<i>Соловьянич А. Р.</i> Пособие по бетонированию в вечномерзлых грунтах	47
---	----

5

[338]

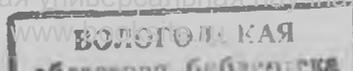
май 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

Вологодская областная универсальная научная библиотека



© Стройиздат, 1983

УДК 691.327.061.3

И. И. ИЩЕНКО, зам. председателя Госстроя СССР

К IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

В развитие нашей страны, осуществление экономических и социальных программ Коммунистической партии, в создание материально-технической базы развитого социалистического общества большой вклад вносят строители. Их руки построены города и села, электростанции и транспортные магистрали, заводы и фабрики. Своим повседневным трудом строители содействуют росту народного благосостояния, укреплению экономического могущества Родины.

Большие задачи стоят сейчас перед строителями как по масштабам намеченных строительных программ, так и по выдвинутым XXVI съездом партии и ноябрьским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС требованиям по повышению эффективности и качества работы. К числу таких задач следует отнести необходимость преимущественного развития производства изделий, обеспечивающих снижение металлоемкости, стоимости и трудоемкости строительства, веса зданий и сооружений и повышение их теплотехники.

В решении этих важнейших задач большая роль отводится бетону и железобетону, стоимость которых в общей массе материальных ресурсов, потребляемых в капитальном строительстве, составляет около 25%. Объем применения бетонных и железобетонных конструкций в обозримом будущем предполагается увеличивать в соответствии с ростом объемов строительства, из чего следует, что они еще долго будут играть исключительно важную роль в капитальном строительстве как массовые материалы, обладающие большими потенциальными резервами.

Прогнозируя предстоящий рост производства и применения железобетона в строительстве, необходимо иметь в виду глубокие качественные и экономические изменения, которые должны произойти с бетоном и конструкциями из него, а также в области методов производства и возведения сборных и монолитных изделий и конструкций из железобетона.

Первоочередными задачами, стоящими перед работниками промышленности бетона и железобетона, следует считать необходимость достижения высоких конечных результатов при изготовлении и применении изделий и конструкций с наименьшими затратами труда, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов, осуществления на деле курса партии на всемерную интенсификацию производства, дальнейшее повышение эффективности и качества работы.

Для решения этих задач важное значение имеет дальнейшее развитие и совершенствование теории расчета и комплексной оценки несущей способности, эксплуатационной пригодности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций с учетом статических, динамических и циклических (повторных) нагрузок, а также воздействий окружающей среды. Здесь имеется, в частности, в виду углубление и развитие вероятностного подхода к расчету конструкций, расчет по деформированным схемам, учет пространственной работы зданий и сооружений, а также взаимной связи между их элементами, как, например, между стальными фермами и железобетонными плитами покрытий зданий.

Одновременно необходимо расширить исследования новых видов вяжущих материалов — шлакощелочных, алиситовых, напрягающих, полимерных, новых видов добавок в бетоны, в частности суперпластификаторов на основе нафталинформальдегида, пластифицирующих и воздухововлекающих добавок, а также пропитывающих составов (метилметакрилата, серы и др.). Такая же задача стоит в области новых видов заполнителей для бетонов — керамзита, перлита, азерита и некоторых других. Требуют улучшения свойства шлакопемзового заполнителя, который может в результате этого стать весьма перспективным ввиду обширности сырьевой базы для его производства.

Одной из особенностей современной государственной политики в области

капитального строительства является ориентация на реконструкцию и техническое обновление действующих производств. Этим определяется актуальность соответствующих научно-технических разработок по промышленной архитектуре, строительным конструкциям и методам производства работ. Особенно важно в этом деле совершенствование методов расчета, проектирования и усиления эксплуатируемых железобетонных элементов, формирование из них сборно-монолитных конструкций, гарантированные обеспечения надлежащего включения в работу таких конструкций элементов монолитного или металлического усиления. Совершенствование сборно-монолитных конструкций может быть полезным не только для реконструкции, но и при новом строительстве (для устройства перекрытий из сборных балок и монолитных плит) при невозможности использования типовых плит, а также в некоторых других случаях.

Другая особенность нынешней политики в капитальном строительстве состоит в возрастающем смещении его на север и восток в районы Сибири и Средней Азии. В связи с этим ученым, проектировщикам и производственникам необходимо решить комплекс вопросов, связанных с применением железобетона на Севере, причем при более низких температурах воздуха, чем это предусмотрено в настоящее время. Речь идет о температурах до минус 60°C. В то же время должны быть усовершенствованы методы расчета, проектирования и производства работ по устройству железобетонных конструкций, особенно монолитных, в условиях сухого и жаркого климата Средней Азии. Последнее будет очень полезно и в связи с расширением сотрудничества СССР с развивающимися странами Азии и Африки в осуществлении строительства в этих странах.

С технической и экономической точек зрения очень важно расширить применение ряда прогрессивных разновидностей бетонов. Это относится, в частности, к высокопрочным бетонам на естественных и искусственных заполнителях, применение которых позволяет существенно снизить массу несущих конструкций. В отношении применения для несущих конструкций легких бетонов плотной структуры мы еще существенно отстаем от некоторых технически развитых стран. В связи с ускоряющимся развитием химической, нефтехимической и ряда других отраслей промышленности, характеризующихся агрессивностью производственной среды, становится все более актуальным расширение применения кислотостойких цементных и полимерных бе-

тонов, а также пропитки и поверхностной антикоррозийной защиты обычного бетона. Необходимо внести ясность с научно-технической и производственной точек зрения в перспективы и условия применения песчаных и дисперсно-армированных бетонов.

Значительные усилия научных и проектных организаций необходимо посвятить совершенствованию конструктивных форм элементов зданий. Сюда относятся колонны двутаврового сечения для одноэтажных промышленных зданий, сборные и монолитные конструкции с внешним армированием, предварительно напряженные колонны, крупнопанельные бескаркасные конструкции общественных и промышленных вспомогательных зданий и ряд других решений.

Для успешной реализации Продовольственной программы СССР первостепенное значение приобретает необходимость совершенствования конструкций сельских производственных, жилищно-гражданских зданий и объектов для хранения сельскохозяйственной продукции в системе заготовок, пищевых отраслей промышленности и торговли. Проектировщикам и производственникам следовало бы значительно расширить применение таких, уже отработанных конструкций, как колонны кольцевого сечения (центрифугированные) для промышленных зданий, эстакад и некоторых других видов сооружений, а также пространственных конструкций покрытий общественных зданий.

В области производства и применения бетона и железобетона, как и во всем народном хозяйстве, приобрели сейчас особое значение задачи экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов. Решение этих задач является непременным условием интенсификации строительного производства, повышения его эффективности.

Если говорить об экономии металла в железобетоне, то исходным этапом в ее достижении является совершенствование теории и методов расчета конструкций, о котором уже упоминалось. Наряду с этим в научной сфере необходимо решить вопросы расширения эффективно применения высокопрочной стали для ненапрягаемой арматуры, изыскания новых экономно легированных видов термомеханически упрочненной арматуры, расширения применения предварительно напряженных конструкций. В сфере проектирования важен правильный выбор конструктивных решений зданий в целом с использованием «ядер жесткости», связевых и других схем, снижающих изгибные воздействия на сжатые изогнутые элементы. При подборе типовых конструкций необходимо исключать

завышенные их несущей способности против требуемой по расчетным усилиям в конкретном объекте. При конструировании типовых и индивидуальных элементов должно сводиться к минимуму нерасчетное (конструктивное) армирование. Следует настойчиво уменьшать металлоемкость узловых сопряжений и закладных деталей сборных конструкций. В сфере строительного производства необходимо ускорить замену устаревших (отмененных) конструкций действующими, менее металлоемкими типовыми конструкциями, сводить к минимуму перерасход арматурной стали из-за так называемой «пересортицы», совершенствовать раскрой арматурных стержней, всемерно использовать деловые отходы, в возможно короткие сроки осваивать изготовление многпустотных плит, свай и других конструкций с уменьшенным армированием, а также облегченных закладных деталей.

Для достижения экономии цемента существенное значение имеет решение упомянутых ранее научных задач в области вяжущих материалов, добавок в бетоны и заполнителей. При проектировании и производстве конструкций следует шире использовать бесцементные бетоны — силикатные, полимерсиликатные и полимерные, а также бетоны на шлакощелочных вяжущих. Но основные резервы сокращения расхода цемента находятся в сфере заводского и построечного производства сборного и монолитного бетона и железобетона. Эти резервы заключаются в использовании обогащенных заполнителей, суперпластификаторов и других добавок, сокращении потерь цемента при его выгрузке, хранении, транспортировании по заводу или стройке и применении различных марок цемента соответственно их назначению. Для уменьшения расхода цемента важно, кроме того, исключать завышение отпускной прочности железобетонных изделий заводского изготовления.

Задачи экономии топливно-энергетических ресурсов подлежат рассмотрению в двух аспектах — применительно к эксплуатации возведенных объектов и к сфере строительного производства. В первом случае задача состоит в уменьшении расхода топлива на отопление зданий и сооружений, что должно достигаться снижением теплопередачи через ограждающие конструкции. С этой целью необходимо обеспечить снижение объемной массы материалов, применяемых для стен, — легких бетонов плотной структуры и ячеистых бетонов, а также расширение применения для этих конструкций поризованных легких бетонов и трехслойных панелей с эффективными утеплителями. Такие утеплите-

ли (пенопласты, минераловатные плиты повышенной жесткости и другие со сходными свойствами) должны найти широкое применение и для ограждающей части покрытий зданий, что позволит не только повысить теплотехнические свойства этой части конструкции, но и существенно снизить ее массу, а следовательно, и нагрузки на несущие элементы с соответствующим уменьшением их металлоемкости.

Для экономии энергии при производстве сборного и монолитного бетона и железобетона первостепенное значение имеет снижение расхода металла и цемента, так как производство этих материалов связано с очень большими энергозатратами. Что касается изготовления сборного железобетона, то в этой области ближайше задачи стоят перед работниками заводов и заключаются прежде всего в уменьшении потерь тепла при термовлажностной обработке изделий. Для этого необходимо реконструировать камеры ямного типа — осуществить теплоизоляцию их стен и дна, обеспечить в возможной степени их герметизацию, внедрить способы автоматического контроля за режимом прогрева. Нужно также обеспечить надлежащее обслуживание эксплуатируемых камер, регулярно осуществлять профилактические ремонты. Ввиду того, что большинство заводов ЖБИ работает в две смены с суточным циклом оборачиваемости пропарочных камер, целесообразно снизить температуру прогрева изделий с 85 до 60°C, что, по данным НИИЖБ, позволит примерно в 1,5 раза снизить расход тепловой энергии.

Но камеры ямного типа вообще малоэкономичны, поэтому перед соответствующими научно-исследовательскими организациями стоит серьезная задача по коренному совершенствованию оборудования для прогрева бетона, разработке новых высокоэффективных способов интенсификации его твердения с применением парогазогенераторов, масляных нагревателей и др. Эти организации и проектные институты, занимающиеся технологией производства сборного железобетона, должны также уделить большое внимание вопросам утилизации тепла на заводах ЖБИ, использования таких источников вторичных энергоресурсов, как тепло уходящих газов после котлоагрегатов, тепло сбрасываемого конденсата после термообработки изделий, а также циркуляционной воды после охлаждения различного технологического оборудования — компрессорных станций, станков арматурных цехов и др. Это важно потому, что удельный вес вторичных энергоресурсов составляет значительную долю — 20—25% обще-

заводского расхода тепловой энергии.

Существенное значение имеют также выбор и соблюдение оптимальных режимов сварки при изготовлении арматурных изделий для сборного и монолитного железобетона, с тем чтобы исключалось неоправданное завышение расхода электрической энергии.

Наряду с задачами экономии материалов и энергии необходимо целеустремленно и настойчиво решать задачи снижения затрат труда при устройстве монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. Применительно к монолитным конструкциям строительным организациям необходимо ускоренно расширять индустриализацию производства арматурных изделий и элементов инвентарной опалубки, рациональные

использовать несъемную опалубку, применять бетононасосы и другие механизмы для подачи бетона, а также современные средства большой и малой механизации для укладки его и уплотнения. Что касается снижения трудоемкости устройства сборных конструкций, то она должна достигаться двумя основными путями. Первый состоит во всемерном повышении проектного уровня заводской готовности элементов сборных конструкций. Проектные и научные организации призваны также значительно усовершенствовать узлы сопряжений сборных элементов в целях снижения их трудоемкости. Второй путь, на котором ведущая роль принадлежит заводам ЖБИ, — это обеспечение высокого качества изделий (их поверхностей, раз-

меров, геометрической формы), с тем чтобы полностью исключались на стройках обрубка элементов, предмонтажный ремонт их, трудности в подгонке их в узлах сопряжений.

Кроме рассмотренных выше вопросов совершенствования бетонных и железобетонных конструкций, существует несомненно и ряд других проблем, ждущих своего решения. Все их следует обсудить на настоящей конференции, организованной НТО стройиндустрии и Госстроем СССР, с тем чтобы в открытой творческой дискуссии выработать коллективные предложения о путях повышения технического уровня производства и применения бетонных и железобетонных конструкций и их эффективности.

УДК 691.327.69.003:658.387

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

Научно-технический прогресс в области бетона и железобетона и задачи научных организаций

Работа по долгосрочному прогнозу развития строительного комплекса до 2005 г. показывает, что бетонные и железобетонные конструкции и в этот период сохранят доминирующее положение. Ежегодный объем их выпуска превышает 250 млн. м³, что свидетельствует об огромном народнохозяйственном значении ускорения научно-технического прогресса в рассматриваемой отрасли.

В докладе на эту тему, сделанном на VIII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону (Харьков, 1977), были подробно показаны перспективные направления развития данной отрасли строительства. Многие из этих направлений успешно осуществляются. Так, улучшились технико-экономические показатели современных железобетонных конструкций массового применения за счет более полного использования материалов, в том числе повышенного качества, совершенствования конструктивных решений и лучшей механизации технологических процессов. Достигнутые успехи стали возможными благодаря развитию науки в области бетона и железобетона, а также помощи сопряженных отраслей народного хозяйства. Несмотря на это, упомянутые направления сохранят свое значение и на будущее.

Однако ряд из них в современных условиях требует существенных уточнений и корректировки темпов осуществления.

Совершенствование бетонных и железобетонных конструкций, осуществляемое непрерывно, должно идти по линии повышения качества, снижения материалоемкости, трудоемкости, энергоемкости при сохранении требуемой прочности, долговечности и эксплуатационной надежности. Решению указанных задач всегда должна сопутствовать активизация работы по научному обоснованию наиболее целесообразных областей применения бетона и железобетона в народном хозяйстве в общесоюзном и региональном масштабах.

Задачей IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону является определение первоочередных проблем XI и XII пятилеток, решение которых всемерно способствовало бы успешному осуществлению научно-технического прогресса в этой области.

В этот период объемы производства и потребления бетона и железобетона будут возрастать значительно медленнее, чем в предыдущих пятилетках. Удельный вес монолитного строительства не сколько увеличится в основном за счет вытеснения сборного железобетона из

тех областей, где его применение не было экономически обосновано. Расширение объемов монолитного строительства позволит ввести в действие резервы повышения его технико-экономических показателей, которые до сих пор по ряду причин плохо использовались.

Прогресс железобетона в значительной степени зависит от успехов черной металлургии, химии, цементной промышленности и машиностроения. Между тем практика показывает, что вклад этих отраслей народного хозяйства в совершенствование строительства из железобетона отстает от потребностей практики и достижений науки. В ближайшее время нельзя ожидать существенного изменения этого положения, что следует учитывать при планировании научно-технического прогресса, т. е. при массовом внедрении новых научных разработок. Следовательно, надо больше внимания, чем прежде, уделить научным проблемам, комплексное решение которых находится в полной компетенции строительных министерств и ведомств.

Исходя из изложенных положений можно сформулировать первоочередные направления научно-технического прогресса, имея в виду научную и проект-

ную их разработку, а также практическое внедрение.

Теория железобетона и методы проектирования:

научное обеспечение эффективного использования новых материалов в конструкциях при различных воздействиях нагрузки и среды;

разработка инженерных методов оптимизации железобетонных конструкций массового применения;

совершенствование методов расчета сборных железобетонных конструкций с учетом их совместной и пространственной работы, в том числе создание методики расчета сборных перекрытий при любом расположении временной нагрузки, учет совместной работы перекрытий с ригелями, совершенствование методов пространственного расчета каркасов зданий и т. д.;

создание методов расчета, основанных на более широком использовании теории надежности, в том числе учета различной степени ответственности и фактического уровня качества;

разработка методов расчета рамных каркасов регулярной структуры по деформированной схеме;

разработка методов расчета на ЭВМ плоскостных конструкций (стен жесткости, плит перекрытий, большемерных фундаментных плит и др.) с учетом образования трещин и влияния сложного напряженного состояния на деформации и прочность.

Бетоны:

исследование свойств бетонов на цементе низкотемпературного обжига (алинитовый цемент), на особо быстротвердеющем цементе (бесалит), шлаковых цементах, включая расширение использования шлакопортландцемента и шлакощелочного вяжущего, определение целесообразных областей применения;

исследования, связанные с повышением теплозащитных свойств легкого бетона на искусственных и природных пористых заполнителях, разработка требований к материалам и технологических рекомендаций;

изучение свойств конструктивно-теплоизоляционных бетонов на новых пористых заполнителях, в первую очередь на основе отходов промышленности (азелит, гранулы из ячеистого бетона и др.), разработка технологических рекомендаций;

разработка неавтоклавных ячеистых бетонов плотностью 600—700 кг/м³, составление технологических рекомендаций;

создание новых полифункциональных добавок для бетонов, основанных на надежной сырьевой базе, поставляемых в жидком и порошкообразном виде; создание суперпластификаторов — стабилизаторов для легких бетонов;

разработка бетонов на напрягающем цементе с энергией самонапряжения 40 и 60 атм;

разработка новых видов специальных бетонов.

Арматура:

разработка арматурных сталей с пониженным содержанием легирующих добавок для обычных железобетонных конструкций, в том числе термомеханически упрочненной свариваемой арматуры средней и повышенной прочности, определение условий их применения в различных условиях эксплуатации;

создание стержневой высокопрочной арматуры среднего сорта диаметром 25—32 мм, изучение ее механических и эксплуатационных свойств;

разработка стабилизированной высокопрочной проволочной арматуры и установление условий ее применения (проволоки, семи- и 19-проволочных канатов);

разработка и массовое внедрение автоматизированных линий заготовки и натяжения высокопрочной арматуры железобетонных изделий различного назначения;

разработка автоматизированных линий для производства арматурных изделий массовых железобетонных конструкций, внедрение их на крупных заводах отрасли.

Железобетонные конструкции:

разработка и внедрение облегченных конструкций из железобетона в фундаментах зданий, свайных основаниях, в фундаментах под оборудование, подпорных стенках и других инженерных сооружениях;

совершенствование конструкций панельных и панельно-блочных зданий, в том числе трехслойных стеновых панелей с эффективными утеплителями и гибкими связями, и технологии их изготовления;

совершенствование конструктивных схем одноэтажных производственных зданий за счет применения каркасов с использованием в качестве элементов жесткости встроенных помещений;

разработка, исследование и внедрение стыков и сопряжений сборных конструкций, ориентированных на минимальную металлоемкость, включая использование преднапряженных стыковых сопряжений, клееных стыков и стыков с использованием замоноличивания;

разработка и применение в покрытиях

и стенах промышленных и сельскохозяйственных зданий укрупненных плит на пролет, укрупненных стеновых панелей максимальной заводской готовности с встроенными окнами, в том числе несущих, обеспечив их облегчение за счет использования легкого и ячеистого бетонов и предварительного напряжения;

разработка и применение колонн каркасных зданий, в том числе на несколько этажей, с эффективными сечениями (кольцевыми, двутавровыми и др.) и стоек эстакад, изготавливаемых из высокопрочных бетонов с использованием напряжения;

разработка и внедрение сталефибробетонных комбинированных (с напрягаемой и ненапрягаемой рабочей арматурой) конструкций широкого назначения для покрытий и перекрытий зданий, в стеновых ограждениях, перемычках, в тяжелонагруженных фундаментных и базовых плитах;

разработка перекрытий, стен и покрытий из преднапряженных плит безопалубочного формования, в том числе плит комплексной конструкции, полностью подготовленных для устройства чистого пола, безрулонных кровель и наружной отделки;

разработка конструкций сборных и сборно-монолитных резервуаров для нефти и других жидкостей взамен стальных, включая крупные хранилища емкостью 60—100 тыс. м³ с применением сборных преднапряженных стен и монолитных днищ из самонапряженного железобетона;

совершенствование конструкций сборных и монолитных силосов с применением предварительного напряжения (для хранения зерна и сыпучих материалов);

разработка областей применения монолитного железобетона в зданиях различного назначения, в том числе каркасных с монолитными преднапряженными перекрытиями, возводимыми методом подъема.

Заводская технология:

изучение взаимодействия между сопрягаемыми переделами заводского производства железобетонных изделий и установление режимов работы технологического оборудования с целью повышения коэффициента использования линий и агрегатов, ликвидации диспропорций между переделами и увеличения выпуска продукции на действующих предприятиях;

исследование и выбор наиболее эффективных теплоносителей и режимов тепловлажностной обработки изделий массового применения, способствующих значительной экономии энергоресурсов;

разработка для заводов сборного железобетона бетоноприготовительных установок-автоматов с системой оборотного использования промывочной воды, обеспечивающих получение заданных параметров смесей, в том числе необходимой удобоукладываемости, учет влажности заполнителей, а также автоматическое транспортирование смесей к месту потребления;

ускорение исследований по безвибрационным способам формирования железобетонных изделий, в том числе из мелкозернистых бетонов, с совмещенной укладкой и уплотнением бетонной смеси;

исследование и разработка методов контроля качества железобетонных изделий, в том числе неразрушающих, превращение контроля в элемент технологического процесса;

исследование и разработка методики оценки эффективности повышения качества, снижения материалоемкости и энергоемкости железобетонных изделий заводского производства.

Долговечность:

исследование и разработка способов защиты подземных бетонных и железобетонных конструкций и сооружений от коррозии пропиткой при атмосферном давлении и обычной температуре или устройством механически прочных защитных покрытий на основе побочных продуктов химической и нефтехимической промышленности;

создание для сельскохозяйственных зданий и сооружений бетонов повышенной стойкости, поверхности которых не требуют защиты в агрессивных средах; разработка комплекса технических мероприятий по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций на основе классификации по виду и степени коррозионных и других повреждений;

разработка показателей норм агрессивности многокомпонентных сред с целью дифференциации методов повышения стойкости и антикоррозионной защиты железобетонных конструкций;

разработка конструкций из специальных бетонов и методов защиты от коррозии железобетонных конструкций из обычных бетонов, предназначенных для эксплуатации в сильноагрессивных средах;

разработка и совершенствование методов проектирования железобетонных конструкций с учетом коррозионных воздействий внешней среды.

Производство бетонных и железобетонных работ:

исследование и разработка технологии транспортирования бетононасосами смесей различных вида и консистенции;

разработка оптимальных комплектов унифицированной опалубки для возведения различных зданий и сооружений; исследование и разработка эффективных способов ускорения твердения бетонов в различных климатических зонах страны, обеспечивающих высокие темпы строительства и качество бетона при малых энергетических затратах (в том числе использование солнечной энергии).

При выполнении всех исследований оценку достижений следует не только давать по традиционным показателям эффективности, но и обязательно учитывать суммарные энергетические затраты.

В процессе осуществления ряда поставленных задач следует учитывать не только требования нового строительства, но и требования реконструкции.

Широкое обсуждение на конференции перечисленных первоочередных задач позволит более реалистично подойти к их осуществлению. Сосредоточив внимание и усилия научных, проектных и производственных организаций на выполнении перечисленных выше конкретных задач, мы добьемся ускорения научно-технического прогресса в капитальном строительстве. Конечно, в процессе работы возникнут новые многообещающие предложения, которые должны быть внимательно рассмотрены и поддержаны.

Уделяя должное внимание определенному кругу конкретных научных задач, нельзя игнорировать поисковые работы, на которые следует затрачивать 30—35% всего научного потенциала. Правильное сочетание научного поиска с конкретной отдачей производству должно быть основой тематических планов научных организаций.

Текущая пятилетка характеризуется решительным переходом к программно-целевому методу планирования научных исследований, который наилучшим образом способствует осуществлению цепи «научная разработка — проектное обеспечение — практическое применение». Такое планирование облегчает и координацию научно-исследовательских работ.

Следует, однако, отметить излишнее увлечение составлением большого количества программ различного уровня, которые часто даже не согласовываются со всеми исполнителями. Такие программы не принесут пользы.

Очень важно повысить ответственность за строгое исполнение согласованных и утвержденных программ, которые должны быть обоснованы при составлении и тщательно обсуждены.

Усилиями Госстроя СССР и его Научно-координационного совета в обла-

сти бетона и железобетона достигнуты некоторые успехи в вопросах уточнения направленности научной деятельности отдельных коллективов, определения приоритетных разработок, ликвидации неоправданного дублирования. Однако в области координации надлежит сделать еще очень много. Надо добиться того, чтобы рекомендации Совета, его секций и комиссий приобрели большую определенность и обоснованность, стали обязательными для всех исполнителей.

Научным сотрудникам всех рангов надо прививать вкус к координационной работе, способствовать распространению достижений отдельных коллективов, своевременно исправлять допущенные ошибки.

Форма и направление координационной деятельности должны быть правильно, и общими усилиями надо добиться наиболее полного и эффективного использования имеющегося научного потенциала в области строительства. Эти возможности могут существенно возрасти, если в решении наших проблем более активное участие примут институты республиканских АН и АН СССР.

Положительным примером является деятельность Института электросварки им. Е. О. Патона в области сварки арматуры железобетонных конструкций. Координационный совет должен разработать конкретные предложения по участию фундаментальных наук в прогрессе строительной науки и через Госстрой СССР передать их в АН СССР.

Уместно отметить, что в такой важной отрасли народного хозяйства, как строительство, организация науки наиболее эффективно осуществлялась бы при наличии отраслевой Академии. Это подтверждается международным опытом и практикой развития науки. Создание Академии строительства должно, по нашему мнению, рассматриваться как необходимый и важный этап научно-технического прогресса. Вторым не менее важным условием повышения эффективности работы научных организаций в области строительства является вопрос о развитии их экспериментальной базы. Большинство научно-исследовательских институтов плохо оснащено современным испытательным оборудованием, не имеет возможностей для проведения испытания материалов, моделей и реальных конструкций в сжатые сроки при сложных условиях воздействия. ГКНТ СССР и Госстрой СССР надо решительно исправить это ненормальное положение и совместно со строительными министерствами усилить работу по организации и развитию экспериментальных баз НИИ.

Ю. М. БАЖЕНОВ, д-р техн. наук, проф. (МИСИ)

Совершенствование технологии и свойств бетона — важнейший резерв экономии ресурсов

XXVI съезд КПСС и ноябрьский (1982 г.) Пленум ЦК КПСС поставили важные задачи по дальнейшему совершенствованию строительного производства, всемерной экономии трудовых и материальных ресурсов. Применительно к технологии бетона и железобетона эти задачи требуют интенсификации производства, широкого применения новейших достижений науки и техники, технологических приемов и эффективных материалов, а также использования всех резервов, в том числе отходов производства промышленности.

В последние годы получены новые результаты научно-исследовательских работ и опытного производства, показывающие, что возможен дальнейший значительный прогресс технологии бетона и сборного железобетона. Начато внедрение новых эффективных химических добавок — суперпластификаторов, более широко применяются высокопрочные бетоны, литые бетонные смеси, специальные виды бетонов, способы формирования с помощью низкочастотного вибрирования и другие разработки. Однако некоторые рекомендации VIII конференции остались невыполненными или выполнены не полностью. В ряде районов не хватает качественных, особенно эффективных легких заполнителей, еще велики потери материалов при производстве сборных конструкций, требует дальнейшего совершенствования используемое оборудование, особенно для тепловлажностной обработки изделий.

Основными направлениями дальнейшего совершенствования технологии бетона и железобетона на ближайшие годы должны стать:

использование малоэнергоемких цементов, в том числе с добавками крентов, суперпластификаторов и тонкомолотых добавок на основе шлака и других материалов; разработка методов наиболее эффективного использования бетонов на цементах различных видов;

повышение качества и разработка новых видов эффективных легких заполнителей, внедрение заполнителей на основе вторичных продуктов и отходов промышленности;

применение новых химических добавок, в первую очередь суперпластификаторов, и комплексных на их основе для интенсификации производства, снижения энергетических и трудовых затрат на изготовление конструкций;

развитие общей теории бетона и создание системы управления качеством продукции, прогнозирования свойств бетона, технико-экономических расчетов при выпуске конструкций;

разработка новых эффективных методов производства сборного железобетона, в том числе с использованием литых бетонных смесей, новых методов формирования изделий и способов ускорения твердения бетона;

разработка и внедрение новых эффективных слоистых конструкций, а также технологии бетона для их производства, решение вопросов совместной работы в конструкции бетона и других материалов, способов обеспечения заданной эксплуатационной долговечности этих конструкций;

внедрение новых и усовершенствованных технологий, обеспечивающих снижение энергетических и трудовых затрат при производстве сборного и монолитного железобетона;

разработка критериев и методов оценки технико-экономической эффективности бетонов и способов производства конструкций с учетом суммарного народнохозяйственного эффекта, сокращения транспортных перевозок;

более широкое использование вторичного сырья и отходов промышленности, создание безотходных производств, эффективное решение задач по охране окружающей среды;

повышение архитектурной выразительности современных зданий и сооружений за счет широкого использования декоративных бетонов, бетонополимеров, слоистых отделочных изделий и различных видов отделочных конструкций;

расширение применения бетона для специальных конструкций и изделий, в том числе внедрение новых видов специальных бетонов;

решение социальных вопросов производства сборного бетона и железобето-

на — создание более комфортабельных условий работы на предприятиях и строительных площадках;

улучшение координации научно-исследовательских работ в области технологии бетонов с целью проведения исследований на высоком научном уровне, быстрейшего использования опыта новаторов и внедрения научных разработок в практику строительства.

В период, прошедший с VIII конференции по бетону и железобетону, была проведена большая работа по разработке и внедрению новых химических добавок — суперпластификаторов и комплексных на их основе. В 1981 г. была проведена Всесоюзная конференция по совершенствованию технологии бетона и железобетона за счет применения новых химических добавок. Решения конференции сегодня реализуются путем организации выпуска суперпластификатора С-3. Разработаны и выпускаются в небольших количествах другие суперпластификаторы, в том числе 10-03, 30-03. Создаются суперпластификаторы на основе малодифицитного химического сырья и отходов промышленности.

Как показывают исследования, эффективность различных суперпластификаторов весьма сходна. Например, в результате исследования десяти суперпластификаторов отечественного производства и полученных из США, ФРГ, Японии и Болгарии выяснилось, что при дозировке 1% добавки для получения равноподвижных бетонных смесей при постоянном расходе цемента расход воды снижается от 24 до 27%.

В последнее время появилось большое число добавок с различными названиями. Для грамотного и эффективного применения их в технологии бетона необходимо перейти к их оценке по определенным классам, обеспечивающим достижение технического эффекта, например редуцирование воды в равноподвижных бетонных смесях на 15, 20, 25% при соответствующей дозировке добавки.

С помощью суперпластификаторов можно получать бетоны, в 1,5—1,7 раза превосходящие по прочности марку цемента. Это открывает возможность более широкого использования в строительстве высокопрочных бетонов, а также применения для их производства цемента марки 500. Поскольку цемент марки 500 производят 42 завода, а цемент марки 600 всего 8 заводов, то отказ от применения для высокопрочных бетонов цемента марки 600 даст возможность значительно сократить перевозки цемента, упростить складское хозяйство на заводах ЖБИ, так как в этом случае бетон различных марок

будет выпускаться с применением одной марки цемента.

Применение суперпластификаторов и комплексных добавок достаточно эффективно при использовании разных видов цементов. Хотя лучшие результаты достигаются при применении низкоалюминатных цементов, однако и для других их видов эффективность суперпластификаторов достаточно велика, отличаясь от максимальных результатов на 5—8%. Использование разных цементов требует правильного назначения оптимальной дозировки добавок.

Введение в бетон суперпластификаторов обеспечивает получение литых бетонных смесей при сравнительно невысоких расходах воды. Это гарантирует нерасплаиваемость смеси и достаточную долговечность бетона. Вместе с тем применение литых смесей в ряде случаев значительно уменьшает трудоемкость производства железобетонных изделий и упрощает технологию. Такие смеси эффективно применять для бетонов марок М200—М300, особенно при использовании высокопрочного цемента. Для особых целей могут применяться высокопрочные бетоны на основе литых смесей, например бетон марки М600, приготовленный на цементе марки 600 при расходе цемента 500 кг/м^3 и подвижности бетонной смеси более 20 см. Необходимо разработка соответствующего оборудования и методов оценки свойств литых бетонных смесей.

Разработка и внедрение суперпластификаторов и комплексных химических добавок является наиболее существенным достижением технологии бетонов за последние 5 лет. Однако появление новых добавок особенно остро ставит вопрос о скорейшем внедрении надежных их классификации и совершенствовании технологических расчетов. При громадном разнообразии добавок без внедрения классификации нельзя обеспечить грамотное и рациональное их использование.

В настоящее время имеется ряд предложений по дальнейшему совершенствованию технологии бетона с учетом широкого применения ЭВМ. Например, предложены способы оценки водопотребности заполнителей, технологические зависимости от учета истинного V/C и концентрации цементного теста и др., учитывающие физику бетонной смеси и бетона и уточняющие технологические расчеты. Необходимо продолжить работу по повышению надежности технологических и технико-экономических расчетов, приступить к созданию банка типовых программ аналогичных расчетов с привлечением в первую очередь мини-ЭВМ. На основе по-

добных расчетов и создания методов пооперационного контроля производства необходимо разработать действенную систему управления качеством продукции, которая обеспечила бы гарантированные свойства бетона и железобетона при минимальном расходе материальных и энергетических ресурсов.

Для совершенствования технологии бетона важное значение имеет улучшение качества заполнителей и использование для их производства местных материалов и вторичных продуктов промышленности. В последние годы разработан ряд новых особо легких заполнителей — азерит и баротерлит. Азерит, получаемый путем расплава золы с добавкой природных каменных материалов, помолом охлажденной массы и ее вторичным обжигом по специальной технологии, позволяет получить материал насыпной плотностью $200\text{—}300 \text{ кг/м}^3$ и прочностью свыше 2 МПа. Баротерлит, получаемый по специальной технологии из перлитового сырья, имеет насыпную плотность $200\text{—}300 \text{ кг/м}^3$, прочность более 4 МПа, водопоглощение менее 8%. Однако для производства этих материалов требуется специальное оборудование и создание соответствующих производственных мощностей.

Определенный интерес представляет использование для бетонов безобжигового зольного гравия (БЗГ), особенно в районах, бедных заполнителями. Этот материал получают путем грануляции золы с небольшими добавками вяжущего (10—15%), его насыпная масса — $700\text{—}800 \text{ кг/м}^3$, прочность 4—8 МПа. Может быть получен также облегченный БЗГ насыпной массой около 600 кг/м^3 и прочностью около 2—3 МПа. Существенными достоинствами БЗГ являются простота технологии и возможность утилизации золы. По этой технологии в районах, где отсутствует крупный заполнитель, может готовиться гравий и на других тонкомолотых материалах, например барханных песках. Применение БЗГ, в том числе в сочетании с технологическими приемами, уменьшающими плотность бетона, например с применением поризации растворной части, позволяет значительно снизить массу конструкции и в ряде случаев обеспечить экономию арматурной стали.

Необходимо также добиваться улучшения качества традиционных заполнителей. Используя различные технологические возможности, необходимо снизить плотность керамзита до 400 кг/м^3 , а также расширить применение природных легких заполнителей.

Для уменьшения плотности бетона могут применяться различные приемы, в том числе поризация растворной части,

применение легких песков, использование крупнопористых бетонов. Выбор способа определяется видом конструкции, предъявляемыми к ней требованиями и конкретными условиями производства. В ряде случаев целесообразно использовать слоистые конструкции, в которых несущие и декоративные слои сочетаются с эффективной теплоизоляционной прослойкой. Для подобных систем необходимо изучить эксплуатационную надежность сочетания бетона с другими материалами и определить необходимые требования, которые могут гарантировать заданную долговечность подобных конструкций.

Сохраняют свое значение все рекомендации по проектированию состава бетона и по организации производства изделий, в которых предусматривалась экономия цемента как наиболее энергоемкой составляющей бетона.

В современных условиях большое значение имеет решение социальной задачи — улучшение условий труда на заводах сборного железобетона, а также повышение архитектурной выразительности бетонных и железобетонных изделий. Для снижения трудоемкости изготовления изделий представляет интерес использование литых бетонных смесей. Для повышения архитектурной выразительности многое может дать применение декоративных бетонов и бетонополимеров.

Современная технология располагает большим выбором различных бетонов, поэтому необходимо более четко определить рациональные области применения каждого из них с учетом современных требований по экономии материальных и энергетических ресурсов и возможных объемов их производства. Необходимо продолжать работу по замене в строительстве и промышленности металлов и других дефицитных материалов за счет более широкого и рационального использования бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

Большое значение имеет повышение долговечности железобетонных изделий и увеличение межремонтных периодов. Для решения этих задач необходимо использовать весь арсенал известных рекомендаций — выбор соответствующих материалов, правильное конструирование изделий, использование специальных добавок, способов последующей обработки бетонов.

Современные достижения бетоноведения и технологии бетона позволяют существенно повысить качество изделий, улучшить их технико-экономические показатели, шире использовать резервы производства, добиться экономии всех видов ресурсов.

Современные пути развития теории железобетона

Теория железобетона на современном этапе должна в ряде случаев для одних и тех же задач давать решения разных степеней точности и сложности. На стадии выбора конструкции и ее основных размеров нужны простые приближенные решения, которые в дальнейшем уточняются с использованием современной вычислительной техники. Анализ повышенной точности может потребоваться для особо ответственных сооружений, а также в качестве эталона при оценке и выборе приближенных методов.

Используемые в строительстве бетоны не только имеют широкий диапазон прочностей на сжатие и растяжение, но и отличаются друг от друга деформационными характеристиками, стойкостью против разного рода воздействий и физическими свойствами (тепловлажностными, диэлектрическими и т. п.). Это объясняется применением разных вяжущих (цементов, известковых, силикатных, шлакощелочных, полимерных и др.), естественных или искусственных заполнителей, в том числе отходов производств, вариантами структуры (плотной, пористой, ячеистой и др.), применением пропиток (мономерами с последующей полимеризацией, серой) или добавок, меняющих свойства отвердевшего бетона.

Изменение свойств бетона влияет на несущую способность и эксплуатационные качества конструкций. Однако еще до широкого практического применения новой разновидности бетона невозможно выполнить испытания конструкций на разнообразные воздействия. Возникает задача определить набор по возможности простых испытаний, на основе которых можно в первом приближении определить все характеристики нового бетона, используемые в расчетах. Входящие в расчетные формулы величины должны быть связаны с показателями, получаемыми при испытаниях образцов изучаемых бетонов.

В дальнейшем характеристики, полученные в первом приближении, могут быть уточнены по мере поступления данных о результатах испытаний элементов конструкций в тех или иных условиях.

В последние годы в исследовании свойств различных бетонов достигнуты некоторые успехи: изучены и отражены в нормативных положениях особенности мелкозернистых, тяжелых, а также некоторых разновидностей бетонов на пористых заполнителях.

Не только для новых, но даже и для обычных цементных крупнозернистых бетонов плотной структуры не все достаточно ясно в определении прочности под действием одноосных напряженных состояний. Между тем для многих объектов именно одноосные напряженные состояния имеют решающее значение. К ним относятся многие гидротехнические сооружения, конструкции реакторов, их защитных оболочек, фундаментов мощных тепловых агрегатов, железобетонные элементы машиностроительного производства и многие другие. Двухосное напряженное состояние определяет поведение стенок балок, балок-стенок, стержневых элементов, испытывающих изгиб с кручением, и т. п.

Наиболее изучены условия прочности при однородном напряженном состоянии и простом нагружении, т. е. когда все напряжения возрастают пропорционально одному параметру. Однако в реальных условиях простое нагружение встречается редко: даже если все внешние силы растут пропорционально одному параметру, нелинейность зависимости между деформациями и напряжениями, а особенно образование трещин, ведет к перераспределению напряжений в конструкции, означая для ее элементов переход к условиям сложного нагружения. Опыты показали, что сложное нагружение иногда очень существенно может изменить условие прочности бетона. Это легко понять: если то или иное сочетание напряжений вызвало в бетоне образование определенным образом ориентированных микротрещин, после чего напряженное состояние изменилось, наличие микротрещин повлияет на поведение материала при дальнейшем возрастании нового сочетания напряжений. Отсюда следует, что сложное нагружение только тогда окажет эффект, существенно отличный от простого, если с приближением к разрушению структура бетона сильно отли-

чается от той, которая имела бы место при тех же напряжениях в случае простого нагружения.

Надо еще уточнить условия, при которых последствия от сложного и простого нагружений мало отличаются друг от друга, и существенно дополнить данные, относящиеся к поведению материала при ярко выраженных сложных процессах нагружения. Только после накопления таких данных можно перейти к их теоретическим обобщениям.

По вопросам прочности бетона при одноосных напряженных состояниях в СССР и за рубежом в последние годы выполнены серьезные исследования, значительно пополнившие наши знания в этой области.

Деформации бетона при кратковременном нагружении в случае одноосных напряженных состояний изучены несравненно меньше, чем прочность, однако и они существенно пополняются трудами отечественных исследователей. Вместе с прогрессом в вопросах изучения прочности это даст возможность существенно сблизить с данными опыта теорию пластичности бетона, созданную в нашей стране. Модернизированная теория пластичности бетона, когда она будет завершена и освоена, представит собой мощный расчетный аппарат в руках исследователей и проектировщиков.

Длительные деформации бетона обстоятельно изучены, по этому вопросу имеется обширная литература. В последнее время коллективом специалистов проведена большая работа по созданию практического документа, цель которого — оказать помощь инженерам в пользовании теорией ползучести при практических расчетах. В работе подытожены данные многочисленных экспериментов, даются примеры решения многих практических задач. Однако необходимо дальнейшее изучение ползучести для определения влияния температурно-влажностных изменений, чтобы преодолеть разрыв между лабораторными исследованиями и условиями службы большинства реальных конструкций.

Еще мало изучена ползучесть при одноосных напряженных состояниях, ее исследование требует преодоления ряда

трудностей в экспериментировании. Следует обратить внимание на возможность в дополнение к имеющимся получить данные о ползучести при двух- и трехосном сжатии, когда два из главных напряжений одинаковы. Для этого, не создавая сложных мощных установок, можно в предназначенных для одноосного нагружения установках держать цилиндрические образцы, обвитые высокопрочной проволокой, под возможно большим напряжением и регистрировать во время опыта изменения высоты и диаметра цилиндров.

При трехосном сжатии радиальные напряжения могут быть приняты и большими, и меньшими, чем осевые.

Сведения о влиянии разных режимов нагружения на прочность бетона не свободны от противоречий. Длительное действие высоких напряжений, очевидно, ведет к накоплению повреждений, поскольку оно заканчивается разрушением (при напряжениях, не достигающих кратковременной прочности). Однако не только в раннем, но и в бетоне зрелого возраста имеются, видимо, режимы нагружения, благоприятно влияющие на конечную прочность. Это представляется не столь уж неожиданным, поскольку при кратковременном нагружении наблюдаются сменяющие друг друга процессы уплотнения и разуплотнения материала.

Этот вопрос требует дальнейшей проработки, но до его выяснения можно получить определенные результаты, сочетая теорию нелинейной ползучести с вариантами теории накопления повреждений, что предлагалось отечественными и зарубежными исследователями. Поддается расчету переход от затухающей ползучести к незатухающей, завершающийся разрушением, как и должно быть в случае превышения длительной прочности материала. Когда исходное напряженное состояние неоднородно, происходит перераспределение напряжений, разгружающее наиболее напряженные элементы конструкции или сечения за счет менее напряженных. По этой причине длительная несущая способность конструкции может меньше отличаться от кратковременной, чем длительная прочность материала от кратковременной прочности. Это позволяет в некоторых случаях получить экономию материалов.

Несмотря на то, что бетон до разрушения при некоторых условиях способен претерпеть довольно значительные неупругие деформации, а одной из перспективных теорий является теория его пластичности, этот материал в других условиях может быть хрупким, поэтому заслуживает изучения примени-

тельно к бетону теория хрупкого разрушения или теория трещин, сделавшая значительные успехи применительно к другим материалам.

Влияние высоких температур, замораживания и оттаивания, агрессивных сред и других факторов изменяет прочностные и деформационные свойства материалов, что требует разработки способов расчетной оценки. Наиболее разработаны в нашей стране способы расчета конструкций на действие повышенных и высоких температур.

На их основе созданы нормативные документы, они широко используются при проектировании тепловых агрегатов. В последние годы успешно разрабатываются расчетные оценки воздействия на конструкции отрицательных температур. Развернуты работы по выявлению совместного воздействия на конструкции нагрузок и адсорбционно-активных и агрессивных сред, что отвечает назревшим потребностям практики сегодняшнего дня.

До сих пор речь шла преимущественно о различных исследованиях бетонов. Исследования арматуры относятся к металлосведению. Однако теория железобетона должна располагать достаточно полными выражениями диаграмм деформаций всех арматурных сталей, а также данными о влиянии на них технологических переделов при изготовлении конструкций и воздействий, которым они могут подвергаться в условиях эксплуатации, в том числе и при приближении конструкций к предельным состояниям. В некоторых случаях эти данные может дать только теория железобетона.

Хотя сцепление арматуры с бетоном является, очевидно, одним из важных свойств железобетонных конструкций, его обходят в расчетах, ограничиваясь соблюдением эмпирически установленных длин зон анкеровки или передачи напряжений, а также немногочисленными конструктивными требованиями. Исследования последних десятилетий в значительной мере выяснили сущность явлений, связанных с преодолением сцепления, т. е. образование пластических зон бетона, примыкающих к выступам периодического профиля, и внутреннее трещинообразование. Расчеты, в которых бетон, за исключением упомянутых пластических зон, рассматривается как упругое тело, в котором образуются и развиваются трещины, дают достаточно хорошо отвечающую опыту картину поведения цилиндрических образцов с одним арматурным стержнем, испытываемых на выдергивание, продавливание или осевое растяжение. Расчеты эти могут выполняться только на ЭВМ, однако они показывают, что

решение более сложных задач, где роль сцепления первостепенна (например, расчет сопротивления консольных и неразрезных балок действию поперечных сил в зонах близ нулевых точек эпюры моментов), посылно для современной вычислительной техники.

Методы конечных разностей и конечных элементов находят все большее применение в расчетах. Они используются и для конструкций, состоящих из стержней, жесткость которых становится переменной по длине из-за образования трещин, и для определения несущей способности коротких или гибких стержней под воздействием длительного внецентренного сжатия, и для стенок резервуаров, в которые постепенно просачиваются агрессивные жидкости. Широко используются эти методы для расчета плоских элементов (стенок и плит), подвергающихся изгибу, действию сил, лежащих в их срединной плоскости, либо тому и другому одновременно. При этом учитываются трещинообразование, различные схемы расположения арматуры, а также деформации ползучести.

Успешно решались задачи по определению напряженно-деформированного состояния массивных конструкций, когда не наблюдается образование трещин. В некоторых работах трещины учитывались приближенно путем выделения зон массивных конструкций с пониженной жесткостью.

Можно констатировать, что в настоящее время все более успешно осваиваются методы, позволяющие рассчитывать сложные задачи нелинейного поведения конструкций. Предстоит распространить созданные методы на пространственные немассивные конструкции и оболочки. Впрочем, в последнем случае придется считать не только с физической, но и с геометрической нелинейностью, если рассматриваемые объекты тонкостенны.

Геометрическую нелинейность надо учитывать для разнообразных объектов, в частности для многих рамных конструкций. Это позволит освободиться от нечеткого понятия «расчетные длины», значения которых были установлены в свое время на основе экспертных оценок. Можно, правда, сослаться на большой практический опыт применения расчетных длин, показывающий, что пользование ими не приводило к аварийным ситуациям. Благополучное положение можно объяснить другими причинами, например сильно завышенными значениями нагрузок, задаваемых технологами. В некоторых случаях расчетные длины могли быть и завышены. Одновременное улучшение определения величин технологических нагрузок и овла-

дение расчетом рам по деформированной схеме должно дать значительный экономический эффект.

Расчет рам по деформированной схеме успешно разрабатывается в СССР. Наряду с более точными методами создаются приближенные, которые позволяют во многих случаях достаточно хорошо оценить геометрическую нелинейность, не затрачивая на это много времени и труда.

Совместная работа элементов сборных конструкций иногда очень существенно отличается от элементарных схем, согласно которым каждый из элементов лишь воспринимает действующие на него нагрузки и передает их на поддерживающие его конструкции. Выявление и учет взаимопомощи элементов дает экономический эффект и позволяет более правильно осуществлять их конструирование. Исследования ведутся на натуральных объектах либо на крупномасштабных моделях, что увеличивает их трудоемкость. Надо иметь в виду, что соединения сборных конструкций обладают некоторой подвижностью, в разных случаях сильно различающейся. К тому же жесткость соединений меняется с уровнем нагрузки. Наблюдения и измерения на реальных сооружениях, статические или динамические испытания позволили получить о совместной работе элементов сборных конструкций много ценных данных, используемых при проектировании.

Оптимизация железобетонных конструкций представляет в целом сложную проблему, частями которой являются:

формулировка системы ограничений на параметры конструкций, обуславливающих безотказную эксплуатацию, беспрепятственное изготовление и т. п.;

учет объемов, реальных материальных, энергетических, трудовых затрат при изготовлении, строительстве, эксплуатации конструкций;

учет реальных условий работы конструкции в сооружении;

поиск эффективного математического метода оптимизации, обеспечивающего быстрое и достоверное решение;

разработка общего плана проектирования оптимальной конструкции, координирующего решение всех перечисленных сторон оптимизации.

Оптимальные решения должны предусматривать все специфические особенности железобетонных конструкций: сложный характер деформирования, многообразие форм разрушения, варианты типовых расчетных сечений и унифицированной опалубки, модульную систему параметров зданий и конструкций, эффективную технологию изготовления и монтажа.

Для оптимизации конструкций в реальных условиях требуется нормирование показателей ограниченный расхода стали, цемента, заполнителей, трудовых и энергетических затрат. Задачу оптимизации удастся решить, если в качестве критерия оптимальности принять совокупность всех видов затрат при соблюдении упомянутых выше ограничений.

Решение оптимальных задач позволяет снизить затраты на конструкции на 15—25%. Проблема оптимизации в настоящее время привлекла внимание большого числа исследователей и проектировщиков.

Использование вероятностных представлений при переходе к методике предельных состояний вызвало у некоторых специалистов надежду на более широкое и прямое их использование в проектом деле в дальнейшем. Как в нашей стране, так и за рубежом высказывалось убеждение, что вскоре будет совершен переход от «полувероятностной» методики предельных состояний к вероятностной, так называемого «второго уровня» или вероятностной оптимизации. Однако такие прогнозы не оправдались. Метод предельных состояний используется уже почти тридцать лет, а методы второго уровня, тем более вероятностная оптимизация, так и не проявили себя в проектной практике. Однако это не значит, что вероятностные методы за истекший срок не дали ничего нового. Статистический контроль качества материала, осуществляемый (к сожалению, не повсеместно) на производстве, явился, бесспорно, прогрессивным мероприятием.

Многое можно сделать путем разработки новых или совершенствования имеющихся частных коэффициентов методики предельных состояний исходя из вероятностных представлений. В качестве простого примера можно назвать колонны, сжатые с небольшим эксцентриситетом. Не является ли сильноармированная колонна, в которой бетон и металл в примерно равной мере участвуют в обеспечении несущей способности, более надежной, чем колонна с минимальным армированием, рассчитанная на ту же нагрузку?

О более глубоких изменениях методики расчета на вероятностной основе думать следует, но это не должно отвлекать от решения более узких, конкретных задач.

Следует также отметить, что наряду с исследовательскими институтами (НИИЖБ, НИИСК, ЦНИИС Минтрансстроя, ЦНИИПромзданий, ЦНИИЭП жилища и др.) в дальнейшую разработку теории железобетона вносят серьезный вклад кафедры многих вузов — МИСИ, ЛИСИ, ВЗИСИ, ОИСИ, Челябинского политехнического института и др.

УДК 624.012.45:728

М. П. КОХАНЕНКО,
зам. председателя Госгражданстроя

Повышение технического уровня конструкций в жилищном строительстве

Ежегодно в нашей стране вводится в эксплуатацию около 100 млн. м² общей площади жилых и около 30 млн. м² общественно-бытовых зданий различного назначения. На это расходуется более 65 млн. м³ сборного бетона и железобетона, более 4 млн. т металла, на отопление — около 6 млн. т топлива в год.

Такие объемы жилищного строительства определили важность постоянного и систематического совершенствования конструктивных систем, элементов конструкций и технологии их заводского изготовления.

В настоящее время для массового жилищно-гражданского строительства используются различные конструктивные системы полносборных зданий — крупнопанельные, крупноблочные, каркасно-панельные, обрабатываются в опытном порядке объемно-блочные конструкции, развивается монолитное и сборно-монолитное домостроение.

Крупнопанельное домостроение, ставшее основным направлением в массовом жилищном строительстве, по сравнению с кирпичным характеризуется сокращением удельной массы конструкций зданий на 25—30%, снижением общих затрат труда на их возведение на 25—30%, значительным (в 1,5—2 раза) сокращением продолжительности строительства и снижением на 5—7% его стоимости.

Благодаря высокой прочности и устойчивости зданий крупнопанельное домостроение стало основным видом массового жилищного строительства в обычных и сложных гидрогеологических условиях (просадочные грунты, подрабатываемые территории, вечная мерзлота), а также в сейсмических районах.

Каркасно-панельные конструкции составили основу решений полносборных общественных зданий, где во многих случаях требуется свободная планировка помещений. В жилищном строительстве каркасные конструкции применя-

ются в небольших объемах, главным образом для многоэтажных жилых зданий в сейсмических районах страны. Основным, наиболее перспективным направлением, вытесняющим трудоемкое строительство из кирпича, является строительство полносборных общественных зданий с несущим сборным железобетонным каркасом или с внутренними несущими панельными стенами.

В 1978—1979 гг. осуществлена комплексная программа разработки новых усовершенствованных конструкций каркасно-панельных зданий на основе серии ИИ-04, получивших наименование 1.020-1.

Разработаны укрупненные изделия повышенной заводской готовности: многоэтажные колонны на всю высоту зданий, большемерные панели перекрытий, панели наружных стен однорядной разрезки, укрупненные стеновые панели длиной до 12 м, диафрагмы жесткости с плоским раствором стыком, колонны из высокопрочных бетонов и преднапряженные ригели перекрытий.

Для зданий высотой 4—5 этажей разработаны самонесущие панельные наружные стены, улучшено и упрощено армирование с учетом более экономичных решений и уменьшения трудоемкости арматурных работ.

Номенклатура серии 1.020-1 позволит еще больше расширить применение этих конструкций в промышленном строительстве вместо менее экономичных серий ИИ-20.

В настоящее время Госгражданстроем разработаны номенклатура и рабочие чертежи крупнопанельных конструкций серии 1.220.1-2 для школ, детских садов, предприятий бытового обслуживания и учреждений здравоохранения с высотой этажа 3,3 м. Особенностью проектов является учет необходимой кооперации в поставке конструкций. Так, части зданий с часто повторяющейся мелкоячеистой структурой будут выполняться в крупнопанельных конструкциях, а вестибюли, залы торговли и общественного питания, спортивные и актовые залы и т. п. — с применением серийных каркасных конструкций, получаемых по кооперации от других производств.

Применение крупнопанельных систем для малоэтажных общественных зданий приводит к сокращению расхода стали на 10—15%, построечных трудовых затрат на 15—18% при увеличении расхода бетона на 9—14% и примерно одинаковой сметной стоимости строительства по сравнению с каркасно-панельными.

Организации Минпромстроя СССР с

участием ТбилЗНИИЭП разрабатывают новые конструктивные системы сейсмостойких многоэтажных зданий. В Тбилиси возведен экспериментальный 9-этажный крупнопанельный бескаркасный жилой дом с напрягаемой на строительной площадке вертикальной и горизонтальной арматурой, а в Кутаиси — 16-этажный каркасно-панельный жилой дом с натяжением арматуры в уровнях сборных перекрытий.

За последнее десятилетие проведены значительные работы по научному обоснованию, усовершенствованию конструкции и технологии объемно-блочного домостроения. Создана производственная база объемно-блочного домостроения в составе 26 заводов и цехов ОБД проектной мощностью 1400 тыс. м² общей площади в год. В этом направлении основной задачей является завершение освоения действующих заводов ОБД, достижение ими установленных технико-экономических показателей, высокого качества блоков и зданий из них. Особое значение приобретает сочетание объемных блоков с панельными конструкциями, позволяющее повысить уровень индустриальности крупнопанельных зданий за счет кооперации предприятий ОБД и КПД.

В IX и X пятилетках был проведен широкий производственный эксперимент по применению различных конструктивно-технологических методов монолитного и сборно-монолитного домостроения. В X пятилетке из монолитного железобетона было возведено около 550 тыс. м² общей площади жилых и общественных зданий, в том числе в 1980 г. — 200 тыс. м². Эти здания отличаются высоким качеством архитектурно-художественных решений.

К концу XI пятилетки объем монолитного домостроения предусмотрено довести до 1750 тыс. м² общей площади в год. Наибольшее распространение монолитное домостроение получило в Кишиневе, Сочи, Алма-Ате, Минске, Вильнюсе, в районах Кавказских Минеральных Вод и на Южном берегу Крыма.

Накопленный опыт позволил перейти от единичных зданий в скользящей опалубке к более массовой застройке с применением переставных опалубок различных типов. В ряде городов (Кишинев, Сочи, Пятигорск и др.) Госгражданстроем завершается разработка системы унифицированных опалубок «Гражданстрой» — объемно-переставных, блочных и крупнощитовых. В Ереване и ряде городов страны жилые и общественные здания возводятся методом подъема перекрытий, разработан-

ных организациями Минпромстроя Армянской ССР.

Полносборное домостроение в сельском строительстве развивается при использовании для малоэтажных жилых домов индустриальных крупноразмерных элементов заводского изготовления на основе древесины, листовых материалов и арболита.

В соответствии с решениями майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, около 15% мощностей городских домостроительных предприятий будут использоваться для строительства жилых домов, школ и дошкольных учреждений в колхозах и совхозах.

В 1982 г. были разработаны проекты сельских домов на основе парапетов изделий 12 городских типовых проектов. При этом предельно используется выпускаемая предприятиями КПД номенклатура изделий, обеспечивается минимальное число их типоразмеров.

Институты Госгражданстроя и госстроев союзных республик проводят работу по совершенствованию конструкций зданий, направленную на повышение их эксплуатационных качеств, снижение материалоемкости и трудоемкости заводского и строительного производства. Особое место в формировании технико-экономических показателей жилого дома занимают конструкции наружных стен. Если для большинства применяемых в жилищно-гражданском строительстве железобетонных конструкций экономически выгодным путем совершенствования является достижение наименьших одновременных затрат, то для наружных стен приведенные затраты достигают минимума при сокращении эксплуатационных (даже при некотором увеличении одновременных).

В настоящее время для наружных стен широко применяют однослойные легкобетонные и частично ячеистобетонные панели. Трехслойные панели выпускают в ограниченном объеме — около 19,5%, главным образом с жесткими связями в виде ребер; панели с гибкими связями практически не используют.

Для совершенствования структуры конструкций наружных стен полносборных зданий необходимо расширить объемы применения трехслойных панелей на основе тяжелого или легкого бетона с гибкими связями и утеплителем из пенополистирола. Теплоизоляционные свойства их в 1,6—2 раза выше легкобетонных однослойных (при некотором увеличении расхода металла и трудоемкости заводского изготовления панелей). Этими конструкциями наружных стен в первую очередь необходимо обеспечить полносборное жилищно-гражданское строительство в районах с низ-

кими расчетными зимними температурами (ниже -30°C).

В настоящее время ведутся работы по созданию новых конструкций наружных стен. Существенная экономия тепловой энергии предусматривается при осуществлении предложенных ЦНИИЭП жилища слоистых стен с рекуперацией трансмиссионного тепла, а также стеновых панелей составной конструкции.

Комплексной программой развития отрасли обосновано изменение структуры конструкций наружных стен зданий. Предусмотрено увеличение применения трехслойных панелей в основном с гибкими связями и эффективными утеплителями, при одновременном улучшении качества однослойных легковесных, что обеспечит экономию 340 тыс. т топлива в год, но потребует около 1,6 млн. м^3 полистирольного пенопласта и 0,5 млн. м^3 жестких минераловатных плит.

Основным направлением совершенствования конструкций междуэтажных перекрытий является применение многопустотных из тяжелого или сплошных из легкого бетона панелей перекрытий, калиброванных по высоте, в том числе изготавливаемых на длинных стендах безопалубочным формованием, с укладкой на них чистого пола из теплозвукоизоляционного линолеума, паркетной доски, шитового паркета, сверхтвердых древесноволокнистых плит и т. д.

Заслуживают внимания конструктивно-технологические проработки ЦНИИЭП жилища по трехслойным панелям перекрытий со средним слоем из крупнопористого керамзитобетона, позволяющим увеличить толщину и жесткость конструкции при одновременном уменьшении поверхностной плотности, а также по пустотно-насыпным конструкциям, изготавливаемым без применения пуансонов.

Одним из важных элементов совершенствования конструкций междуэтажных перекрытий является снижение в них расхода металла, что достигается учетом работы перекрытий на изгиб в двух направлениях, а также учетом частичного защемления плит перекрытия на опорах в платформенных стыках со стенами.

Исследования ЦНИИЭП жилища, МИСИ и КБ по железобетону показали, что учет работы в двух направлениях плит, опертых по трем сторонам, позволяет снизить на 1—1,5 кг расход стали на 1 м^2 общей площади.

Особого внимания заслуживают вопросы повышения технологического уровня железобетонных конструкций крыш и покрытий. В жилищном строительстве расширяется применение без-

рулонных крыш из конструкций повышенной заводской готовности, в которых защитные от атмосферных воздействий функции выполняет бетон кровельной панели с гидроизоляционными составами, нанесенными в заводских условиях. Лучшие образцы таких безрулонных крыш, разработанные СибЗНИИЭП, успешно эксплуатируются уже более 20 лет.

Рядом институтов Госгражданстроя и ГлавАПУ Москвы разработаны и широко применяются в типовых проектах широко многоэтажных зданий конструкции крыш с теплым чердаком, с рулонной и безрулонной кровлей. Внедрение крыш с теплым чердаком безрулонного покрытия обеспечивает снижение теплопотерь здания на 2—3%, снижение приведенных затрат на 0,2—0,9 р. и суммарных затрат труда на 0,10—0,15 чел.-ч на 1 м^2 общей площади.

В последние годы в типовых и индивидуальных проектах общественных зданий и сооружений находят все большее применение эффективные железобетонные большепролетные и пространственные конструкции, что приводит к значительной экономии металла и цемента, снижению трудоемкости, стоимости, а также массы зданий. Госгражданстрой рекомендовал к широкому внедрению в проектирование и строительство такие железобетонные и армоцементные конструкции, как панели 2Т пролетами 12—18 м, армоцементные панели-оболочки двоякой кривизны пролетом 12 м, панели-оболочки типа КЖС пролетами 12, 18 и 24 м, сборные железобетонные складки пролетами 15 и 18 м, складчатые своды из сборных железобетонных плит пролетами 15, 18, 24, 36 и 42 м, регулярные структурные плиты из армоцементных пирамидальных элементов пролетами 18, 24 и 36 м, всякие железобетонные оболочки и др.

Одним из путей совершенствования железобетонных конструкций в жилищно-гражданском строительстве является комплексное применение легких бетонов в несущих и ограждающих конструкциях.

В жилищном строительстве используют все виды пористых заполнителей. Особенно эффективны заполнители из отходов доменных и термофорных шлаков. Повышение эффективности керамзитобетонных конструкций в первую очередь связано с повышением уровня производства керамзита, снижением его насыпной плотности с 500 до 400 $\text{кг}/\text{м}^3$, обеспечением комплексного выпуска равными долями фракций 0—5, 5—10 и 10—20 мм, повышением относительной прочности и улучшением формы гранул.

Ячеистые автоклавные бетоны в жилищном строительстве в основном применяются в конструкциях наружных стен полносборных зданий. Однако плотность этого материала — 700 $\text{кг}/\text{м}^3$ не удовлетворяет требованиям тепловой защиты жилых зданий.

Особенно эффективно комплексное применение ячеистых бетонов в несущих конструкциях, внутренних и наружных стенах жилых домов высотой до 5 этажей и 1—2-этажных сельских жилых домов. Госгражданстроем разработаны и применяются серии типовых проектов жилых и общественных зданий высотой от 1 до 5 этажей из крупных и мелких ячеистобетонных блоков, изготовленных по резательной технологии, однако объемы строительства таких зданий еще недостаточны.

Особую роль в повышении технического уровня железобетонных и бетонных конструкций играет унификация полносборных элементов и их узлов. Проекты полносборных зданий разрабатываются на основе Общесоюзного каталога индустриальных железобетонных и бетонных изделий. В него включены изделия для зданий, строящихся в обычных условиях, а также в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов, со сложными геологическими условиями.

Создание единого каталога позволит в перспективе перейти на систему унификации, специализации и кооперации домостроительных предприятий и заводов сборного железобетона.

Для повышения эффективности капитальных вложений в жилищно-гражданское строительство, экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов Госгражданстрой разработал согласованные со строительными министерствами и ведомствами задания по внедрению прогрессивных конструкций, материалов, изделий, инженерного оборудования и технологических приемов в гражданском строительстве на 1982—1985 гг.

В результате корректировки типовых проектов жилых домов и общественных зданий получено значительное сокращение расхода металла в проектах — более 300 тыс. т на годовой объем строительства, снижены удельные расходы топлива на отопление на 10—12% при существующей структуре ограждающих конструкций и на 20—25% при применении трехслойных конструкций с эффективными утеплителями. В 1983 г. завершается корректировка рабочих чертежей железобетонных конструкций жилых и общественных зданий в соответствии с требованиями СНиП II-21-75, в результате которой расход металла снизится от 2 до 10%.

Развитие конструкций производственных зданий и сооружений

Особенностями промышленного строительства на ближайшую перспективу являются дальнейшее повышение плотности застройки территорий, уменьшение затрат труда и материалов на изготовление конструкций и строительно-монтажные работы, экономное расходование энергии при возведении и эксплуатации зданий и сооружений, улучшение санитарно-гигиенического режима в цехах, увеличение доли капиталовложений на реконструкцию действующих предприятий.

За истекшее пятилетие существенных изменений в области применения железобетона в конструкциях промышленных зданий и сооружений не произошло. В массовом строительстве применяются преимущественно сборные железобетонные конструкции.

Из монолитного железобетона выполняются главным образом больsherазмерные фундаменты колонн, фундаменты под оборудование и некоторые массивные подземные сооружения. Надо полагать, что настоятельная необходимость в снижении трудоемкости и сокращении продолжительности возведения зданий и сооружений не позволит в ближайшем будущем существенно расширить область применения монолитного железобетона в промышленном строительстве.

Вместо обычных монолитных перекрытий в районах с недостаточной развитой базой стройиндустрии найдут применение конструкции со стальным профилированным настилом, используемым в качестве внешней арматуры и несъемной опалубки; при этом затраты труда снижаются в 1,5—1,8 раза по сравнению с обычными монолитными конструкциями примерно при одинаковых расходах стали.

Несколько изменяется структура типов зданий. Необходимость повышения плотности застройки, особенно в черте городов, а также при реконструкции и расширении действующих предприятий, обуславливает рост доли многоэтажных, а также двухэтажных зданий с укрупненной сеткой колонн в верхнем этаже.

Для снижения материалоемкости, повышения универсальности и гибкости одноэтажных зданий с подъемно-транспортным оборудованием большой грузо-

подъемности ведутся исследования по осуществлению замены мостовых кранов напольным транспортом. В этом случае несколько возрастает доля зданий без опорных кранов с увеличенными пролетами, для которых целесообразны смешанные каркасы (железобетонные колонны, стальные несущие конструкции покрытий).

Используются также стропильные балки различных типов, плиты «на пролет», подстропильные конструкции. Повидимому, накопилось достаточно данных для отбора наиболее экономичных, обладающих высокими эксплуатационными качествами несущих конструкций покрытий зданий, их унификации и типизации.

Ведется значительная работа по совершенствованию сборных конструкций многоэтажных промышленных зданий. Целью ее является создание единой системы унифицированных сборных железобетонных конструкций для многоэтажных промышленных и гражданских зданий.

Значительная часть конструкций имеет межвидовое применение, т. е. они одинаковы и для промышленных, и для гражданских зданий. К ним относятся конструкции вспомогательных зданий промышленных предприятий, а также части производственных зданий с параметрами, используемыми в гражданском строительстве. Остальные системы, специфические преимущественно для промышленного или гражданского строительства (по высотам этажей, пролетам, нагрузкам), будут разработаны с соблюдением единых принципов унификации.

Итогом работы, проводимой ЦНИИПромзданий, ЦНИИЭП торговых зданий и туристских комплексов и ТбилЗНИИЭП с участием ряда институтов, является Единый каталог сборных железобетонных конструкций промышленных и гражданских зданий, возводимых в обычных условиях и в сейсмических районах.

Совершенствование ограждающих конструкций будет идти по пути обеспечения существенного снижения теплопотерь при оптимальных приведенных затратах, с учетом климатических условий. Наилучшие результаты достига-

ются при применении комплексных конструкций полной заводской готовности, недефицитных и негорючих материалов.

Для районов с суровой зимой и для зданий с влажным и мокрым режимом Управлением Братскгэстрой Минэнерго СССР и трестом Алтайстройиндустрия Минстроя СССР освоен выпуск трехслойных железобетонных стеновых панелей на гибких связях с теплоизоляцией из пенополистирольных или минераловатных плит. В зависимости от условий применения это решение позволяет снизить стоимость стен по сравнению с однослойными на 25—50%.

Разработаны конструкции стен многоэтажных и одноэтажных зданий из керамзитобетонных панелей размерами 2,4×6 и 3×6 м со встроенными окнами, применение которых обеспечивает резкое снижение трудоемкости монтажа, улучшает качество изделий.

Определенные резервы имеет новая безопасная технология изготовления одно- и многослойных железобетонных панелей. ЦНИИПромзданий разработана система стен вертикальной и горизонтальной разрезки из таких керамзитобетонных панелей безопасного формования. По сравнению с типовыми решениями обеспечивается существенное снижение трудоемкости изготовления и расхода стали.

Перспективны конструкции из сталефибробетона. Работы, проведенные ЛенЗНИИЭП, ЦНИИПромзданий и НИИЖБ, показали, что рационально запроектированные сталефибробетонные конструкции эффективнее обычных железобетонных по затратам труда на изготовление и по материалоемкости.

Целесообразно применение сталефибробетонных плит покрытий зданий и сооружений, в которых вся арматура (кроме продольных стержней в ребрах) может быть заменена фиброй из проволоки периодического профиля, что исключает необходимость заготовки и укладки большого числа разнообразных сеток и позволяет уменьшить толщину полки плит. Эффективно применение сталефибробетона также в элементах несъемной опалубки монолитных конструкций, в днищах резервуаров, сборных перегородках, тонкостенных стеновых панелях, лотках коммуникационных каналов и т. д.

Примерно 60% объема инженерных сооружений на промышленных предприятиях возводится из монолитного, а 40% — из сборного железобетона. Основной объем монолитного расходуется на конструкции нулевого цикла. Для опалубочных размеров этих конструкций рекомендуется модуль 300 мм, что позволяет принять всего 8 типоразме-

ров щитов опалубки и способствует централизованному их изготовлению.

Монолитные и сборные плитные конструкции следует армировать сетками с постоянным шагом стержней 200 мм, шириной до 3 м, изготовленных по специальной номенклатуре. Необходимо организовать централизованное производство сеток и других арматурных изделий массового применения.

Широкое распространение получает несъемная опалубка, которую целесообразно выполнять из тонких элементов — плоских, гнутых и уголкового профиля с различными видами армирования. Такая опалубка особенно эффективна, если рабочая арматура является ее элементом и работает совместно с монолитным бетоном. Так выполнены сборно-монолитные фундаменты стальных колонн на строительстве Новолипецкого и Старооскольского металлургических заводов.

Эффективным направлением в развитии подземных сооружений является использование грунта для восприятия не только вертикальных, но и горизонтальных нагрузок, в частности учет бокового сопротивления грунта при расчете фундаментов.

Большинство сборных конструкций сооружений унифицировано и типизировано. Предполагается создать единые сборные элементы для ряда сооружений, разрабатываются унифицированные стеновые панели (УСП) для емкостных сооружений водоснабжения и канализации, тоннелей, подвалов и подпорных стен.

Разработаны эффективные конструкции сборных железобетонных резервуаров объемом 30, 60, 120 тыс. м³ для нефти, в которых расход стали снижен в 2 раза по сравнению со стальными ре-

зервуарами. Но строительство их не ведется, так как отсутствуют специализированные строительные организации.

Совершенствуются конструкции виброизолированных фундаментов. Разработаны и внедряются в практику новые фундаменты под кузнечные молоты; за счет исключения массивных железобетонных блоков и замены пружинно-резиновой виброизоляции рессорной достигается резкое снижение расхода бетона, уменьшаются в среднем на 25% расход стали, трудозатраты в 2 раза, сметная стоимость — на 40%.

Разрабатываются решения по реконструкции жестких фундаментов под молоты; их реализация позволит выполнять виброизоляцию существующих фундаментов при незначительных сроках остановки производства.

Разработаны и внедряются массивные виброизолированные железобетонные балочные фундаменты длиной до нескольких десятков метров и весом в сотни тонн для высокоточного оптического оборудования, позволяющие резко повысить точность измерительных процессов и снизить брак продукции.

Разрабатываются конструктивные мероприятия для снижения сейсмических воздействий на здания. К ним относятся, например, выключающиеся связи и упоры-ограничители, а также подвижные опоры.

Предстоящее непрерывное увеличение доли капитальных вложений на реконструкцию и перевооружение промышленных предприятий требует повышенного внимания к решению новых задач, возникающих при проектировании. Проектировщики встречаются с необходимостью увеличения высоты эксплуатируемых зданий, замены конструкций

покрытий, перестройки многоэтажных зданий, усиления отдельных элементов и других изменений; в большинстве случаев это встречается при реконструкции зданий довоенной постройки.

Основные железобетонные конструкции зданий, построенных за последние 25—30 лет, редко подвергаются существенным переделкам при реконструкции, что свидетельствует о хорошей их приспособляемости к изменениям технологии размещаемых производств.

Зачастую перестраиваются фундаменты под оборудование, коммуникации.

Предстоит разработка руководящих материалов по проектированию реконструкции промышленных предприятий.

Дальнейшее развитие должна получить унификация конструкций. Все еще значительно число типоразмеров изделий, изготавливаемых заводами сборного железобетона. Наряду с оправданным расширением номенклатуры за счет введения новых эффективных конструкций в каталоги зачастую включаются изделия разных типов одного назначения; это относится в первую очередь к зданиям и сооружениям различных видов строительства (промышленных, сельскохозяйственных, гражданских).

Необходимо провести межвидовую унификацию, в результате которой может быть достигнуто экономически оправданное сокращение номенклатуры сборных железобетонных конструкций для массового строительства.

Важным мероприятием, направленным на упорядочение номенклатуры и ускорение внедрения эффективных конструкций, является введение территориальных (районных) каталогов, составляемых на базе всесоюзного каталога с учетом особенностей районов страны.

экономические показатели производства. Коэффициент использования мощностей в среднем за последние годы сохраняется на уровне 0,8, выработка на одного рабочего — порядка 200 м³ сборного железобетона, удельный вес производства преднапряженных конструкций не превышает 25%, а конструкций из легких бетонов — 14%. Ряд переделок, особенно формовочные и вспомогательные, остаются трудоемкими, недостаточно обеспечивается выполнение нормативных санитарно-гигиенических требований, особенно по уровню шума и вибрации.

Основными причинами недостаточного роста технического уровня промышленности сборного железобетона являются:

УДК 691.328.002

В. А. РАХМАНОВ, канд. техн. наук (ВНИИЖелезобетон);
Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук (НИИЖБ)

Пути совершенствования технологии производства сборного железобетона

Промышленность сборного железобетона является крупной отраслью строительства, насчитывающей свыше 6 тыс. предприятий и полигонов. Отрасль располагает основными фондами порядка 10 млрд. р., выпускает в год более

125 млн. м³ конструкций и изделий стоимостью свыше 5 млрд. р.

Объем выпуска и применения сборного железобетона неуклонно увеличивается, однако от этого роста отстают техническое перевооружение отрасли и технико-

затруднения в разработке и проведении единой технической политики в отрасли в связи с рассредоточением производственных предприятий и научно-исследовательских организаций в многочисленных ведомствах, а также ввиду чрезмерно большой номенклатуры продукции;

довольно низкое качество исходных материалов, особенно заполнителей бетона;

низкий технический уровень, а в большинстве случаев и дефицитность выпускаемого машиностроительной промышленностью технологического оборудования, особенно формовочного и оснастки; чрезмерно большой объем применения оборудования, изготовленного в кустарных условиях на неспециализированных предприятиях;

недостаточное научное и технологическое обеспечение работ по комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Устранение этих недостатков должно базироваться главным образом на ускорении научно-технического прогресса и более рациональном использовании трудовых и материальных ресурсов. При этом увеличение производства сборного железобетона и повышение его технико-экономических показателей должно производиться не за счет строительства новых предприятий, а путем реконструкции и технического перевооружения технологических процессов и оборудования на действующих заводах ЖБИ.

Другая отличительная особенность совершенствования технологии связана с все большей химизацией производства, особенно за счет применения эффективных суперпластификаторов, позволяющих без увеличения расхода цемента и ухудшения свойств бетона использовать подвижные и литые смеси, резко снизить трудоемкость формования, применять менее металлоемкую оснастку.

Массовое производство и применение суперпластификаторов потребует пересмотра сложившегося на протяжении многих лет принципа применения смесей минимальной подвижности (максимальной жесткости). Необходимо определить оптимальную подвижность бетонных смесей в зависимости от типа изготавливаемых конструкций и условий их производства, модернизации существующего или создания нового оборудования для приготовления, транспортирования и укладки подвижных и литых бетонных смесей, обеспечения необходимого качества поверхности изделий. Третьей задачей совершенствования заводской технологии сборного железобетона является максимальная экономия топливно-энергетических ресурсов,

Развитие производства сборного железобетона должно сопровождаться массовым переходом на выпуск высокоэффективных сборных конструкций повышенной заводской готовности, обеспечивающих снижение материалоемкости (особенно расхода металла), массы, повышением их качества и снижением трудоемкости.

В настоящее время промышленность сборного железобетона базируется в основном на поточно-агрегатных технологических линиях, которые выпускают около 50% всех изделий и конструкций. При малом уровне специализации предприятий и огромной номенклатуре подобная технология является наиболее гибкой. Однако на современном этапе она уже не удовлетворяет во многих случаях требованиям механизации процессов. В этой связи преимущественное развитие конвейерной технологии, позволяющей повысить производительность оборудования и уровень механизации основных процессов, является вполне обоснованным. Конвейерное производство особенно эффективно при специализации линий и изготовлении на них крупноразмерных и многодельных конструкций, например наружных стеновых, в том числе слоистых, панелей. Гипростроммашем, ЦНИИЭП жилища, Гипрограждан-промстрой, ВНИИЖелезобетоном и другими организациями разработаны и внедряются конвейерные линии, позволяющие на 20—25% снизить трудоемкость и на 7—8% себестоимость изделий. В ближайшие годы уровень применения конвейерной технологии в общем объеме производства может возрасти в 2,5 раза и составить не менее 40% общего объема выпускаемого железобетона.

При реконструкции заводов и цехов с поточно-агрегатной технологией, выпускающих массовые изделия, целесообразно использовать полуконвейерные линии, которые могут быть расположены в 12—18-метровых пролетах. Эффективность такого решения подтверждается опытом завода ЖБИ № 18 Главмоспромстройматериалов и других предприятий.

Для крупноразмерных конструкций промышленного строительства (балок, ферм, плит перекрытий), транспортного, инженерных сооружений остается наиболее целесообразным использование стеновой технологии, по которой выпускается около 25% всех изделий. Опыт освоения беспалубочного непрерывного формования пустотных плит перекрытий и многослойных панелей на длинных стендах показывает, что необходимо более детальное технико-экономическое

обоснование рациональных областей применения этой технологии.

Новое качественное развитие должна получить кассетная технология производства, широко используемая на предприятиях КПД. Существенное улучшение ее показателей может быть достигнуто за счет конвейеризации (кассетно-конвейерные линии), повышения подвижности смесей, уменьшения интенсивности вибрации.

Помимо создания новых и модернизации известных способов изготовления железобетонных конструкций должны совершенствоваться основные технологические переделы.

При модернизации складов заполнителей и бетоносмесительных отделений особое внимание должно быть уделено возможности приемки, подачи и дозирования золошлаковых отходов. Предложения по этим вопросам разработаны Оргэнергостроем, ВНИИЖелезобетоном, Донецким и Уральским промстройниипроектами и другими организациями.

Для повышения однородности свойств бетонных смесей, возможности их термоактивации, эффективного использования химических добавок, особенно воздухововлекающих, необходимо изменить существующую на большинстве предприятий конвейерную систему подачи смеси на посты формования. Наряду с созданием локальных бетоносмесительных узлов основное применение, особенно на реконструируемых заводах, должны получить смесители вторичного перемешивания и переход на транспортирование смеси бетонораздатчиками.

В настоящее время трудоемкость арматурных работ составляет 25—30% общей трудоемкости производства железобетонных конструкций. Вопросы максимальной индустриализации этих работ можно решить лишь при переходе на принципиально новые конструкции и технологию изготовления, обеспечивающие полную автоматизацию работ.

Примером такой технологии является автоматическая линия ДМ-2 для заготовки и натяжения высокопрочной стержневой арматуры классов Ат-V и Ат-VI при изготовлении пустотных настилов на Ивано-Франковском заводе ЖБИиК. Опыт трехлетней эксплуатации показал, что экономия электроэнергии увеличивается втрое, а экономия стали — на 20—30%.

Максимальную индустриализацию железобетонных конструкций можно обеспечить путем создания сети территориальных высокотехнологичных арматурных заводов и цехов производительностью 20—60 тыс. т сеток и каркасов в год.

Для уменьшения трудоемкости арматурных работ важную роль играет взаимная компоновка цехов и постов укладки арматуры. Заслуживают внимания и распространения схемы, разработанные ВНИИЖелезобетоном и Гипрогражданпромстроем и примененные на строящемся заводе КПД в Свердловске.

Кардинальным решением вопросов, связанных с уменьшением трудоемкости арматурных работ, является переход на дисперсно-армированные конструкции. Однако эта технология, особенно при применении стекловолокна, требует использования специального смесительного и формовочного оборудования. Необходимы широкие комплексные исследования по выбору наиболее оптимальных дисперсно-армированных конструкций, обеспечивающих экономическую эффективность в сфере производства и применения.

При совершенствовании технологии существенным является процесс формирования изделий и конструкций. Для этой цели основным видом оборудования в настоящее время и на ближайшие годы остаются виброплощадки. При их создании используют диапазоны низких частот 10—25 Гц. Работы в этом направлении ведут НИИЖБ, ВНИИСтройдормаш, Гипростроммаш, КТБ Мосоргстройматериалы, Полтавский инженерно-строительный институт и другие организации. Создание новых и совершенствование существующих низкочастотных виброплощадок особенно необходимо при применении пластифицированных бетонных смесей с осадкой конуса 6—12 см, обеспечивающих повышение производительности линий на 20—30%.

Перспективными являются непрерывные процессы формирования с использованием подвижных виброорганов. В настоящее время этот вид оборудования будет производиться серийно, имеется положительный опыт работы таких устройств в Свердловске, Минске.

Существенное развитие должны получить новые методы изготовления железобетонных и бетонных труб. Наряду с совершенствованием виброгидропрессования для напорных труб (за счет использования пластификации бетонных смесей, эффективных виброплощадок) при производстве безнапорных и низконапорных труб вместо громоздкого и металлоемкого центрифугирования все большее распространение должно получить роликное прессование. Необходимо развивать и метод центробежного проката, являющийся наиболее универсальным для формирования напорных и безнапорных труб различного диаметра.

Совершенствование методов формова-

ния должно развиваться в тесной связи с повышением качества и степени заводской готовности конструкций. Здесь существенное внимание следует уделять созданию рациональных методов и устройств для заглаживания поверхности изделий, более широкому применению эффективных смазок, в частности, на основе разработанных ВНИИЖелезобетоном воскоподобных компонентов, позволяющих получать при горизонтальном формировании бесшовные нижние поверхности изделий.

Дальнейший прогресс в промышленности сборного железобетона связан с совершенствованием существующего и созданием нового энергосберегающего оборудования для тепловой обработки конструкций. ВНИИЖелезобетон, ВЗИСИ, НИИЖБ и другие организации выполнили широкий комплекс исследований по разработке энергосберегающих режимов тепловой обработки с учетом кинетики нарастания прочности бетона в изделиях при их нагреве и остывании.

Суть методов заключается в снижении температуры пропаривания и твердения бетона за счет аккумулированного тепла, что при принятом на большинстве заводов суточном обороте форм дает снижение расхода тепловой энергии в 1,5—2 раза. В настоящее время начато внедрение экономичных ямных пропарочных камер с улучшенной теплоизоляцией. Расход тепловой энергии в таких камерах составляет 120—180 кг пара на 1 м³ сборного железобетона, что в 1,5—2 раза меньше нормативного.

Дальнейшее развитие должен получить метод электроиндуктивного нагрева при производстве таких изделий, как трубы, опоры, а также применение высокотемпературных теплоносителей. При выборе метода тепловой обработки необходимо учитывать наличие того или иного вида энергоресурсов в каждом регионе страны с целью наиболее эффективного их использования. Так, в районах добычи газа эффективным является использование продуктов его сгорания; в районах с сухим и жарким климатом — тепловая обработка изделий, совмещающая традиционные методы с использованием солнечной энергии.

Одним из важнейших путей совершенствования производства сборного железобетона являются разработка автоматизированных систем управления технологическими процессами и широкое применение роботов-манипуляторов. Достаточно успешно ведутся работы по автоматизации процесса приготовления бетонных смесей и тепловлажностной обработки изделий. На ряде предприятий введены в эксплуатацию системы автоматизации процесса дозирования

компонентов, система контроля и управления тепловой обработкой. Их дальнейшее развитие должно идти по пути использования интегральных микросхем, микропроцессоров. Над этими проблемами работают ВНИИЖелезобетон, ВНИИСтройдормаш, одесский филиал института Оргэнергострой и другие организации.

В настоящее время широко внедряются методы и технические средства неразрушающего контроля качества бетона и железобетона. Основным направлением дальнейших исследований является использование неразрушающих испытаний как составной части автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП), а в конечном счете — и системы управления качеством производства железобетонных изделий.

Создание системы управления всеми процессами производства сборного железобетона ставит задачу разработки и применения высокоэффективных манипуляторов (промышленных роботов) для механизации и автоматизации трудоемких технологических процессов (в частности, арматурных работ, сборки и разборки форм, установки закладных и съемных деталей и др.).

В создании и внедрении более совершенных технологических процессов и оборудования важное значение имеют организация и координация научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

Головной организацией в области заводской технологии производства сборного железобетона является ВНПО Союзжелезобетон, однако в настоящее время эту функцию оно выполняет в недостаточном объеме. Госстрою СССР необходимо рассмотреть вопросы сосредоточения в ВНПО Союзжелезобетон разработки и осуществления технической политики в области заводской технологии сборного железобетона — планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проектирования и испытания экспериментального технологического оборудования, опытного внедрения новой техники и технологии, выпуска нормативно-инструктивных документов и т. д.

Совместные усилия научных и инженерно-технических работников по решению ключевых задач совершенствования технологии производства сборного железобетона будут способствовать внедрению эффективных технологических процессов и оборудования, что позволит в 1,2—1,3 раза увеличить производительность и в 1,3—1,5 раза снизить энергозатраты в промышленности сборного железобетона.

Экономика производства и применения бетонных и железобетонных конструкций

Развитие производства и применения сборного железобетона является основой научно-технического прогресса в области конструктивных материалов и проектных решений в строительстве.

Использование в индустриальном строительстве 122 млн. м³ сборного железобетона эквивалентно суммарному высвобождению 5 млн. т стальных конструкций, 70 млн. м³ лесоматериалов, 31 млрд. шт. усл. кирпича, 1,5 млн. т стальных и чугунных труб, 10 млн. шт. шпал и 32 млн. м³ монолитного железобетона.

За последние годы производство сборного железобетона увеличилось пропорционально росту объемов строительно-монтажных работ и достигло 122,2 млн. м³ в 1980 г. против 114,2 млн. м³ в 1975 г. При этом удельный расход сборного железобетона на 1 млн. р. строительно-монтажных работ составил соответственно 1400 и 1435 м³. Учитывая некоторое снижение за этот период темпов роста ввода площадей в натуральном измерении, следует считать, что промышленность сборного железобетона в целом обеспечивает потребности строительства в этом основном материале для несущих и ограждающих конструкций.

Применение монолитного бетона и железобетона в этот же период несколько снизилось — с 111 млн. м³ в 1975 г. до 105 млн. м³ в 1980 г. Это вызвано объективными условиями, связанными с изменениями в структуре строительно-монтажных работ и совершенствованием проектных и конструктивных решений с использованием монолитного бетона и железобетона.

Однако сама структура бетонных и железобетонных конструкций за счет развития производства их прогрессивных видов совершенствуется крайне медленно. В частности, недостаточно развивается производство легких и ячеистых бетонов (18 млн. м³ в 1975 г., 22,5 млн. м³ в 1980 г.). Хуже обстоит дело с преднапряженными конструкциями, выпуск которых практически остался на уровне 1975 г. (27,2 млн. м³), а также с конструкциями из высокопрочных бетонов с эффективными сечениями и пустотами, бетонными и железобетонными трубами и т. п.

Недостатки в технической политике развития отрасли снижают возможность использования значительных резервов, имеющихся в производстве и применении бетона и железобетона, снижении сметной стоимости строительства, его материалоемкости и трудоемкости.

В XI пятилетке предусматривается увеличение производства сборного железобетона до 128—133 млн. м³ и монолитного бетона и железобетона — до 108 млн. м³ при заметном повышении доли производства легких и ячеистых бетонов (до 28—30 млн. м³) и преднапряженных конструкций (до 33—35 млн. м³). Это потребует дополнительных усилий по совершенствованию работы отрасли, повышению интенсивности производства и рациональному использованию капитальных вложений.

Рост основных фондов в промышленности сборного железобетона сопровождается снижением использования среднегодовой мощности с 90,3% в 1975 г. до 81% в 1980 г. и сокращением средней выработки, которая в 1980 г. составила 168,2 м³ в расчете на одного работающего. По отношению к 1975 г. фондовооруженность в 1980 г. возросла почти на 27%, механовооруженность — на 24%, электровооруженность — на 10%. При указанных условиях фондоотдача снизилась с 1 р. до 0,74 р. Эти средние цифры характеризуют результаты экономической деятельности отдельных предприятий, которые зачастую различаются в 1,5—2 раза.

Таким образом можно сделать вывод о еще имеющих место недостатках в планировании и управлении отраслью как в целом по стране, так и в отдельных министерствах и ведомствах. В частности, если в системе Минтяжстроя СССР средняя выработка на одного рабочего составляет около 185 м³, то в Минпромстрое СССР она не превышает 170 м³, а в Минтрансстрое, предприятия которого имеют достаточно высокую степень специализации, этот показатель не превышает 158 м³. Недостаточное внимание уделялось также совершенствованию структуры основных фондов в промышленности сборного железобетона, удельный вес оборудования в стои-

мости основных фондов снизился с 26,4% в 1975 г. до 24,1% в 1980 г. Себестоимость 1 м³ железобетонных конструкций также возросла за этот период.

Ухудшение этих показателей неразрывно связано со снижением фондоотдачи, опережающим ростом заработной платы по сравнению с ростом производительности труда, а также некоторым увеличением материалоемкости 1 м³ сборного железобетона. Например, удельный расход цемента за рассматриваемый период повысился с 0,407 до 0,411 т.

На повышение себестоимости оказал влияние рост цен на оборудование, цемент и другие материалы. Введение новых оптовых цен на сборные железобетонные конструкции должно снять влияние этого фактора и повысить экономические показатели работы отрасли.

Следует признать, что некоторое улучшение потребительских качеств конструкций в какой-то мере оправдывает повышение стоимости 1 м³ сборного железобетона. Однако этот фактор не может служить оправданием заметного снижения экономических показателей в деятельности целого ряда предприятий.

Бетон и железобетон является основой индустриального строительства, что предъявляет высокие требования к дальнейшему повышению эффективности их применения в конструкциях, особенно с учетом предъявляемых требований к снижению материалоемкости и трудоемкости продукции. Основными направлениями научно-технического прогресса в области железобетонных конструкций являются: дальнейшее повышение степени их заводской готовности, укрупнение размеров отдельных элементов несущих и ограждающих конструкций, унификация изделий и конструкций с учетом эксплуатационных нагрузок, переход на выпуск конструкций с эффективными сечениями, в том числе с использованием высокопрочных бетонов и арматурных сталей, расширение производства тонкостенных пространственных конструкций, рациональное использование монолитного бетона на основе современной технологии его изготовления.

Комплексная экономическая оценка перечисленных мероприятий в объемах,

намечаемых к реализации на конец текущего пятилетия, показывает, что это даст возможность сократить трудозатраты возведения зданий с использованием железобетонных и бетонных конструкций не менее чем на 10% и условно высвободить около 180 тыс. работников, а также снизить массу зданий и сооружений не менее чем на 80 млн. т.

Большим резервом дальнейшего повышения эффективности полносборного домостроения является комплексная поставка железобетонных конструкций, в обеспечении которой должны принять участие не только предприятия-изготовители, но и органы материально-технического снабжения, а также управления технологической комплектации строительных объединений и трестов.

Перспективно использование монолитного железобетона, в частности, при сооружении массивных или сложных по форме конструкций производственных зданий, объектов в южных и сейсмических районах страны, зданий или комплексов, возводимых с учетом специальных архитектурных требований. При этом важным условием повышения экономической эффективности индустриального выполнения монолитных работ является создание специальных подрядных организаций или комбинатов. Опыт показал, что переход от эпизодического возведения жилых зданий в скользящей опалубке к выполнению их силами специализированных организаций позволяет снизить суммарные затраты труда в расчете на 1 м² площади с 52 до 28—30 чел.-ч, в том числе на строительной площадке с 44 до 24—26 чел.-ч, т. е. до уровня, характеризующего строительство из сборного железобетона.

Ведомственная разобщенность промышленности сборного железобетона создает существенные трудности в планировании производства на народнохозяйственном уровне, поскольку при этом учитываются в основном потребности отдельных министерств и ведомств. Межведомственная кооперация практически отсутствует, что приводит к недоиспользованию мощностей и созданию маломощных предприятий и цехов. Для преодоления межведомственных барьеров необходимо разрабатывать и утверждать сводные балансы мощностей, а также производство и распределение основной номенклатуры железобетонных изделий как в территориальном, так и в ведомственном разрезах. Разработку этих балансов следует возложить на Советы Министров союзных республик и заинтересованные министерства и ведомства СССР, а их обобщение и утверждение — на Госплан СССР и Госнаб СССР.

К недостаткам планирования относят-

ся также неудовлетворительная структура воспроизводства мощностей предприятий сборного железобетона, поскольку в основном их прирост осуществляется за счет нового строительства (59,9% в 1980 г.).

Большое значение для улучшения показателей производства сборного железобетона имеет специализация предприятий. Экономические расчеты по ряду предприятий, имеющих примерно одинаковый объем производства (от 150 до 200 тыс. м³ в год), показали, что на специализированных заводах выработка на одного рабочего повышается на 27%, фондоотдача — на 50%, а себестоимость продукции снижается на 5—10%. Естественно, что успешная специализация в отрасли может быть осуществлена только при высоком организационном уровне кооперирования в отраслевом и межотраслевом разрезе.

Повышение экономической эффективности производства и применения сборного железобетона, снижение его материалоемкости и улучшение качественных показателей в значительной мере зависит от работы смежных отраслей народного хозяйства, поставляющих исходное сырье, материалы и полуфабрикаты.

Несоответствие качества и структуры применяемых цементов требованиям современной технологии бетонов и растворов вызывает его нерациональное использование и перерасход на единицу изделия. Недостаточен выпуск портландцемента марок 500 и 600, быстротвердеющего напрягающего, чисто клинкерного цемента, медленно внедряются в производство цементы, не требующие тепловой обработки. Крайне мал выпуск низкомарочных (кладочных) цементов для приготовления растворов, что принуждает расходовать на эти цели портландцемент высоких марок. Примерно на 500 млн. м³ использованных в 1980 г. в производстве бетонов и растворов нерудных строительных материалов мытые естественные заполнители не превышали 150 млн. м³, а поставка обогащенных и фракционированных песков составляла лишь 4—5% общего объема. Увеличение объема поставки мытых и фракционированных заполнителей в полном соответствии с их потребностью позволит сократить расход цемента не менее чем на 2 млн. т ежегодно.

Повышению эффективности применения цемента способствует использование модифицированных комплексных добавок в бетоны и растворы (пластификаторов, ускорителей твердения и др.).

Организация производства суперпластификатора С-3 в объеме 100 тыс. т, а также других модифицированных добавок общим объемом до 320 тыс. т и

их научно обоснованное применение в отрасли позволит сэкономить не менее 3 млн. т цемента.

Планируемое расширение объемов применения высокопрочных арматурных сталей даст возможность к концу пятилетки сократить расход металла на 260 тыс. т.

Для повышения эффективности сборного железобетона серьезной народнохозяйственной проблемой является сокращение его встречных и дальних перевозок. Несмотря на ряд конкретных предложений по этому важнейшему вопросу, подготовленных НИИЭС, за последнее время средняя дальность перевозок продолжала возрастать и составила в 1981 г. 830 км против 594 км в 1975 г. Это обстоятельство увеличило грузооборот железнодорожного транспорта почти на 18 млрд. т/км.

Необходимо, чтобы министерства и ведомства страны совместно с госпланами союзных республик ежегодно составляли схемы направлений грузопотоков железобетонных изделий и конструкций с учетом предельной дальности перевозок железобетонных конструкций массового применения не более 800 км. По расчетам НИИЭС рационализация схемы перевозок сборного железобетона по железной дороге позволит сократить ежегодный их объем на 17—20 млн. т, или на 20% по сравнению с уровнем 1981 г.

Большое значение для вскрытия резервов интенсификации производства сборного железобетона имеют планирование и оценка хозяйственной деятельности предприятий по показателю нормативной чистой продукции (НЧП). Опыт предприятий, переведенных на эту новую форму планирования, показал, что при этом удается более точно измерить производительность труда, обеспечить значительное снижение материалоемкости и себестоимости продукции, повысить эффективность производства, более объективно оценить результаты деятельности предприятий и объединений. Нормативы НЧП представлены в составе нового Прейскуранта оптовых цен на железобетонные изделия № 06-08.

Следует обратить внимание на недостатки в использовании материальных ресурсов, потери материалов при производстве, транспортировании, хранении изделий, а также на нарушения существующих норм расхода и отпуска материалов сторонним организациям. Система экономических и административных мер должна устранить бесхозяйственное отношение к материальным ценностям, стимулировать всех участников производственного процесса на экономию материальных ресурсов, максимальное использование отходов производства.

Лидер соревнования

В социалистическом соревновании промышленных предприятий ДСК-1 Главмостроя, посвященном 60-летию образования Союза ССР, первое место присуждено Краснопресненскому заводу ЖБК.

Этот завод специализируется на выпуске наружных стеновых панелей, панелей кровли, объемных элементов лифтовых кабин и объемных машинных отделений лифтов. Наружные стеновые панели выпускаются облицованными крупноразмерной глазурованной керамической плиткой различных цветов. Завод оснащен поточно-конвейерными линиями с полной механизацией всех производственных процессов как в основных цехах, так и на складе сырья, готовой продукции и во вспомогательных цехах.

Производство наружных стеновых панелей организовано на нескольких конвейерных линиях, состоящих из перемещающихся по рельсам форм-вагонеток. Процесс изготовления изделий заключается в ряде последовательных операций: чистка и смазка форм, укладка облицовки, термовкладышей, арматуры и бетона с последующим виброуплотнением. На отделочном конвейере устанавливаются оконные блоки, оконные сливы, осуществляется окончательная доводка изделий, после чего они поступают на склад готовой продукции.

Уже многие годы коллектив Краснопресненского завода ЖБК завоевывает призовые места по итогам социалистического соревнования среди подразделений ДСК-1. Этому во многом способствует хорошо продуманная система мероприятий, направленных на повышение технико-экономических показателей, улучшение эффективности и качества работы. Так, в результате самоотверженного труда коллектива в 1982 г. выпущено нормативной чистой продукции на сумму более 6700 тыс. р. вместо запланированной 6406 тыс. р. Выработка продукции на одного работника составила 3588 р. (по плану 3468 р.) по показателю, принятому для планирования производительности труда.

Большинство бригад и участков завода в свое время активно поддержали

почин бригады А. Д. Басова «Работать высокопроизводительно, без травм и аварий». В результате проделанной работы на заводе снизился производственный травматизм.

Особое значение на заводе придается дальнейшему совершенствованию и развитию социалистического соревнования как одному из важнейших рычагов повышения эффективности строительного производства на основе достижений научно-технического прогресса.

Изучение и обобщение опыта передовых бригад и звеньев — победителей в соревновании — убедительно показывает, что секрет успехов заключается прежде всего в постоянном, активном поиске и внедрении прогрессивных методов организации труда, передовых технологических и конструктивно-технологических решений. На заводе используются все имеющиеся резервы для реализации планов и обязательств. Обеспечение более производительной работы неразрывно связано с уровнем деятельности руководителей первичных звеньев производства — бригадиров. Для того чтобы поднять их роль в организации социалистического соревнования, активизировать постоянный поиск новых, менее трудоемких приемов выполнения технологических процессов и рациональных методов организации труда, на заводе организована их постоянная учеба, систематически проводятся советы бригадиров.

Коллектив завода успешно завершил трудовую вахту в честь юбилея Союза ССР. Годовой план выполнен по всем технико-экономическим показателям. Сверх годового плана выпущено около 1000 м³ деталей для жилых домов повышенной этажности серий П-44/16 и П-43/16. Для нефтяников Нижневартовска изготовлено и отгружено деталей полной заводской готовности около 60 тыс. м².

Благодаря улучшению качества выпускаемой продукции, внедрению новой техники и средств механизации тяжелых работ, улучшению организационно-технической и воспитательной работы перевыполнено плановое задание по росту производительности труда. Сэкономлено более 1000 т цемента, 100 т металла, 300 тыс. кВт·ч электроэнергии. Оперативно проведена реконструкция, внедрено в производство более 140 рационализаторских предложений с экономическим эффектом 80 тыс. р.

Досрочно выполнили свои годовые задания шесть бригад. Среди наиболее отличившихся передовые бригады формовочного цеха № 1, руководимые А. Г. Твердым, А. И. Михайловым, А. И. Самочадиным, В. Ф. Шишковым и Е. В.

Графовым; формовочного цеха № 2, руководимая Р. А. Гамбаровым; комсомольско-молодежная бригада формовочного цеха № 3 В. П. Блохина. По итогам ударной вахты лучшим среди поточных участков ДСК-1 признан формовочный цех № 2 (нач. Н. Т. Грищенко).

На заводе массовым явлением стало совмещение профессий. Этому в некоторой степени способствовала действенная система материального стимулирования. Двумя, тремя и более профессиями владеют на заводе около половины труженников. Так, машинист конвейера Е. В. Графов является также арматурщиком, отделочница железобетонных изделий М. А. Ибрагимова — штукатуром, электромонтер М. Ф. Манекин — слесарем. И многие другие передовики производства успешно совмещают профессии.

Рост профессионально-технического и общеобразовательного уровня на заводе рассматривают как важнейшее условие повышения производительности труда. Здесь осуществляется план подбора, расстановки и учебы кадров. Каждое организационно-техническое мероприятие, каждое общественное начинание партийная организация завода подкрепляет идеологическими мерами с целью создать необходимый творческий настрой. Выработано немало действенных средств и форм коллективного воздействия на повышение сознательности людей и укрепление дисциплины. Среди них — рабочие собрания, постоянно действующие производственные совещания, советы бригадиров.

Каждый труженник завода ощущает заботу об условиях труда и культуры производства. В этом отношении уже много сделано: приведена к норме освещенность, снижены шум, вибрация и запыленность. Улучшению настроения людей, созданию хорошего микроклимата в коллективе служит забота о быте и отдыхе работников завода. Законную гордость заводчан вызывает образцовая столовая, для устройства которой администрация и партийная организация завода приложили немало усилий.

Проведенные организационно-технические мероприятия позволили повысить интенсификацию производства, полностью использовать мощности оборудования. Это говорит о многом, и прежде всего о том, что коллектив завода трудится ритмично каждый день, каждую смену, так как срыв на одном участке невозможно покрыть увеличением выработки в последующие дни — не позволяет пропускная способность технологического оборудования.

Состояние трудовой и производствен-

ной дисциплины — один из главных показателей социалистического соревнования. Коллективы цехов, бригад и участков, где есть случаи нарушения, лишаются права претендовать на присуждение призового места.

Самым напряженным периодом в дни ударной трудовой вахты 1982 г. стал IV квартал. Труженики завода приложили максимум усилий для выполнения и перевыполнения плановых заданий и социалистических обязательств.

Лучший коллектив завода — формовочный цех № 2 плановое задание IV квартала по нормативной чистой продукции выполнил на 105,9%, по товарной продукции — на 108,5%. Выпуск железобетонных изделий составил более 15 тыс. м³, что на 10,8% больше планового показателя. Лучшими по профессии здесь названы штукатур А. И. Безбородова и формовщик К. Б. Искандеров. По итогам социалистического соревнования коллективу этого цеха вручено переходящее Красное знамя завода.

В формовочном цехе № 1 план по нормативной чистой продукции выполнен на 102,6%, по товарной продукции на 102,4%, выпущено железобетонных изделий более 42 тыс. м³. Лучшими по профессии здесь стали машинист конвейера Е. В. Графов, отделочницы железобетонных изделий М. А. Ибрагимова и К. П. Козлова, отделочник по ремонту изделий А. М. Мошков.

План по нормативной чистой продукции в формовочном цехе № 3 выполнен на 103%, по товарной продукции — на 103,3%, выпущено железобетонных изделий около 16 тыс. м³. Лучшая бригада цеха — комсомольско-молодежная, возглавляемая В. П. Блохиным. Первое место в соревновании завоевал также арматурный цех, где выполнение плана по нормативной чистой продукции составило 106,2%, изготовлено более 1,8 тыс. т каркасов (104,2%).

Бетоносмесительный цех выпустил в IV квартале конструктивного бетона и раствора более 40 тыс. м³ и перевыполнил план на 2,5%. Одна лишь смена № 1 (бригадир В. В. Мирошниченко, мастер К. М. Андреев) выдала за указанный период более 14 тыс. м³ бетона и раствора, что на 9,5% больше планового задания.

Успешному выполнению плановых заданий во многом способствовали принятые каждым рабочим в начале 1982 г. индивидуальные обязательства. Так, оператор бетоносмесительного цеха В. И. Кириченко эти обязательства выполнила на 108% при росте производительности труда 104,4%.

При подведении итогов социалистиче-

ского соревнования за каждый квартал учитываются такие важные показатели, как состояние оборудования и инструмента, участие в общественной жизни коллектива, число поданных и внедренных рационализаторских предложений. Именно рационализаторской работе на заводе уделяется большое внимание. Одним из лучших рационализаторов можно назвать директора завода И. Д. Уздина. Так, при отправке железобетонных конструкций на строительство жилья для БАМа им внесен ряд предложений, позволивших улучшить качество домов серии П-49, их внешний вид. По его предложению были улучшены армирование деталей с гибкими связями, теплоизоляция наружных стеновых панелей. Следует отметить, что в конце 1982 г. директору завода И. Д. Уздину было присвоено почетное звание «Заслуженный строитель РСФСР».

Включившись в социалистическое соревнование третьего года одиннадцатой пятилетки, труженики Краснопресненского завода ЖБК приняли высокие обязательства. На основе совершенствования технологических процессов и улучшения организации производства намечено досрочно выполнить годовой план по нормативной чистой продукции на сумму 6709 тыс. р.

Поддерживая патриотическое движение трудящихся столицы по дальнейшему укреплению трудовой и производственной дисциплины, заводчане обязуются за счет ликвидации прогулов, опозданий, уменьшения внутрисменных простоев сократить потери рабочего времени и этим высвободить до 20 человек.

Намечается повысить производительность труда, выпустить деталей домов серий П-44/16 и П-43/16 на 1000 м³ сверх годового плана, изготовить и отгрузить в отремонтированные собственными силами железнодорожные вагоны детали домостроения для Нижневартовска на 70 тыс. м² общей жилой площади.

На основе дальнейшего совершенствования технологии изготовления железобетонных изделий, упорядочения расходов, складирования и хранения материалов сэкономят 1100 т цемента, 110 т металла, 405 тыс. кВт·ч электроэнергии, 215 т усл. топлива.

Предстоит внедрить в производство не менее 150 рационализаторских предложений с годовым экономическим эффектом 80 тыс. р.

Коллектив завода — коллектив высокой культуры производства — еще больше поднял накал социалистического соревнования за досрочное выполнение и перевыполнение плановых заданий и

социалистических обязательств, улучшение эффективности и качества работы в свете принятого Центральным Комитетом КПСС постановления «О мерах по обеспечению выполнения планов строительства жилых домов и социально-бытовых объектов».

В настоящее время партийная организация завода усилила контроль за выполнением всех технико-экономических показателей. Одной из самых актуальных задач на современном этапе признано всемерное улучшение качества выпускаемой продукции. В этом направлении партийная организация предпринимает действенные меры. Так, несмотря на перебои в снабжении цементом завод успешно справляется с поставкой железобетонных изделий на стройки, заметно улучшилось их качество.

В последнее время на заводе еще больше активизировалась массово-политическая работа среди коллективов. Стал шире использоваться и повсеместно распространяться опыт новаторов.

В указанном постановлении ЦК КПСС отмечается, что серьезную обеспокоенность вызывает низкое качество строительных и отделочных работ. В связи с этим на заводе проведены мероприятия, направленные на незамедлительное улучшение облицовки стеновых панелей, внешнего вида всех выпускаемых изделий.

В результате мер, предпринятых партийной организацией и комитетом народного контроля, значительно лучше стали работать группы и посты народного контроля, систематически проводящие рейды, проверки, смотря экономии.

В указанном постановлении ЦК КПСС поставлена задача по разработке и осуществлению в 1983—1985 гг. конкретных мер по снижению стоимости жилищно-гражданского строительства, повышению уровня его индустриализации, обеспечению экономии материальных и трудовых затрат, по ускорению перевода строительства жилья на прогрессивные серии домов. Для реализации этой задачи в настоящее время на заводе осуществляется ряд мероприятий, которые позволят улучшить технологию изготовления деталей и существенно повысить экономию строительных материалов.

Высокий энтузиазм рабочих, инженерно-технических работников и служащих Краснопресненского завода ЖБК ДСК-1 — залог успешного выполнения социалистических обязательств 1983 г., задач, поставленных партией в области строительства жилых домов и социально-бытовых объектов.

В. П. САВЕНКОВ, инж.

В. В. ГАБРУСЕНКО, Л. Д. ГРИШАНОВ, инженеры (Новосибирский филиал СКТБ Стройиндустрия); В. А. ЯКУШИН, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Двускатные решетчатые балки с уменьшенным армированием поясов

Испытания типовых двускатных решетчатых балок серии 1.462-3 выявили несоответствие метода расчета их прочности как статически неопределимых стержневых систем действительной работе конструкций на стадии разрушения. Даже с учетом пластических шарниров в поясах несущая способность балок и расход материалов избыточны. Особенно большое расхождение с теоретическими данными отмечено у балок с напрягаемой стержневой арматурой, расход которой определялся расчетом по первому предельному состоянию.

Исследованиями [1, 2] установлено, что местные изгибающие моменты перераспределяются в поясах перед разрушением не с одного сечения на другое, как считалось ранее, а с нижнего пояса на верхний. Анализ экспериментальных данных, выполненный в Новосибирском филиале СКТБ Стройиндустрия и НИИЖБ, показал, что решетчатые балки можно рассматривать как конструкции сплошного сечения, ослабленные отверстиями. Высота сжатой зоны в них зависит от предельного усилия в растянутой арматуре и, естественно, не может быть больше высоты сечения верхнего пояса.

Использование этого метода при переработке чертежей типовых балок с арматурой класса А-IIIв в совокупности с несимметричным армированием поясов позволило снизить расход напрягаемой арматуры на 13—26%, а общий расход стали — на 10—16% (табл. 1). Несмотря на уменьшение усилия обжатия, ширина раскрытия трещин по расчету не превысила допустимые значения. В балках пролетом 12 м напрягаемую арматуру удалось разместить не в трех, а в двух рядах по высоте, что позволяет уменьшить и высоту сечения нижнего пояса, тем более, что степень обжатия бетона во всех случаях была не более 45% передаточной прочности. Таким же образом можно разместить стержни и в балках пролетом 18 м, увеличив их максимальный диаметр с 28 до 32 мм.

Таблица 1

Марки балок	Экономия стали*
1БДР12-1	36,2/14,1
1БДР12-2	26,0/9,6
1БДР12-3	50,8/15,7
1БДР12-4	53,9/15,5
2БДР12-4	53,4/14,6
2БДР12-5	62,3/15,5
2БДР12-6	74,4/16,3
2БДР12-7	76,7/15,2
1БДР18-1	82,0/13,9
1БДР18-2	82,0/12,1
2БДР18-2	71,0/10,0
2БДР18-3	77,0/9,6
3БДР18-4	121,0/13,0
3БДР18-5	121,0/11,6
3БДР18-6	161,0/13,4

* Перед чертой — в кг, после черты — в %.

Опытные образцы балок 2БДР12-5АIIIв и 3БДР18-4АIIIв с уменьшенным армированием поясов (рис. 1) были изготовлены в силовой камере с электротермическим натяжением арматуры на Тамбовском заводе ЖБИ. Образцы испытывали в рабочем положении по схемам, принятым в типовых чертежах. Сосредоточенную нагрузку создавали с помощью гидродомкратов и прикладывали к узлам верхнего пояса с шагом 3 м.

Испытания подтвердили достаточную трещиностойкость и жесткость конструкций: ширина раскрытия в нижних поясах во всех случаях не превышала 0,1 мм, а прогибы в середине пролета при действии контрольных нагрузок в балках пролетом 12 м составили не более 15,9 мм (контрольный — 21 мм), в балках пролетом 18 м — не более 34 мм (контрольный — 51 мм).

Разрушение образцов произошло в предполагаемых сечениях (рис. 2) и

сопровождалось появлением трещин в нижнем поясе с шириной раскрытия более 1 мм, большими прогибами и в некоторых случаях с образованием трещин на нижней грани верхнего пояса. Последнее обстоятельство свидетельствует о не полностью сжатом сечении верхнего пояса на стадии разрушения, что соответствует работе обычных изгибаемых элементов. Сопоставление опытных и теоретических данных (табл. 2) показало приемлемость принятого метода расчета, хотя он и несколько приблизительно оценивает прочность конструкций. При подсчете теоретической несущей способности напряжения в растянутой арматуре были приняты

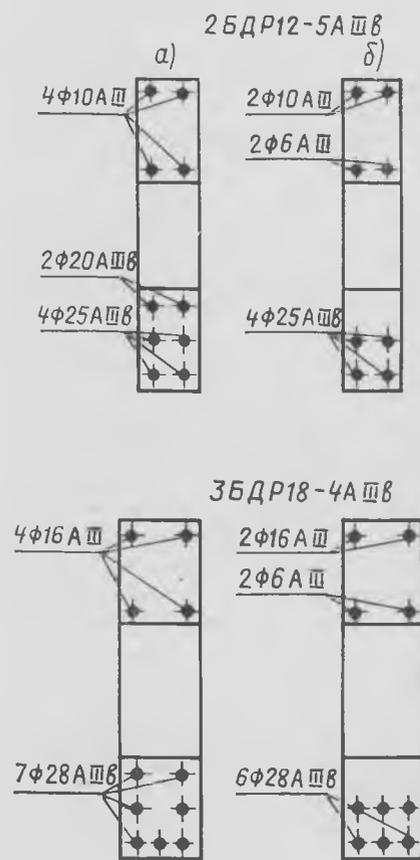


Рис. 1. Схемы армирования поясов а — по типовым чертежам; б — опытных образцов

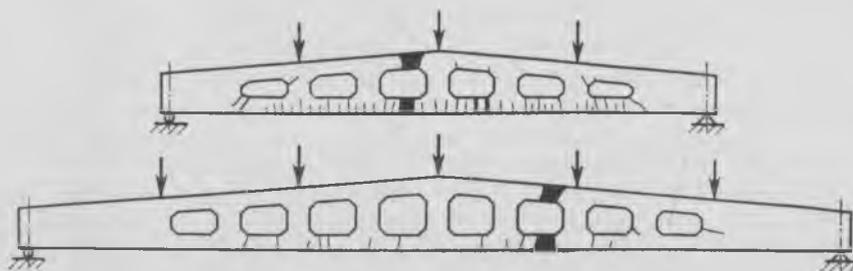


Рис. 2. Схемы разрушения балок

Показатель	Образцы пролетом 12 м		Образцы пролетом 18 м	
	1	2	1	2
$M_{разр}^{оп}$, тс·м	130,50	138,00	262,70	270,70
$\frac{M_{разр}^{теор}}{M_{разр}^{теор}} \times 100\%$	7,10	13,10	7,10	7,90
$C = \frac{M_{разр}^{оп}}{M_{расч}}$	1,42	1,51	1,38	1,42

Примечание: $M_{разр}^{оп}$ — изгибающий момент в опасном сечении при разрушении; $M_{разр}^{теор}$ — то же, определенный расчетом; $M_{расч}$ — то же, от расчетной нагрузки.

равными условному пределу текучести. В действительности же они существенно выше [3], поэтому фактическое отношение опытных значений к теоретическим близко к единице.

Производство решетчатых балок с уменьшенным армированием поясов на Тамбовском заводе ЖБИ позволяет экономить в среднем 25 кг арматурной стали и около 4 р. на 1 м³ изделий. Большой эффект можно получить при повышении расчетного сопротивления стали.

Уменьшение армирования поясов является одним из путей снижения материалоемкости балок. При дальнейшем совершенствовании конструкций можно также уменьшить высоту сечения нижнего пояса, если позволяют условия размещения напрягаемой арматуры, что снизит расход бетона на 4—7,5%, а также высоту сечения верхнего пояса, если по условиям расчета высота сжатой зоны оказывается небольшой (например, в балках пролетом 12 м высоту сечения можно уменьшить с 36 до 30 см, что сэкономит 3,7% бетона).

Выводы

Расчет двускатных решетчатых балок по прочности как конструкций сплошного сечения, ослабленных отверстиями, в сочетании с несимметричным армированием поясов позволяет на 10—16% снизить общий расход стали в изделиях и в дальнейшем уменьшить размеры сечений поясов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клевцов В. А. Расчет преднапряженных железобетонных ферм методом предельного равновесия. — Бетон и железобетон, 1974, № 4.
2. Марьянов Б. Я. К вопросу перераспределения усилий в поясах железобетонных решетчатых балок. Труды НИИПромстроя. Вып. 22, Уфа, 1977.
3. Нелепов А. Р., Селиванов В. А., Мартемьянов В. С. и др. Снижение металлоемкости решетчатых железобетонных балок. — Бетон и железобетон, 1980, № 2.

Конструкции

УДК 624.078

В. А. КАМЕЙКО, А. В. ГРАНОВСКИЙ, кандидаты техн. наук (ЦНИИСК);
В. Д. АГРАНОВСКИЙ, инж.;
В. И. ЛИШАК, канд. техн. наук (ЦНИИЭП жилища)

Повышение прочности платформенных стыков

Рост уровня нагружения несущих элементов крупнопанельных жилых зданий, связанных с увеличением их этажности (16—22 этажа) и конструктивно-планировочной ячейки помещений, предъявляет повышенные требования к прочности платформенных стыков плит перекрытий с панелями стен. Широкое применение в строительстве жилых зданий многопустотных плит перекрытий сдерживается их низкой прочностью на сжатие в зоне опирания на несущие стены.

Одним из основных конструктивных мероприятий, повышающих прочность опорных зон многопустотных плит перекрытий, является заделка пустот бетонными пробками. Однако этот метод усложняет технологию их изготовления и, соответственно, снижает производительность труда.

В ЦНИИЭП жилища разработана конструкция многопустотных плит перекрытий с уменьшенными, по сравнению с применяемыми в настоящее время, диаметрами пустот и их числом в опорных зонах. Это позволило обеспечить нормативную звукоизоляцию перекрытий без увеличения толщины плиты, снизить расход арматуры и повысить прочность опорных зон плит перекрытий. При изготовлении плит перекрытий предложено не доводить пустоты через одну до опорной зоны*, заводя металлические

пустотообразователи с двух противоположных сторон плиты. При таком конструктивном решении опорное сечение многопустотной плиты имеет ту же прочность, что и сплошное бетонное сечение. Эти конструкции плит будут применены для строительства экспериментального жилого района в г. Горьком.

ЦНИИСК совместно с ЦНИИЭП жилища испытаны платформенные стыки. Изучали прочность стыков панелей стен с многопустотными плитами перекрытий с предложенной конструкцией опорных зон, влияние изменения пустотности опорных участков плит на несущую способность стыка, а также предложенную методику расчета стыков при платформенном опирании многопустотных плит перекрытий на несущие стены. Экспериментальные образцы фрагментов платформенных стыков (рис. 1) собирали из элементов стеновых панелей размером 96×50×16 см и многопустотных плит перекрытий размером 96×40×22 см при диаметре отверстий в них 13,9 см. Были испытаны три серии стыков по 4—6 образцов-близнецов в каждой. Толщина горизонтальных растворяемых швов в образцах составляла 10—15 мм в нижнем и 15—25 мм в верхнем шве. Опорные участки плит на стены составляли 7—7,5 см. Образцы I серии монтировали на растворе марки М50, II — М150 и III серии — М50 и М150. В образцах I и II серий шаг отверстий в опорной зоне плит перекрытий составлял 23 см, в образцах стыков III серии — 46 см.

* А. с. № 248180. Ю. В. Барков. Панель перекрытия. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1969, № 23.



Рис. 1. Платформенный стык в прессе перед испытанием

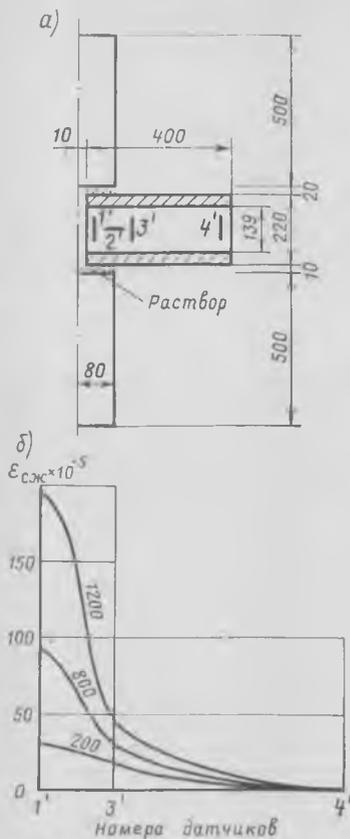


Рис. 2. Схема расположения тензодатчиков (а) и характер распределения деформаций (б) по длине ребер плит (на кривых приведены уровни нагружения стыка в кН)

Стыки испытывали на сжатие в прессе по общепринятой методике. Нагрузку подавали ступенями, равными 5—7%

разрушающей, с интервалом 6—8 мин. Деформации бетона стеновых панелей измеряли тензодатчиками с базой 50 мм. растворных швов — мессурами. Характер распределения деформаций бетона опорных участков плит оценивали тензодатчиками, установленными по опорным торцам и по длине внутренних ребер плит перекрытий. Для ограничения возможных горизонтальных перемещений плит перекрытий в процессе нагружения стыков использовали специальные фиксирующие устройства. Прочность элементов стыка определяли испытаниями бетонных кубов с размером ребра 15 см, прочность растворных швов — испытаниями кубов с размером ребра 7,07 см.

Большинство образцов платформенных стыков разрушилось в результате среза бетона ребер в опорных зонах плит перекрытий. Наличие пустот в плитах приводит к неравномерному распределению усилий по длине стыка и появлению пиков деформаций (напряжений) в бетоне стен в местах, расположенных над ребрами плит. На рис. 2 показаны изменения деформаций бетона, измеренных на различных этапах нагружения стыка тензодатчиками, установленными по длине ребер плиты. Распределение деформаций по длине ребра позволяет судить о распределении усилий в зоне опирания плит на несущие стены. При этом длина наиболее напряженного участка плиты перекрытия составляет 10—15 см от торца ее опорной части. При увеличении прочности раствора шва с 5 МПа (образцы I серии) до 15 МПа (образцы II серии) при шаге отверстий 23 см несущая способность опорного узла повышается в среднем на 30% (см. таблицу). Наиболее существенно (до 70%) повышается прочность платформенных стыков при использовании многопустотных плит перекрытий с шагом отверстий 46 см вместо 23 см.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что зависимость несущей способности опорных узлов при плат-

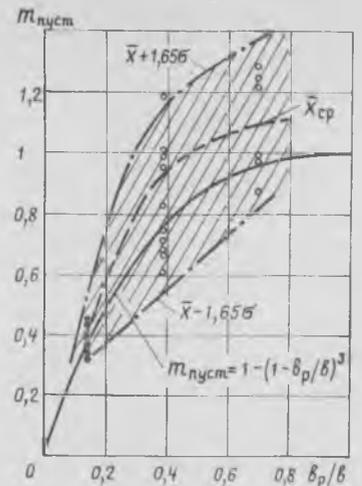


Рис. 3. Изменение $m_{пуст}$ от соотношения b_p/b
● — данные испытаний ЦНИИСК 1972 г.; ○ — данные испытаний авторов

форменном опирании многопустотных плит на несущие стены от коэффициента пустотности плит имеет нелинейный характер и выражается формулой

$$m_{пуст} = 1 - (1 - b_p/b)^3,$$

где b — ширина плиты перекрытия; b_p — суммарная толщина бетонных ребер по ширине перекрытия.

Эта формула включена в проект норм ВСН 32-80 при расчете прочности платформенных стыков несущих панелей стен с многопустотными плитами перекрытий.

На рис. 3 нанесены опытные значения коэффициента пустотности $m_{пуст}$ для различных соотношений b_p/b , доверительный интервал этих значений для доверительной вероятности 0,9 ($\pm 1,65\sigma$) и теоретическая кривая, предложенная для использования в ВСН 32-80 при оценке влияния пустотности плит перекрытий на несущую способность стыка. Теоретическая кривая лежит в доверительном интервале экспериментальных значений, но ниже средних значений, т. е. расчетная формула дает несколько заниженный коэффициент $m_{пуст}$, что идет в запас расчетной прочности платформенного стыка. Сравнение $m_{пуст}^{оп}$, полученных при обработке результатов эксперимента, с расчетными $m_{пуст}^{р}$ приведено в таблице.

Выводы

Разработанное конструктивное решение опорных зон плит перекрытий толщиной 22 см с диаметром отверстий 139 мм и шагом пустот 23 см повышает прочность платформенных стыков на 30% по сравнению с применяемыми в строительной практике плитами перекрытий с диаметром отверстий 159 мм, а при увеличении шага пустот в опорной зоне вдвое — более чем в 2 раза. Предложенная зависимость для оценки коэффициента $m_{пуст}$, учитывающего снижение прочности стыка за счет применения многопустотных плит, можно рекомендовать для включения в нормы,

Тип стыка	Кубиковая прочность R, МПа		Опытная разрушающая нагрузка $N_{оп}$, кН	Опытный коэффициент снижения несущей способности стыка $m_{пуст}^{оп} = N_{оп} / R_{ст} F_{ст}$	Опытный коэффициент пустотности $m_{пуст}^{оп}$	$\frac{m_{пуст}^{оп}}{m_{пуст}^{р}}$
	бетона	раствора				
I	34,1/32,1	6,2	1500	0,389	0,687	0,888
	31,3/30,5	3,8	1300	0,366	0,825	1,066
	34,0/33,0	6,0	1550	0,404	1,194	1,543
	30,5/28,7	5,0	1200	0,347	1,002	1,295
	31,8/25,5	3,5	1300	0,361	0,765	0,984
	32,0/24,7	5,2	1200	0,331	0,607	0,784
II	30,9/29,6	15,5	1600	0,456	0,702	0,907
	31,0/38,9	15,0	2000	0,569	0,992	1,282
	32,0/27,9	15,0	1500	0,414	0,673	0,870
	30,1/29,5	13,0	1600	0,468	0,954	1,232
III	34,9/39,8	15,0	2500	0,635	0,872	0,897
	36,5/31,5	6,0	1800	0,438	0,994	1,023
	26,5/26,5	6,1	2000	0,723	1,244	1,280
	25,5/27,7	5,9	2200	0,720	0,982	1,010
	29,0/22,1	7,1	2330	0,857	1,283	1,320
	37,2/29,9	3,7	1940	0,486	1,215	1,250

Примечания: 1. $F_{ст}$ — площадь опорного сечения стеновой панели; $R_{ст}$ — призмная прочность бетона стены.

2. Расчетный коэффициент пустотности для стыков типа I и II равен 0,774; типа III — 0,972.

3. Перед чертой — для бетона стены; после черты — для бетона плиты.

А. С. ЖИВ, канд. техн. наук; С. В. ПАНКРАТОВ, инж.
(Владимирский политехнический ин-т);
Г. А. ШАШЕРИНА, инж. (трест Ивгорстрой)

Работа сборно-монолитного купола при монтажных и динамических нагрузках

В Иванове по типовому проекту ЦНИИЭП зрелищных зданий и спортивных сооружений завершено строительство цирка на 2000 зрителей (рис. 1). Центральная часть здания перекрыта сборно-монолитным железобетонным пологим куполом диаметром 43 860 мм. Купол имеет верхний вырез, равный диаметру арены 13 450 мм. Разрезка оболочка осуществлена по меридианам и параллелям, что позволило собирать купол из 96 элементов двух типоразмеров трапециевидальной формы.

Нижнее и верхнее опорные кольца сечением соответственно 800×400 и 600×450 мм выполнены в монолитном железобетоне. Сборные элементы купола запроектированы в виде цилиндрических панелей с ребрами в двух направлениях. Высота меридиональных ребер равна 200, кольцевых — 180 мм. Толщина полки всех элементов принята постоянной — 50 мм. Опорные кольца армировали ненапряженными стержнями диаметром от 20 до 28 мм из стали класса А-III, ребра сборных элементов — сварными каркасами из стержней диаметром 14 и 16 мм из той же стали, полку — одинарной сеткой — $150/150/3/3$ мм из стали класса В-1.

Сборные элементы соединяли между собой и с монолитными опорными кольцами путем сварки выпусков арматуры с последующим замоноличиванием швов

Рис. 2. Монтаж купола укрупненными блоками



и заделкой в бетон выпусков арматуры меридиональных ребер. Для всех сборных элементов купола, монолитных опорных колец и швов принят бетон марки М300. Купол рассчитан на равномерно распределенную нагрузку 5 кН/м^2 , ветровую нагрузку со скоростным напором $0,45 \text{ кН/м}^2$ и сосредоточенную, равную 15 кН , приложенную одновременно в восьми точках к поверхности.

По типовому проекту предусматривался монтаж купола на поддерживающих лесах, устанавливаемых в центре, у внутренней грани нижнего опорного кольца и под промежуточным кольцевым швом. Владимирским политехническим институтом предложена сборка купола укрупненными секторами, для чего в трапециевидальные элементы были внесены дополнительные закладные детали, позволяющие объединить в один монтажный блок две цилиндрические панели (рис. 2). Укрупненный монтажный блок работает по принципу несимметричной шпренгельной системы с дву-

мя затяжками диаметром 20 мм из стали класса А-I. Блок рассчитывали на нагрузку 4 кН/м^2 от собственной массы конструкции с учетом коэффициента динамичности и снеговой нагрузки.

Перед сборкой купола испытывали монтажный блок в натуральную величину и определяли прочность, жесткость и трещиностойкость предложенной конструкции. Одновременно с испытаниями на статические нагрузки для определения коэффициента динамичности записывали динамические характеристики шпренгельной системы. Испытания проводили на специально изготовленном стенде. Монтажный блок устанавливали на катковые опоры, одна из которых была подвижной, другая — неподвижной. Опоры располагали под первыми поперечными от краев блока ребрами в соответствии с расчетной схемой. Трапециевидальные элементы купола изготавливали на Ивановском заводе ЖБК. Прочность бетона опытных элементов, по данным завода-изготовителя, перед испытаниями составила 28 МПа .

Монолитный блок загружали сверху штучными грузами этапами по 1 кН/м^2 .

При испытаниях применяли прогибомеры с ценой деления 0,1 и 0,01 мм и механические тензометры Гугенбергера на базе 100 мм. Конструкцию выводили из состояния равновесия мгновенным приложением сосредоточенной нагрузки, равной 15 кН , в месте стыка двух плит. Колебания записывали вибродатчиками К-001 и осциллографом Н-115.

При регулировании затяжек с помощью талрепов монтажный блок получил обратный выгиб. Максимальный выгиб наблюдался в месте стыка двух плит и составил 2 см. При нормативной нагрузке (с учетом действия собственной массы) прогиб был равен $1,866 \text{ см}$, что близко к расчетному ($1,9 \text{ см}$). Под нагрузкой $3,2 \text{ кН/м}^2$, равной нормативной, монтажный блок выдерживали в течение 12 ч, в результате чего максимальный прогиб увеличился до $2,2 \text{ см}$, или $1/600$ расчетного пролета. Прогиб конструкции при монтажной нагрузке $0,75 \text{ кН/м}^2$ составил 10 мм, или $1/1330$ пролета, обратный выгиб конструкции не был ликвидирован. Напряжения в затяжках при монтажной нагрузке были равны 20 МПа , при нормативной — 80 МПа , а с учетом дополнительных

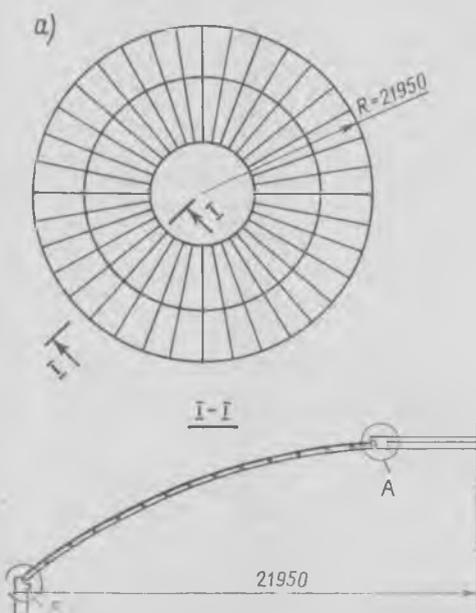
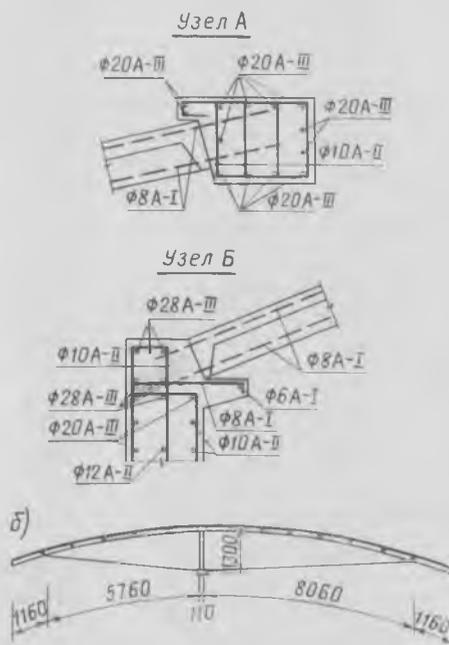


Рис. 1. Конструкция купола цирка в Иванове
а — схема купола; б — монтажный блок



усилий, созданных при обратном выгибе, соответственно 70 и 130 МПа.

При нормативной нагрузке в продольных и поперечных ребрах трещин не обнаружено. После выдержки конструкции под нормативной нагрузкой в одной из опорных узлов появились косые трещины, направленные под углом 45° по винтовой линии к узлу. Это свидетельствовало о наличии кручения опорной части монтажного блока. Разрушающая нагрузка составила 5 кН/м², что в 1,25 раза превысило расчетную и более чем в 3,5 раза монтажную нагрузку. Несущая способность затяжек в момент разрушения не была исчерпана. Максимальный прогиб конструкции перед разрушением был равен 11,301 см. Разрушение произошло в опорном узле, в результате чего бетон ребра по направлению шпренгельной затяжки раскололся, ранее появившиеся косые трещины раскрылись до 5 мм.

Проведенные испытания показали, что предложенная конструкция монтажного блока удовлетворяет условиям прочности, жесткости и трещиностойкости в соответствии с требованиями ГОСТ 8829—77 и Руководства по проектированию железобетонных пространственных конструкций покрытий и перекрытий (М., НИИЖБ, 1979).

Коэффициент динамичности монтажного блока определяли делением максимального прогиба при статическом нагружении на максимальный прогиб, полученный при обработке осциллограмм. Учитывалось, что динамический прогиб складывается из статического и максимальной амплитуды колебаний в расчетном сечении. Без пригруза коэффициент динамичности конструкции равен 1,12; при внешней нагрузке 0,7 кН/м²—1,15; при 4 кН/м²—1,43, т. е. с ростом инерционной нагрузки увели-

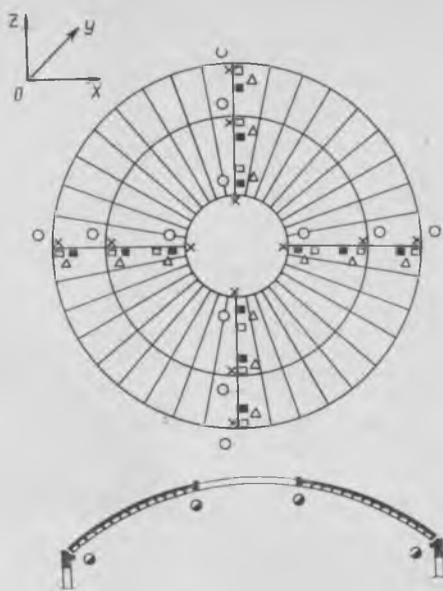


Рис. 3. Расстановка приборов на поверхности купола

○ — прогибомеры; ○ — вибродатчик МВ-23; □, ■, △ — вибродатчик К-001 (по осям x, y, z); × — места установки источников возбуждения колебаний

чился период собственных колебаний системы.

Изучали также поведение купольного покрытия при динамическом нагружении, что особенно важно при проектировании сооружений, например в сейсмических районах, а также в районах, где ветровая нагрузка является основной.

Для создания вынужденных колебаний применяли электровибромотор не-

направленного действия, позволяющий одновременно получить вертикальные и горизонтальные колебания конструкции. Его закрепляли в четырех диаметрально противоположных точках верхнего и нижнего опорных колец. Пульсирующая нагрузка при максимальном числе оборотов двигателя (3000 об/мин) составляла 5 кН. Свободные колебания купола вызывали мгновенным снятием сосредоточенного груза 15 кН, приложенного поочередно в точках установки вибратора, а также в местах подвески технологического оборудования по проекту. Приборы для регистрации колебаний устанавливали по осям x, y, z (рис. 3). Ускорения и скорости записывали вибродатчиками МВ-23, перемещения — прибором К-001. Колебания регистрировали осциллографом Н-115. Основные результаты испытаний приведены в таблице.

В случае, когда источник возбуждения колебаний находился на фонарном кольце, наблюдалась только осесимметричная форма изменения срединной поверхности купола. При этом существовали два типа независимых колебаний, один из которых характеризуется смещением каждой точки купола в плоскости, касательной к его поверхности, другой — смещением той же точки вдоль радиуса.

Первый тип колебаний (2 Гц) вызывается сжатием (растяжением) поверхности купола. Расчетные частоты при учете только радиальных перемещений нижнего опорного кольца удовлетворительно совпали с экспериментальными. Это подтвердилось в опыте при приложении горизонтальной динамической нагрузки к нижнему опорному кольцу. Во время испытаний в куполе возникли колебания низкой частоты, практически совпадающей с частотой первого типа колебаний.

Основному тону колебаний второго типа (3,5 Гц) соответствовала также одна полуволна в меридиональном направлении. Более высокому тону колебаний (4,5 Гц) соответствовали две симметричные полуволны в меридиональном направлении по поверхности купола и одна полуволна в плоскости фонарного кольца.

Расчетные частоты определяли методом перемещений для вписанных в поверхность купола конических оболочек, при этом совпадение с опытными данными было удовлетворительным.

Логарифмические декременты колебаний первого типа составляли 0,05—0,08, второго типа — 0,1—0,15. В случае приложения мгновенного импульса к поверхности купола в зоне стыка двух секторных плит несимметричные колебания с частотой 4 Гц наблюдались лишь в начальный период, в последующий период колебания купола носили осесимметричный характер с частотой 2 Гц.

Коэффициент динамичности купола без внешнего пригруза равен 2,2, что соответствует этому значению, принятому в СНиП II-A. 12-69.

Полученные результаты динамических испытаний можно использовать при проектировании подобных сооружений в сейсмических районах или в районах, где ветровая нагрузка является основной,

Формы колебаний	Частота собственных колебаний, Гц	Скорость, мм/с	Ускорение, мм/м ²	Максимальная амплитуда, мм
	2,00*	5,40	72,30	0,42
	2,35	6,80	100,44	0,46
	3,50**	8,30	182,00	0,36
	3,74	9,16	215,76	0,39
	4,50	3,80	123,50	0,12
	4,83	4,85	147,20	0,16
	4,00	2,60	68,10	0,10
	4,22	3,31	87,79	0,12
	2,00	5,50	69,90	0,38
	2,35	6,06	89,52	0,41

* Первый тип колебаний; ** Второй тип колебаний. Над чертой приведены опытные данные; под чертой — расчетные.

Н. Я. САПОЖНИКОВ, канд. техн. наук (ЦНИИПромзданий);
Г. И. БЕРДИЧЕВСКИЙ, д-р техн. наук, проф.; М. И. БРУССЕР, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Статистический анализ прочности бетона в возрасте 28 сут (по данным заводских испытаний)

Для оценки фактического уровня надежности сборных конструкций были собраны данные о прочности и однородности бетона на 67 технологических линиях заводов ЖБИ Москвы, Ленинграда, Подмосковья, Киева, Харькова, Йошкар-Олы, Гродно. Всего было обработано и проанализировано 16 393 результата испытаний контрольных серий образцов, представляющих около 2,5 млн. м³ бетона. Данные о прочности взяты из заводских лаборатор-

ных журналов после проверки их достоверности.

Данные статистического анализа прочности бетона сборных конструкций после тепловой обработки в возрасте 28 сут приведены ниже. Информация о прочности бетона относится к 1979—1982 гг. Результаты испытаний приведены к результатам испытаний стандартного куба с ребром 150 мм. Переходный коэффициент от куба с ребром 100 мм, по которому на за-

водах обычно оценивается прочность, к стандартному кубу принят равным 0,95.

Следует отметить, что на всех технологических линиях внедрены статистические контроль и оценка прочности по методике ГОСТ 18105—72(80). По экспериментальным данным для каждой из них была построена кривая распределения прочности бетона и определены ее характеристики, а затем была исследована совокупность данных по всем линиям.

Для исследуемой совокупности отношение фактической средней прочности к проектной равно 1,12, для бетона марки М200—1,14, для бетона марки М300—1,12, для бетонов марок М400 и выше—1,05. Гистограмма распределения отношения средней прочности к проектной приведена на рис. 1, гистограмма распределения коэффициента вариации прочности бетона—на рис. 2. Среднее значение общего коэффициента вариации равно 0,065, для М200—0,083, для М300—0,062, для М400—0,057. Как видно из этих данных, с увеличением прочности бетона коэффициент вариации уменьшается,

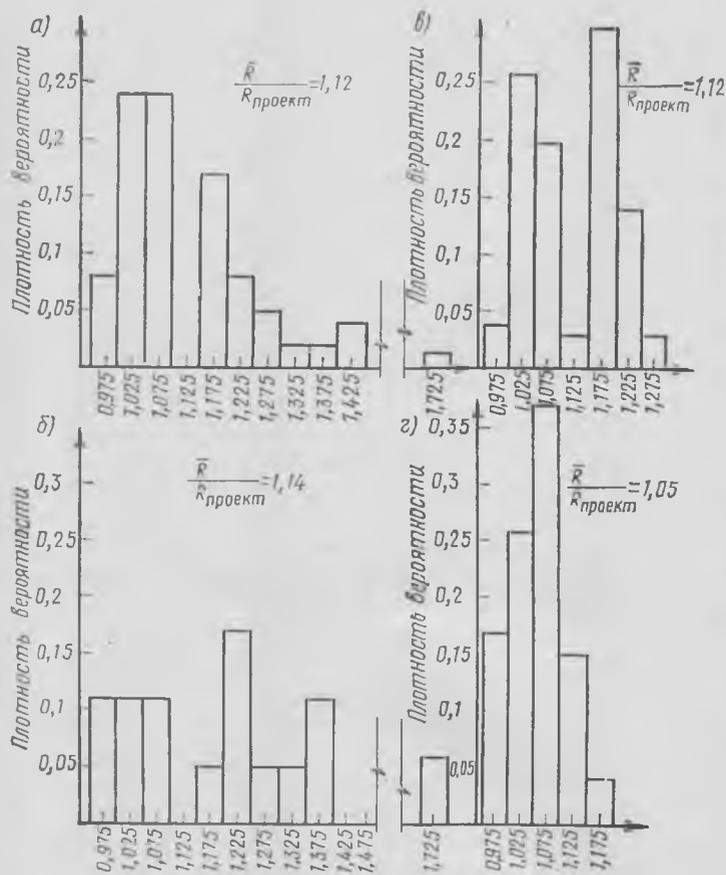


Рис. 1. Гистограмма распределения отношения средней прочности бетона к проектной
а — для всей совокупности (67 технологических линий); б — г — соответственно для бетона марок М200, М300, М400 и выше

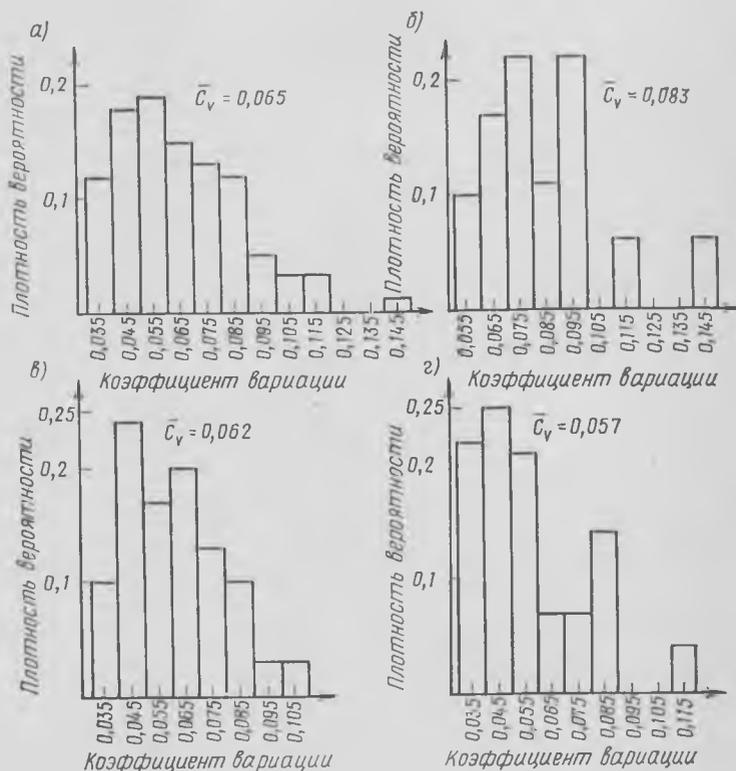


Рис. 2. Гистограмма распределения коэффициента вариации прочности бетона
а — для всей совокупности; б — г — соответственно для бетона марок М200, М300, М400 и выше

В СНиП II-21-75 заложено нормированное значение коэффициента вариации, равное 0,135.

По данным¹, собранным на заводах ЖБИ Москвы, Ленинграда, Харькова, Запорожья, Днепропетровска, Кривого Рога, Симферополя 10 лет назад, среднее значение коэффициента вариации прочности бетона в возрасте 28 сут составляло 0,13, т.е. было близко к значению, заложенному в СНиП II-21-75.

В последующие 10 лет значение коэффициента вариации существенно уменьшилось. Частично это объясняется переходом на стандартный куб с ребром 150 мм, т.е. изменением метода оценки прочности. Но в основном это связано с повышением культуры производства, качества и однородности ис-

¹ Сапожников Н. Я. Исследование надежности по трещиностойкости предварительно напряженных изгибаемых железобетонных конструкций. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., НИИЖБ, 1971.

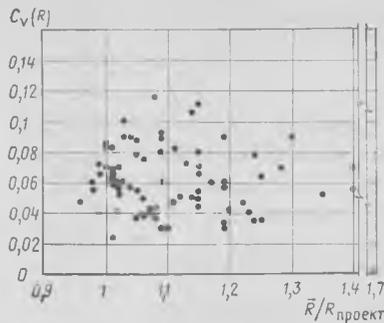


Рис. 3. Связь между коэффициентом вариации $C_v(R)$ и отношением средней прочности к проектной ($\bar{R}/R_{\text{проект}}$)

ходных материалов, в частности с уменьшением числа поставщиков цемента и заполнителей. Положительную роль в повышении однородности бетона сыграло внедрение ГОСТ 18105—72 на статистический метод контроля и оценки прочности бетона. Этот стандарт предусматривает корректировку средней прочности (и расхода цемента) в зависимости от фактического коэффициента вариации прочности для

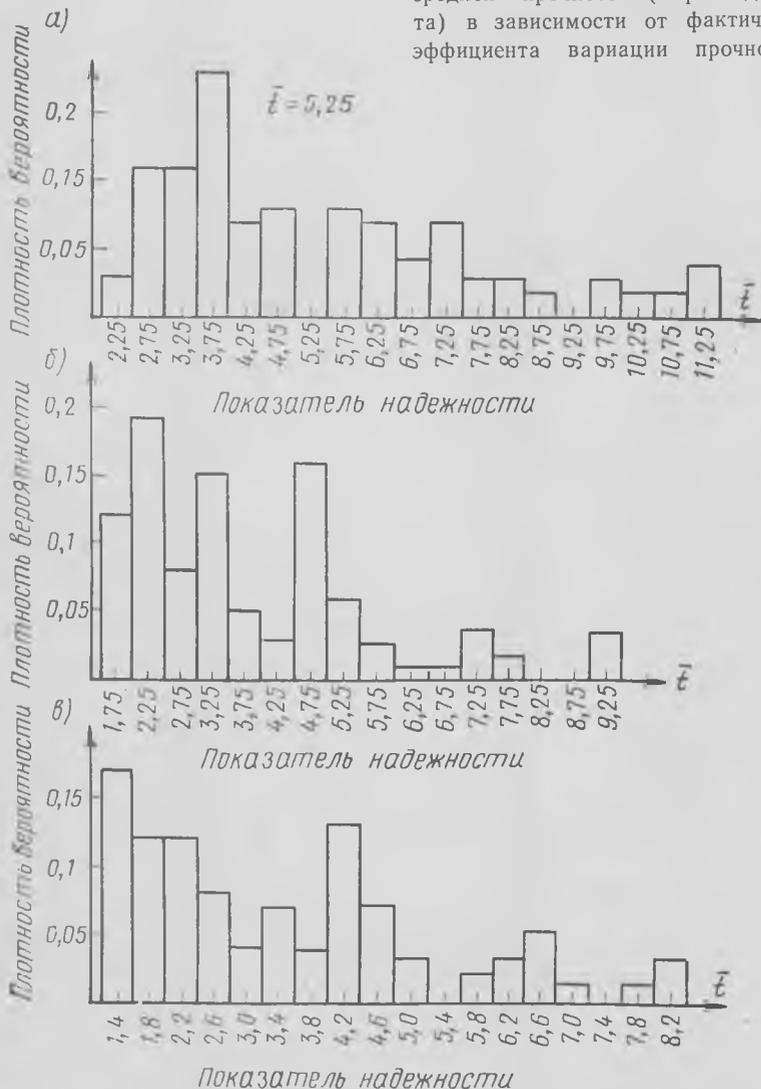


Рис. 4. Гистограмма распределения показателя надежности t
 а — для вероятности $P(R > R_{\text{н}})$ (надежность нормативных сопротивлений);
 б — для вероятности $P(R > 1,1R_{\text{н}})$; в — для вероятности $P(R > 1,15R_{\text{н}})$

обеспечения нормированного уровня надежности.

На рис. 3 приведены значения коэффициентов вариации в зависимости от отношения средней прочности к проектной для всех исследуемых технологических линий. Как видно из рис. 3, для всех линий, кроме одной, коэффициент вариации ниже нормированного, а средняя прочность выше не только требуемой по ГОСТ 18105—80, но и нормируемой проектной.

Таким образом, возможности регулирования средней прочности (и экономии цемента) по ГОСТ 18105—72 применительно к прочности бетона в возрасте 28 сут реализуются далеко не полностью. Это объясняется, на наш взгляд, несколькими причинами. Во-первых, из технологических закономерностей кинетики твердения бетона известно, что для бетонов низких и средних марок достижения после тепловой обработки отпускной и передаточной прочности, равной 70% и более проектной, приводит, как правило, к завышению прочности бетона в возрасте 28 сут, что является неизбежным и не может быть изменено для большинства применяемых цементов. Во-вторых, возможности оперативного регулирования проектной прочности намного меньше, чем отпускной и передаточной, в связи с длительным промежутком времени между моментами изготовления бетона и его испытаниями на прочность. В-третьих, по сложившейся традиции, величины отпускной и передаточной прочности (как нормируемые, так и требуемые по ГОСТ 18105—80) рассматриваются как браковочный минимум, поэтому среднее значение этих величин всегда должно быть выше браковочного минимума. Это также приводит к некоторому завышению средней прочности бетона в возрасте 28 сут. В силу этих обстоятельств прочность бетона в возрасте 28 сут в ряде случаев (в основном для наиболее массовых конструкций из бетона марок М200 и М300) не может быть снижена, поэтому представляется целесообразным учесть сложившиеся ресурсы надежности.

Поскольку общие коэффициенты вариации ниже 0,135, а средняя прочность выше проектной, можно ожидать, что оценки надежности нормативных сопротивлений бетона будут выше заложенной в СНиП II-21-75, равной 0,95 и соответствующей нормированному отклонению (показателю надежности) $t = 1,64$.

Были проведены расчеты надежности нормативных сопротивлений для исследуемых технологических линий с вероят-

ностью $P(R > R_n)$. Гистограмма распределения плотности вероятности показателя надежности t приведена на рис. 4.а. Среднее значение показателя надежности $t = 5,25$. Для всех технологических линий показатели надежности $t > 2$.

Таким образом, нормативные (и расчетные) величины сопротивления бетона могут быть повышены. Для того чтобы оценить, насколько их можно повысить в рамках заложенного в СНиП II-21-75 уровня надежности, для всех технологических линий были проведены расчеты вероятности $P(R > 1,1R_n)$ и $P(R > 1,15R_n)$. Гистограмма распределения плотности вероятности показателя надежности t для вероятности $P(R > 1,1R_n)$ представлена на рис. 4.б. Для всех технологических линий t оказался выше заложенного в СНиП II-21-75 показателя надежности $t = 1,64$.

При оценке вероятности $P(R > 1,15R_n)$ (рис. 4.в) оказалось, что у 17% всех технологических линий показатель надежности t меньше заложенного в СНиП II-21-75.

Можно сделать вывод, что уже в настоящее время нормативные и расчетные сопротивления бетона при расчете сборных конструкций на прочность, жесткость и трещиностойкость для бетона всех марок могут быть увеличены на 10% без внесения изменений в технологию изготовления и контроля сборного железобетона.

Предлагаемое увеличение нормативных и расчетных сопротивлений бетона является весьма осторожным и отнюдь не экстремальным. Учитывая однако, что значительную часть выборки составляют заводы крупных промышленных центров с довольно высокой культурой производства, большее увеличение прочностных характеристик бетона представляется неоправданным.

Оценки надежности нормативных сопротивлений бетона получены исходя из нормального закона распределения его прочности. В действительности кривая распределения отклоняется от нормальной, для нее характерна правосторонняя асимметрия. Чтобы оценить влияние возможной ошибки, следует сравнить теоретическую оценку надежности, полученную исходя из нормального распределения, с эмпирической. При этом сравнении теоретическая оценка надежности, соответствующая нормированному отклонению $t > 3$, принимается равной единице.

Из 75 рассмотренных случаев в 8 случаях $P_{теор}(R > R_n) > 1$, а в 9 случаях $P_{эмп}(R > R_n) < 1$. При этом в 8 случаях $P_{эмп} > 0,99$, а в одном она составляет 0,9794. Из этого следует, что эмпириче-

Завод (город)	Изделия	Марка бетона	Число контрольных проб бетона	$P(R > R_n)$		$P(R > 1,1R_n)$		$P(R > 1,15R_n)$	
				теоретическое	эмпирическое	теоретическое	эмпирическое	теоретическое	эмпирическое
ЖБИ-18 (Москва)	Дорожные плиты	M400	288	—	—	0,9909	0,9965	0,9632	0,9965
ЖБИ-2 (Москва)	Элементы лестниц	M300	303	1	0,9961	0,9798	0,9933	0,9344	0,9538
То же	Вентжелоба	M200	455	0,9979	0,9912	0,9883	0,9880	0,975	0,9868
ЖБИ-22 (Москва)	Колонны	M300	1123	1	0,9991	0,9930	0,9973	0,9812	0,9964
То же	»	M400	1245	1	0,9991	0,9952	0,9927	0,9812	0,9871
»	Элементы лестниц	M300	265	—	—	0,9911	0,9962	0,9616	0,9924
ЖБИ-8 (Москва)	Плиты настила	M300	213	—	—	0,9915	0,9859	0,9725	0,9812
ЖБК-5 (Харьков)	Пустотные плиты 3x6 м	M300	717	1	0,9958	0,9968	0,9888	0,9895	0,9791
То же	Сваи	M300	898	—	—	0,9953	0,9944	0,9761	0,9781
»	Колонны	M400	582	0,9957	0,9931	0,9554	0,9600	0,8925	0,9070
ЖБИ (Йошкар-Ола)	Балки	M400	418	0,9911	0,9952	0,9590	0,9832	0,9236	0,9832

ские и теоретические оценки надежности являются величинами одного порядка. Непосредственное сравнение этих оценок возможно при больших объемах выборок ($n \approx 300$), иначе реализация вероятности $P(R > R_n)$ может либо не произойти, либо будет носить случайный характер. В таблице приведено сравнение теоретических и эмпирических оценок вероятностей $P(R > R_n)$, $P(R > 1,1R_n)$, $P(R > 1,15R_n)$ для больших выборок. В ней сопоставлены 29 пар теоретических и эмпирических оценок надежности. В двух случаях эти оценки равны, из остальных 27 случаев в 19 $P_{эмп} > P_{теор}$ и 8 случаях $P_{эмп} < P_{теор}$.

Применяя нормальное распределение прочности бетона в возрасте 28 сут, мы получаем преимущественно заниженные оценки надежности нормативных сопротивлений. На данном этапе это представляется допустимым, так как разница между $P_{эмп}$ и $P_{теор}$, как видно из таблицы, невелика. В дальнейшем при обработке дополнительного материала можно будет учесть и эти ресурсы надежности.

Выводы

Статистический анализ прочности бетона в возрасте 28 сут сборных железобетонных конструкций, изготовленных на технологических линиях различных заводов, показал, что его однородность в среднем в 2 раза выше нормативной, заложенной в СНиП II-21-75. При этом в 89% случаев средняя прочность превышает проектную, а в 11% случаев составляет более 95% проектной.

Уровень надежности нормативных сопротивлений бетона на обследованных технологических линиях существенно выше заложенного в СНиП II-21-75.

Учитывая ограниченность выборки обследованных заводов, целесообразно провести более широкие обследования для рассмотрения вопроса о повышении нормативных и расчетных сопро-

тивлений бетонов сборных конструкций на 5—10% по сравнению со СНиП II-21-75 при пересмотре норм проектирования.



На ВДНХ СССР

Промстройпроект при участии НИИЖБ и производственного объединения «Железобетон» Главкрасноярскстроя Минтяжстроя СССР разработал рабочие чертежи предварительно напряженных подстропильных ферм пролетом 12 м (серии ПСП 1.60-1) для покрытий зданий с применением конструкций «на пролет» и стропильных ферм шпренгельного типа.

Подстропильная ферма — шпренгельно-раскосная с напрягаемой стержневой арматурой класса А-IIIв, отогнутой под углом 45°. Натяжение арматуры осуществляется на упоры стальной силовой формы групповым механическим способом.

Фермы разработаны одного типоразмера для установки их на колонны продольного ряда в торце, у температурного шва и в середине. Ширина фермы, устанавливаемой на колонны среднего продольного ряда, — 500 мм, крайнего — 280 мм.

Для изготовления таких ферм завод ЖБМК ПО «Железобетон» Главкрасноярскстроя Минтяжстроя СССР разработал и изготовил специальную форму с механическим групповым натяжением одновременно всей отогнутой арматуры. Технология производства подстропильных ферм разработана этим же производственным объединением.

Подстропильные фермы применены в покрытии дега нестандартизированного оборудования Красноярского завода тяжелых экскаваторов и на других объектах. Экономическая эффективность новых ферм по сравнению с подстропильными фермами (серии 1.463-12) выражается уменьшением расхода бетона на 14%, напрягаемой стали — на 41%, общего расхода стали — на 12%. Кроме того, сокращается расход металла на опалубочные формы.

Б. Я. РИСКИНД, канд. техн. наук (Главжелезобетон);
Ю. И. ВОРОНОВ, канд. техн. наук (ВНИИЖелезобетон)

К вопросу об эффективности электротермического способа натяжения арматуры

Электротермический способ натяжения арматуры уже свыше 20 лет широко применяется в промышленности сборного железобетона, с его помощью в нашей стране изготавливается около 80% общего объема преднапряженных конструкций.

В связи с дефицитностью топливно-энергетических ресурсов правомерен вопрос [1], насколько целесообразно использование этого способа в настоящее время с учетом энергозатрат на нагрев арматуры и низкого КПД установок.

Действительно, при сравнении мощностей электромоторов насосных станций для механического натяжения и источников питания установок для электронагрева видно, что мощность последних в 30—50 раз больше. При одинаковом времени нагрева и натяжения стержня гидродомкратом можно сделать ошибочный вывод о том, что КПД электротермического

способа натяжения составляет 1—2%.

Однако при этом нужно учитывать, что речь идет о способах, основанных на совершенно различных по физической сути процессах. Очевидно, что с научной точки зрения сравнение коэффициентов полезного действия этих процессов неправомерно. Речь может идти только о КПД каждого из них в отдельности. Простые расчеты показывают, что КПД электротермического способа натяжения при использовании сварочных трансформаторов в качестве нагревательных установок составляет около 17%, необходимо изыскать пути повышения этого показателя.

Кроме того, сравнение только энергетических затрат не дает возможности определить, какой способ натяжения обладает наилучшими технико-экономическими показателями. В табл. 1 приве-

дены данные о себестоимости и трудоемкости натяжения 1 т напрягаемой стержневой арматуры [2]. Из таблицы видно, что себестоимость натяжения арматуры электротермическим способом во всех случаях значительно ниже, чем механическим. Так, для арматуры диаметром 10 мм при агрегатно-поточной технологии разница составляет 41—47%, для арматуры диаметром 20 мм — 20—37%.

Еще большее различие имеется при натяжении проволоочной арматуры. Например, для проволоки диаметром 6 мм себестоимость натяжения электротермическим способом в 2 раза ниже, чем при механическом.

Другой важной особенностью электротермического способа является малая трудоемкость — почти в 3 раза ниже, чем при механическом способе натяжения.

Фактические данные свидетельствуют о том, что расход электроэнергии на заводах ЖБИ не превышает 1,5—1,6 кВт·ч/м³ изделий, или 50—55 кВт·ч на 1 т напрягаемой арматуры. Общий расход электроэнергии для натяжения на предприятиях настолько незначителен, что не требует усиления питающей сети и увеличения мощности цеховых подстанций.

Известно, что при переходе на производство многпустотных преднапряженных панелей в тресте Челябинметаллургстрой удельный расход электроэнергии снизился с 17,5 до 16,35 кВт·ч/м³ за счет общего улучшения технологии армирования и уменьшения массы арматуры.

При электронагреве до температуры 350—450°C происходит дополнительный отпуск стали, который положительно влияет на целый ряд ее механических свойств после охлаждения до нормальной температуры. Особенно важно отметить влияние нагрева на условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, который принимается равным нормативному сопротивлению при расчете конструкций. В работе [3] показано, что для большинства высокопрочных сталей этот показатель в результате электронагрева для натяжения

Таблица 1

Диаметр стержней, мм	Агрегатно-поточная технология с натяжением на форму при длине конструкции, м						Стеновая технология с натяжением на опоры	
	до 6		до 9		до 12		механическое	электротермическое
	механическое	электротермическое	механическое	электротермическое	механическое	электротермическое		
10	39,5	21,1	35,6	18,7	30,1	17,8	28	21,5
	36	11,8	30,9	9,8	27,5	9	20	11,3
12	35	19,1	29,8	16,9	25,3	15,8	22,6	18,7
	31,5	10,6	26,8	8,7	23	7,8	16,1	9,8
14	30,4	17,3	25	14,8	21	13,6	18	16,5
	27,5	9,5	22,7	7,5	18,4	6,5	13,2	8,5
16	26,2	15,1	20,8	12,9	17,3	11,8	14,3	14,5
	23,4	8,2	18,3	6,4	14,8	5,4	10,8	7,3
18	21,1	13,3	16,9	11,3	13,8	10,3	11,5	12,8
	19,6	7,1	14,4	5,5	11,7	4,6	8,7	6,4
20	18,8	11,9	13,7	10	11,4	9,1	9,3	11,4
	16,2	6,3	11,7	4,8	9,5	4,1	7	5,7

Примечание. В числителе — себестоимость (р.), в знаменателе — трудоемкость (чел.-ч).

Таблица 2

Значения МПа	Класс и марка стали					
	A-IV, 80С	A-IV; 20ХГ2Ц 20ХГ2Т	A-V; 23Х2Г2Т	Ат-V; 20ГС, 20ГС2, Ø 10—14	Ат-V; 20ГС, 20ГС2, Ø 16—28	Ат-VI; 20ГС, 20ГС2
В исходном состоянии	668	718	898	919	971	1062
После электронагрева	668	790	943	965	1010	1115
Увеличение, %	0	10	5	5	4	5

улучшается. Изменение $\sigma_{0,2}$ для сталей различных марок после электронагрева до оптимальной температуры 400°C дано в табл. 2.

Такие важные показатели, как полное и равномерное удлинения δ_5 и δ_r для сталей классов А-IV, А-V, возрастают после электронагрева на 10—40% в зависимости от марки стали.

В то же время для отдельных марок стали возможно снижение на 3—5% величины временного сопротивления σ_b при нагреве до 450°C. Снижаются показатели относительного удлинения δ_5 и δ_r стали марки 35ГС, упрочненной вытяжкой, и δ_r классов Ат-V, Ат-VI из стали марок 20ГС и 20ГС2 [4]. Однако эти показатели не выходят за пределы, установленные ГОСТ 10884—71.

Таким образом, установлено, что при электронагреве арматуры для натяжения в большинстве случаев происходит существенное улучшение механических свойств арматурной стали.

Помимо повышения механических свойств стали после электронагрева улучшаются и ее релаксационные свойства. Так, электротермический способ натяжения создает эффект, подобный стабилизации (отпуск под напряжением), что при температуре 18—20°C приводит к уменьшению величины релаксации по сравнению с механическим натяжением в 2,2 раза для класса Ат-VI, в 2,8 раза для класса Ат-VII.

Не учитываемая нормами релаксация напряжений при температуре, соответствующей термовлажностной обработке, для натянутых механическим способом стержней составляет 8—14% σ_0 , а электротермическим способом — 4—8% σ_0 .

После электронагрева повышается сопротивление стали коррозионному растрескиванию, что связано с изменением тонкой структуры и снятием микронапряжений. Опытным путем установлено, что у термоупрочненных сталей после электронагрева до 450—500°C повышается стойкость против коррозионного растрескивания в 3—5 раз, у стали клас-

са Ат-VI марки 20ХГС2 — почти в 10 раз.

Кроме того, при укладке в форму арматуры, нагретой до температур около 400°C, на ее поверхности обгорает смазка, что улучшает ее сцепление с бетоном.

Сварочные трансформаторы или выпрямители, используемые для нагрева арматуры, сравнительно дешевы, долговечны и не требуют особого ухода при эксплуатации.

При наличии парка форм, имеющих между опорными поверхностями упоров небольшие отклонения (допуски) от номинального размера, обеспечивается высокая точность натяжения. Немаловажно и то, что максимальные напряжения в арматуре возникают после ее полного остывания, т. е. когда форма перемещается с поста натяжения. Это улучшает технику безопасности.

Рассматривая перспективы развития производства преднапряженных конструкций, можно утверждать, что электротермический способ натяжения арматуры имеет большие преимущества. Дополнительные возможности использования этого способа открываются в связи с разработкой в последнее время новых термоупрочненных сталей класса Ат-VI — Ат-VIII, например из стали марки 40СР. Эта сталь допускает нагрев до 450—500°C без существенного снижения прочностных свойств, что позволяет натягивать арматуру класса Ат-VI электротермическим способом.

При электротермическом способе натяжения арматуры класса Ат-VI и выше величина механической дотяжки стержня, нагретого до 400°C, составляет 200—300 МПа. Применение электротермического способа натяжения арматуры создает благоприятные возможности для механизации и автоматизации процесса.

Конструкция установки¹ для нагрева и укладки стержней, запроектирован-

¹ А. с. № 314873. Б. Я. Рискинд, С. Л. Иванов, Б. Ф. Казятин, В. И. Маслеников. Установка для натяжения арматурных стержней с анкерными приспособлениями. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1971, № 28.

А. с. № 359362. То же, 1972, № 35.

ной Уралнистромпроектом Минстройматериалов РСФСР, Челябинским Промстройинистроем Минтяжстроя СССР, успешно опробована на широком конвейере Челябинского завода ЖБИ № 1 [5]. Хорошо зарекомендовала себя разработанная НИИЖБ и Гипростромашем линия ДМ-2, внедренная на Ивано-Франковском заводе ЖБИиК [4].

Наконец, электротермический способ натяжения является наиболее рациональным при натяжении арматуры на криволинейные поверхности, где применение механического способа приводит к большим потерям напряжения от трения арматуры о бетон.

Наиболее существенные недостатки электротермического способа натяжения арматуры — большие потери тепла в окружающую среду при медленном нагреве стержней на открытом воздухе токами малой плотности, недостаточная степень механизации. Но эти недостатки вполне устранимы.

Научно-исследовательские работы, проводимые ВНИИЖелезобетоном, показали, что, применяя оптимальные режимы нагрева и используя накопители тепла в виде термоизолирующих коробов по всей длине нагреваемой арматуры, можно повысить КПД нагревательных установок в 2—2,5 раза и существенно улучшить технико-экономические характеристики электротермического способа натяжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Носенко Н. Е. Механизация и автоматизация производства арматурных работ. М., Стройиздат, 1982.
2. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования. Конструкции промышленных зданий. М., Стройиздат, 1976.
3. Мулин Н. М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1974.
4. Мадатян С. А. Технология натяжения арматуры и несущая способность железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1980.
5. Рискинд Б. Я., Смирнов Ю. А., Казятин П. Ф. Установка для механизации электротермического натяжения арматуры. Реф. сб.: Совершенствование базы строительства. ЦБНТИ Минтяжстроя СССР, вып. 5, М., 1980.

Кинетика изменения сил адгезии бетона к материалу палубы

Влияние условий и сроков формирования монолитных железобетонных конструкций на силы адгезии бетона с материалом палубы до настоящего времени практически не изучено. Отсюда возникают противоречивые суждения о сроках распалубливания монолитных конструкций, определяемых не только распалубочной прочностью бетона, но и качеством лицевых поверхностей конструкций.

Отношение адгезии бетона с палубой A к когезии граничного слоя бетона K в данный момент времени является косвенной характеристикой типа разрушения контактной зоны в процессе распалубливания, которое может быть адгезионным, когезионным и смешанным¹. Для получения адгезионного типа разрушения контактной зоны необходимо, чтобы отношение $\frac{A}{K} < 1$. Недостаточность данного критерия определяется динамикой приложения распалубочного усилия или созданием в момент отрыва палубы от бетона условий, отличных от тех, при которых происходило формирование адгезионного соединения.

Адгезию бетона к материалу палубы исследовали на образцах-кубах с размером ребра 100 мм. Образцы выполняли двух типов: из тяжелого бетона марки М300 и керамзитобетона марки М200 (Ц:П:Щ составляет соответственно 1:1,5:3 и 1,5:2:3). Формировали их в специальных разъемных стаканах, выполненных из бакелитизированной фанеры. Испытуемая на адгезию квадратная пластина свободно сопрягалась с внутренней поверхностью формы. Во избежание «эффекта стенки» боковые формы удаляли через 20 мин с момента укладки бетона в формы, после чего образцы помещали в климатическую камеру, причем опирание бетона производилось на поверхность палубы.

Эксперимент осуществляли на пластинах палубы, выполненных из фанеры толщиной 14 мм, стали толщиной 3 мм и оргстекла толщиной 10 мм. С учетом толщины и геометрических размеров пластин измеряемое в ходе эксперимента распалубочное усилие вполне может характеризовать силы адгезии палубы с бетоном при нормальном равномерном отрыве, так как энергия, затраченная на разрушение адгезионных связей, значительно превосходит энергию на деформацию пластин палубы.

Силы адгезионного взаимодействия между бетоном и палубой измеряли на экспериментальной установке рычажно-

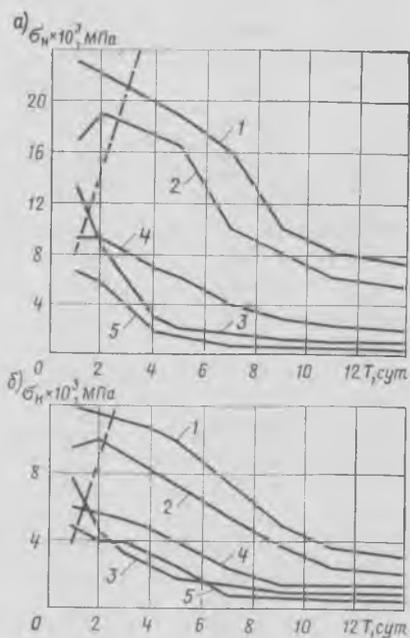


Рис. 1. Кинетика изменения сил сцепления тяжелого бетона марки М300 (а) и керамзитобетона марки М200 (б) с палубой

1 — сталь; 2 — фанера; 3 — оргстекло; 4 — сталь со смазкой; 5 — фанера со смазкой; — адгезия; - - - когезия

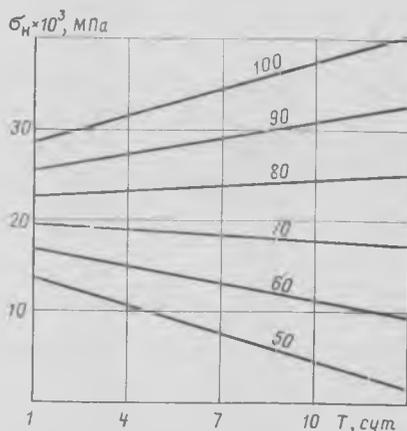


Рис. 2. Зависимость сил адгезии тяжелого бетона марки М300 к стальной палубе, покрытой смазкой ($B=0$), от влажностного режима формирования образцов.

На кривых указана относительная влажность воздуха в процентах

го типа в виде равноплечего коромысла, шарнирно-опертого на неподвижное основание. К одному плечу коромысла прикладывалась нагрузка, а другое плечо соединялось с палубой бетонного образца, закрепляемого упором. Для обеспечения плавного режима распалубливания, максимально приближенного к статическому, между пластиной и плечом коромысла устанавливали демпфер, в качестве которого использовали пружину жесткостью 8,5 Н/см.

Распалубочное усилие прикладывали ступенчато. Напряжение в контактной зоне палубы с бетоном возрастало при этом от нуля до разрушающего, с шагом 0,0005 МПа. Интервал приложения нагрузки принимался равным 30 с. Нормальные напряжения в контактной зоне опалубки с бетоном при статическом отрыве пластины определяли как частное от деления распалубочного усилия на площадь отрыва. Площадь отрыва подсчитывали после распалубливания фактической площади контакта частиц бетона с палубой с применением палетки, имеющей цену деления 0,25 см².

Рост сил сцепления при формировании адгезионного соединения палубы с бетоном обусловлен повышением прочности цементного камня в процессе твердения. В ранний период твердения бетона (до 1 сут) существенное значение имеет также прилипание опалубки к бетону, определяемое поверхностным натяжением цементного молока, являющегося адгезивом в контактной зоне. Однако определяющими для конечной прочности адгезионных связей материала палубы являются силы, вызванные усадкой твердеющего бетона, которые направлены по нормали к поверхности палубы и ослабляют суммарное значение сцепления опалубки с бетоном.

Приблизительную оценку влияния контрактной усадки бетона на его сцепление с палубой можно получить при испытании образцов в возрасте до 1 сут. Однако, находясь в упругопластическом состоянии, бетон не всегда способен спровоцировать появление усадочных трещин в контактной зоне, так как его механическая прочность в этот период низка, а сцепление с материалом палубы (включая и силы прилипания) имеет те же значения, что и когезия бетона.

Для сопоставления кинетики сил адгезии бетона и роста прочностных характеристик на поверхности отформованной монолитной конструкции одновременно с измерением сил сцепления определяли когезию бетона. Последнюю измеряли методом отрыва металлического диска, прикрепленного к бетонной

¹ Мацкевич А. Ф. Смазка и защитные покрытия для опалубки монолитных железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1971.

поверхности эпоксидным клеем, с применением прибора ГПНВ-5 (ГОСТ 226903—77). Анализ полученных зависимостей (рис. 1) показывает, что с увеличением длительности контакта опалубки с бетоном нормальное сцепление снижается, так как в результате усадки бетона образуется большое число микротрещин в контактной зоне. Дальнейший рост прочности цементного камня практически не влияет на адгезионные связи, так как фактическая площадь контакта бетона с палубой становится значительно меньше первоначальной.

При формировании адгезионного соединения с палубой, выполненной из пористого материала (древесины), наблюдается некоторый первоначальный рост сил адгезии с достижением максимума около 48 ч с момента начала формирования. Это объясняется глубокой диффузией частиц цементного молока в субстрат, что в дальнейшем приводит к нарушению сплошности адгезионного соединения (вследствие усадки бетона) не по контактной зоне, а по бетону конструкции.

На конечную усадку бетона и скорость ее протекания влияет влажность окружающей среды. Известно², что набухание бетонных образцов в воде в 6 раз меньше, чем усадка на воздухе при относительной влажности 70%, и в 8 раз меньше, чем на воздухе при относительной влажности 50%.

Для изучения совместного и одновременного влияния времени контакта палубы с бетоном ($T=1-13$ сут), степени гидрофобности стальной палубы, покрытой консистентной смазкой типа прямой эмульсии, характеризующей косинусом краевого угла смачивания ($B=-0,4-+0,2$), а также относительной влажности воздуха ($W=50-100\%$), при которой формировалось адгезионное соединение, на силы сцепления палубы с тяжелым бетоном марки М300 при температуре $+20^\circ\text{C}$ использовали метод регрессивного анализа.

В результате реализации полного факторного эксперимента типа 2^3 получено уравнение регрессии, адекватно описывающее закономерность изменения сил адгезии от исследуемых параметров:

$$P = 1,7 - 3T - 33,25B + 0,26W + 3,75TB + 0,04TW + 0,24BW - 0,05TBW.$$

Решение этого уравнения при стабилизации параметра гидрофобности палубы ($B=0$), соответствующей применению стальной палубы, покрытой смазкой на основе технического вазелина, позволяет получить двухфакторное полуквадратическое уравнение.

Из рис. 2 видно, что при относительной влажности воздуха 75% сцепление палубы с бетоном остается постоянным во времени. С увеличением влажности происходит рост, а с уменьшением — снижение сил сцепления материала палубы с бетоном во времени. Эта закономерность подтверждается и при использовании других типов смазок для палубы и для немодифицированных поверхностей.

² Невилл А. М. Свойства бетона. Пер. с англ. М., Стройиздат, 1972.

В помощь проектировщику

УДК 693.565.8

В. А. КОПЫТИН, канд. техн. наук;
В. В. ЗАЙЦЕВ, инж. (ВНИИЖелезобетон)

Анкеровка арматуры за наклонной трещиной

После образования наклонных трещин на бетон опорного участка изгибаемого элемента передаются значительные выдергивающие усилия, воспринимые вследствие сцепления арматуры периодического профиля с бетоном и дополнительных анкерующими устройствами.

Сложность расчетного прогноза прочности анкеровки арматуры состоит в необходимости учета большого числа факторов, влияющих на качество сцепления неусиленной арматуры с бетоном и на работу анкеров, которые условно можно разделить на определяющие работу контактного слоя (прочность бетона, его состав, условия твердения, вид поверхности арматуры), не связанные с работой контактного слоя (размеры бетонного элемента, положение арматуры в поперечном сечении, длина ее заделки в бетоне, вид усиления и его расположение по длине заделки, наличие и вид косвенного армирования), и силовые воздействия (обжатие бетона на опоре, скорость приложения выдергивающих усилий).

Экспериментально изучено влияние большинства этих факторов [1—4]. Однако использование различных методик исследований, невозможность учета расчетным путем влияния некоторых факторов не позволяют воспользоваться полученными данными при расчете опорного блока изгибаемого элемента.

Авторы изучали сцепление с тяжелым пропаренным бетоном арматуры периодического профиля, усиленной поперечными арматурными анкерами и без усиления в опорном блоке, после образования и развития наклонной трещины. Всего испытывали три серии опытных образцов, краткая характеристика которых приведена в таблице. На образцах серии I исследовали сцепление с бетоном арматуры без усиления, серии II — сцепление арматуры, усиленной поперечными анкерами диаметром 0,6—1,4 см, серии III — работу поперечных арматурных анкеров. В образцах серии III сцепление продольной арматуры с бетоном исключалось и нагрузка передавалась непосредственно на поперечный арматурный анкер.

В процессе испытаний измеряли взаимные смещения между арматурой и бетоном на загруженном (g_0) и незагруженном (g_e) торцах и выдергивающее усилие, фиксировали появление и развитие трещин (рис. 1). Для анализа влияния на прочность анкеровки исследуемых факторов использовали зависимости $\sigma_0-g_0(g_e)$ продольной арматуры и $P_{II}-\Delta$ поперечных анкеров.

В результате экспериментов установлено:

разрушение заделки арматуры периодического профиля происходит вследствие раскалывания бетона от расклинивающего действия арматуры и среза бетонных выступов. Трещина раскалыва-

Серия образцов	Число образцов	R, МПа	d_a , см	l_a , см	δ , см	c/z
I	35	23—60	1,4—2,5	9,1—40,6	3,7—10,1	0,79—2,14
II	46	12—60	1,6—2,0	9,0—44,2	2,7—10,2	0,80—1,77
III	23	12—60	1,8	10,0—41,1	3,2—6,0	1,00

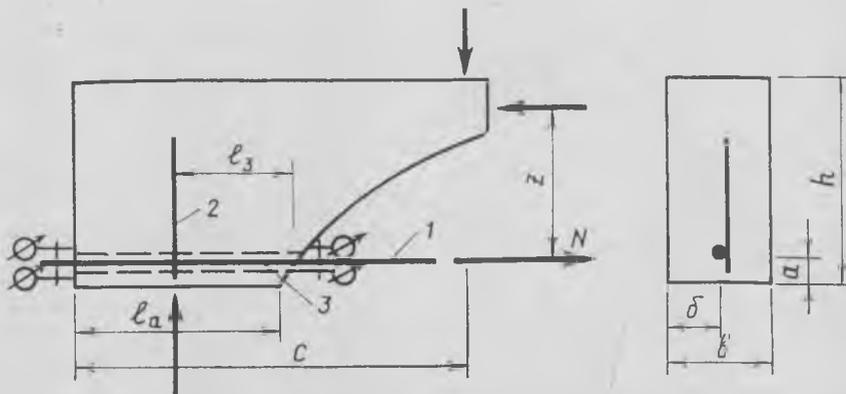


Рис. 1. Опытный образец и схема приложения нагрузок

1 — рабочая арматура; 2 — поперечный арматурный анкер; 3 — слой парафина для образцов серии III

ния, по которой разрушается заделка опытных образцов и натуральных ригелей, развивается вдоль продольной арматуры в сечении, перпендикулярном опорной плоскости;

несущая способность анкеровки с увеличением длины заделки арматуры возрастает нелинейно (рис. 2);

изменение защитного слоя бетона от продольной арматуры до опорной плоскости образца в диапазоне 2,1—6,7 см не влияет на несущую способность заделки. С уменьшением бокового защитного слоя δ и увеличением пролета скалывания c/z несущая способность анкеровки арматуры снижается. После образования трещины раскалывания прочность анкеровки зависит от изгибной жесткости, образующихся бетонных консолей и сил трения, возникающих в контактном слое. При увеличении пролета среза снижаются опорное давление и силы трения, отмечается более интенсивное раскрытие трещины раскалывания;

поперечные арматурные анкера повышают несущую способность;

при поперечном нагружении анкеров в зависимости от диаметра, класса стали поперечных анкеров, расположения их по длине заделки, прочности бетона возможны предельные состояния — раскалывание и выкалывание бетона, срез поперечины.

Для оценки прочности заделки арматуры в бетоне рекомендуется зависимость

$$N_a = (N_{сц} + n P_n) k_1 k_2, \quad (1)$$

где $N_{сц}$, P_n — усилия, воспринимаемые заделкой неусиленной арматуры вследствие сцепления с бетоном и поперечным арматурным анкером; n — число анкеров; k_1 , k_2 — коэффициенты, учитывающие влияние бокового защитного слоя и относительного пролета

среза: $k_1 = 0,52 \sqrt{\delta}$; $k_2 = 1,33 - 0,31 c/z$ ($\delta < 10$ см, $c/z < 4$).

При определении $N_{сц}$ воспользуемся положениями теории сцепления, основанной на едином для всех сечений по длине заделки законе [1]. Зависимость $\sigma_0^{\max}/k - l_a/a$ для неусиленной арматуры с бетоном представлена на рис. 3 (σ_0^{\max} — напряжения в продольной арматуре при разрушении заделки длиной l_a ; k , a — параметры сцепления [1]). Она имеет линейный участок до $l_a/a = 5,55$. Необходимые длины заделки для достиже-

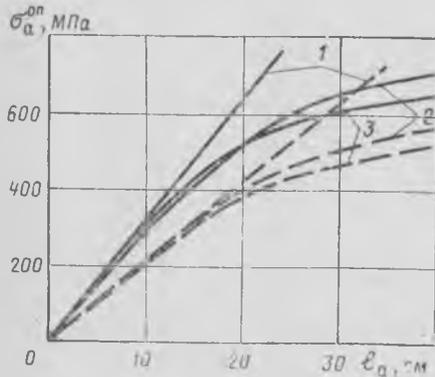


Рис. 2. Зависимость $\sigma_a - l_a$ при $R = 38$ МПа (—) и $R = 60$ МПа (---) 1 — по [2]; 2 — по [1]; 3 — по опытным данным

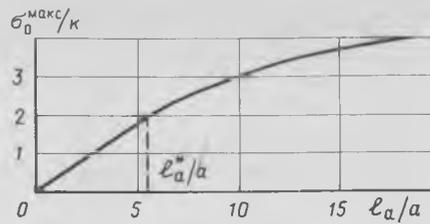


Рис. 3. Зависимость $\sigma_0^{\max}/k - l_a/a$

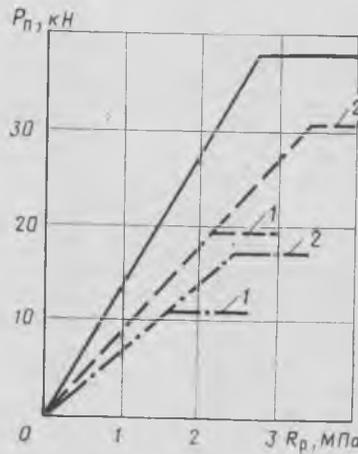


Рис. 4. Зависимость $P_n - R_p$ для анкеров диаметром 12 мм (—); то же, диаметром 8 мм (---); то же, диаметром 6 мм (· · · ·) 1 — текучесть арматуры класса А-III; 2 — то же, класса А-I

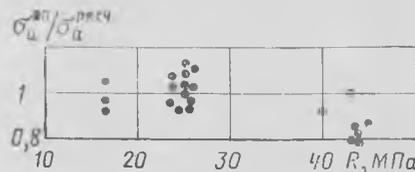


Рис. 5. Результаты испытаний ригелей

ния в арматуре классов А-II, А-III, А-IV напряжений $\sigma_0^{\max} = R_a^{\max}$ не превосходят величины $l_a^* = 5,55 a$. На этом основании

$$N_{сц} = \sigma_0^{\max} f_a = 10,8 l_{пр}^{\max} l_a d_a \lambda \quad (2)$$

$$\text{при } l_a \leq l_a^* = 2,78 \sqrt{\frac{E_a d_a}{B a}},$$

где B , a — параметры сцепления [1]; λ — характеристика профиля арматуры, равная отношению высоты выступов к их шагу.

Опытные значения P_n (рис. 4) определяли по графикам $P_n - \Delta$ одиночного анкера для смещений, соответствующих разрушению заделки усиленной арматуры в месте установки анкера. С учетом выявленных предельных состояний и числа анкеров $n \leq 4$ усилие P_n подсчитывают по формуле

$$P_n = k_3 d_n^2 R_p \leq P_n^{\text{пред}}, \quad (3)$$

где $P_n^{\text{пред}}$ — предельное усилие, воспринимаемое анкером; $P_{раск}$, $P_{ср}$, $P_{вык}$ — усилия, при которых происходят раскалывание бетона анкером, срез металла анкера, выкалывание бетона анкером:

$$P_n^{\text{пред}} = P_{раск} = 37 \text{ кН};$$

$$P_n^{\text{пред}} = P_{ср} = 0,79 R_a d_n^2;$$

$$P_n^{\text{пред}} = P_{вык} = \Pi R_p;$$

$$k_3 = \frac{1200}{d_n}.$$

где Π — поверхность выкалывания, проходящая от анкера к наружным поверхностям элемента под углом 45° и ограниченная плоскостью пересечения наклонной трещины с продольной арматурой.

Выражение (3) справедливо при расположении анкера до наклонной трещины на расстоянии $l_a \geq 5d_n$ ($d_n = 6,8$ мм) и $l_a \geq 6,5d_n$ ($d_n = 12$ мм).

В результате статистической обработки экспериментальных данных 58 опытных образцов установлено, что $N_n^{\text{оп}}/N_n^{\text{расч}} = 0,99$, $v = 0,135$.

Для проверки полученных зависимостей исследовали опорные участки натуральных ригелей жилых и общественных зданий серии ИЖ-174, разработанных КТБ Главмосоргстройматериалов. Специальная схема позволила получить только разрушение заделки арматуры на опоре.

В проектном решении рабочая арматура независимо от диаметра поперечной арматуры имеет на опоре усилие в виде двух приваренных поперечных стержней диаметром по 12 мм.

Испытаниями ригелей (рис. 5) установлено, что несущая способность анкеровки усиленной арматуры, определенная по предложенной методике, удовлетворительно согласуется с опытными данными (среднее отношение $\sigma_a^{\text{оп}}/\sigma_a^{\text{расч}} = 0,97$, $v = 10,9\%$) и учитывает влияние основных факторов. По результатам экспериментов было изменено армирование опорных участков ригелей серии ИЖ-174, диаметры анкерующих стержней приняты равными диаметру поперечной арматуры, что снизило расход металла и повысило технологичность изготовления арматурных каркасов. Ригели с измененным армированием выпускаются заводом ЖБИ № 16 Главпромстройматериалов, экономический эффект при объеме производства 30 тыс. м³ — 26 тыс. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холмянский М. М. Закладные детали сборных железобетонных элементов. М., Стройиздат, 1968.
2. Мулин Н. М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1974.
3. О а т у л А. А. Основы теории сцепления арматуры с бетоном. Исследования по бетону и железобетону. — В сб. трудов Челябинского политехнического ин-та. Вып. 46, 1967.
4. Сцепление арматуры с бетоном. Материалы Всесоюзного научно-технического совещания в Челябинске в 1968 г. М., 1971.

Влияние карбонизации ячеистых бетонов на их сорбционное увлажнение

До настоящего времени нет достоверных единых справочных данных о сорбционной влажности с учетом технологии изготовления и соответствующей структуры материала. В то же время только при наличии изотермы сорбции, точно соответствующей конкретной технологии изготовления материала, можно оценить и более точно рассчитать его влажностное состояние в конструкции при данных условиях эксплуатации. Усредненные значения сорбционной влажности ячеистых бетонов могут значительно отличаться от действительных, например при относительной влажности воздуха $\varphi = 40-60\%$ — до 2—7 раз.

Замечено, что пробы ячеистого бетона, взятые из слоев, расположенных ближе к газопроницаемым поверхностям эксплуатируемых в течение нескольких лет конструкций, или пробы, продолжительное время выдержанные в лаборатории без герметической упаковки, достигали значительно меньшего сорбционного увлажнения, чем пробы, взятые из более глубоких слоев и без открытой выдержки на воздухе до исследования. Это явление наблюдается в связи с карбонизацией ячеистых бетонов при воздействии атмосферной CO_2 .

Для исследования сорбции в зависимости от уровня естественной карбонизации были взяты пробы из слоев, расположенных на различном расстоянии от неизолированного потолка крыш (газосиликат средней плотностью абсолютно сухого материала в свеженеизготовленном состоянии $\rho_{m0} = 700$ и 400 кг/м^3 и газобетон $\rho_{m0} = 700 \text{ кг/м}^3$) разных зданий после 4—10 лет эксплуатации. Исследованный газосиликат проектной средней плотностью 700 кг/м^3 изготовлен литьевым способом со следующими технологическими параметрами: активность извести 70%; водотвердое отношение 0,5; удельная поверхность песка $2300-2400 \text{ см}^2/\text{г}$; активность сырьевой смеси 18—20%; расход материалов на 1 м^3 бетона: извести 325 кг, песка $0,5 \text{ м}^3$, алюминиевой пудры 0,55 кг, канифоли 0,03 кг, каустической соды 0,003 кг, жидкого стекла 0,66 кг; автоклавный режим: $3,5 + 11,5 + 5,5 \text{ ч}$ при давлении 0,78 МПа. Газосиликат $\rho_{m0} = 400 \text{ кг/м}^3$ и газобетон $\rho_{m0} = 700 \text{ кг/м}^3$ были изготовлены на Каунасском заводе «Битукас» и вильнюсском заводе ЖБК № 3 в течение 1963—1970 гг.

Уровень карбонизации отдельных проб этих бетонов определяли по количеству k химически связанной CO_2 к сухой массе материала в данном состоянии (ρ_m). Образцы выдерживали

Вид бетона	Проектная средняя плотность ρ_{m0} , кг/м^3	Уровень карбонизации k , %	Влажность материала ω , % по массе, при φ , %					
			52	66	81	90	97	100
Газосиликат	700	2	3,6	4,1	6,0	10,2	17,2	39,0
		15	1,8	2,0	2,5	3,3	6,6	25,8
Газобетон	400	2	2,8	4,0	7,2	11,7	17,6	31,4
		15	1,0	1,6	2,8	3,6	7,0	18,2
Газобетон	700	2	3,4	3,7	5,2	8,9	15,0	32,0
		15	0,9	1,1	2,0	3,2	5,0	20,8

от 6 мес до 2 лет при различной относительной влажности воздуха, создаваемой в эксикаторах насыщенными водными растворами солей. Зависимость сорбционной влажности ω (по массе) от уровня карбонизации k приблизительно прямолинейна не только при относительной влажности воздуха, равной 100% (см. рисунок), но и при других значениях.

Если при расчетах влажностного режима ограждающих конструкций не учитывать влияния карбонизации, то можно допустить существенные ошибки. Например, некарбонизировавшийся газосиликат ($\rho_{m0} = 700 \text{ кг/м}^3$, $k_0 = 2\%$) при $\varphi = 65\%$ имеет равновесную

влажность $\omega = 4\%$, а полностью карбонизировавшийся ($k_{\text{макс}} = 15\%$, $\omega = 2\%$). Соответственно при $\varphi = 90\%$ $\omega = 10$ и 3% ; при $\varphi = 98\%$ $\omega = 20$ и 9% (см. таблицу).

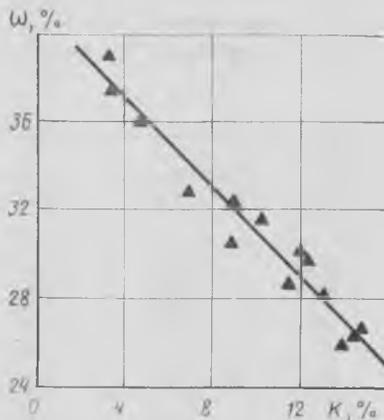
Выявленная зависимость влажностных свойств от карбонизации ячеистых бетонов особенно важна при прогнозировании влажностного состояния ограждающих конструкций и связанных с ним других свойств. Так, при степени карбонизации конструкции 50% (например, из газосиликата средней плотностью 700 кг/м^3) расчетные данные без учета этой зависимости могут искажаться на 40%.

В связи с этим крайне важно проводить аналогичные исследования других ячеистых бетонов с различными технологическими параметрами и режимами карбонизации для выявления более подробных результатов. При накоплении достаточно обширных данных по этому вопросу их целесообразно включить в методические и нормативные документы по определению влажностных свойств ячеистых бетонов с дальнейшим использованием при расчетах влажностного режима ограждений.

Выводы

Нормативную классификацию ячеистых бетонов по теплофизическим (в частности, влажностным) свойствам и долговечности необходимо осуществлять не только по названию и средней плотности, но и по более четким определяющим исходным параметрам.

Ввиду значительного разнообразия технологического формирования и генезиса микроструктуры влажностные характеристики ячеистых бетонов следует определять с учетом конкретной технологии изготовления, а также уровня их карбонизации.



Зависимость сорбционной влажности ω от уровня карбонизации k газосиликата, $\rho_{m0} = 700 \text{ кг/м}^3$, при температуре $23 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 100%

Карбонизационная стойкость ячеистого бетона на шлакощелочном вяжущем

Одним из факторов, определяющих долговечность автоклавного ячеистого бетона, является его стойкость при воздействии углекислого газа. Этот процесс для бетонов на традиционных вяжущих довольно подробно изучался [1, 2].

Аналогичные исследования для ячеистого бетона автоклавного твердения на шлакощелочном вяжущем до недавнего времени не проводились. В лаборатории ячеистых бетонов и конструкций НИИЖБ была изучена карбонизационная стойкость этого материала в соответствии с требованиями [3].

В качестве исходных сырьевых материалов применялись металлургические гранулированные шлаки: доменные (Новокузнецкого завода, $M_{осн} = 1,03$; Карагандинского комбината, $M_{осн} = 0,85$); никелевого производства (комбината Южуралникель, $M_{осн} = 0,56$).

Щелочным активизатором служил щелочной плав — продукт Березниковского содового завода, отвечающий требованиям ТУ 6-18-45-68. Прочие сырьевые материалы — кремнеземистый компонент (песок Люберецкого карьера), порообразователь (ПО-6) и вода — отвечали требованиям СН 277-80.

Автоклавную обработку образцов осуществляли при давлении 8 атм по режимам, рекомендованным СН 277-80 для ячеистого бетона объемной массой 600 кг/м³. Ячеистый бетон приготавливали по пенобетонной технологии.

Искусственной карбонизации под-

Таблица 1

Вид шлака	Прочность автоклавного ячеистого бетона, кгс/см ²		Динамический модуль, кгс/см ²	Усадка, мм/м
	при сжатии	при растяжении и изгибе		
Основной доменный	69,5	12,1	27 200	0,50
Кислый доменный	72,7	16,4	29 500	0,45
Кислый никелевого производства	35,4	8,3	17 300	0,40

вергали составы ячеистого бетона на шлакощелочном вяжущем, изготовленные с использованием молотых гранулированных шлаков и кремнеземистого компонента с оптимальной точностью помола соответственно 4000—4500 и 2000—2500 см²/г. Расход щелочного активизатора при расчете на сухое вещество для бетона на основном доменном шлаке составлял 6%, на кислом доменном шлаке — 9, на кислом шлаке никелевого производства — 11%. Оптимальное количество кремнеземистого компонента для бетона на основном доменном шлаке составляло 20%, на кислом доменном шлаке — 10, на кислом шлаке никелевого производства — 5%.

На указанных составах были получены автоклавные ячеистые бетоны объемной массой 600 кг/м³, их прочностные показатели приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены физико-механи-

ческие характеристики ячеистого бетона $\gamma = 600$ кг/м³ на шлакощелочном вяжущем после воздействия искусственной карбонизации. Следует отметить, что после воздействия CO₂ в течение 21 сут степень карбонизации бетона достигает 100%, а масса образцов увеличивается в среднем на 9%. Приблизительно через сутки на поверхности образцов появляется сетка трещин (степень карбонизации 35—40%), что можно объяснить возникновением растягивающих напряжений между внешним карбонизованным и внутренним, не подвергшимся действию карбонизации, слоями образца. К концу 3—4 сут (степень карбонизации 60—75%) трещины исчезают за счет продвижения границы карбонизации внутрь образца и релаксации возникших напряжений. Но приобретенные при этом микродефекты вызывают снижение прочности при изгибе на 13—30% и динамического модуля упругости на 20—25%.

Усадочные деформации достигают максимума к 7 сут карбонизации (степень карбонизации 80—90%).

Анализируя данные табл. 1 и 2, следует также отметить, что процессы карбонизации идут более активно в бетонах на шлакощелочном вяжущем, содержащих большее количество кальциевых соединений. Ячеистый бетон на кислом шлаке никелевого производства дает менее интенсивное уменьшение динамического модуля и прочности при изгибе при карбонизации, чем бетон на доменных шлаках.

Изучение фазового состава образцов автоклавного ячеистого бетона на шлакощелочном вяжущем показало, что в бетоне до карбонизации в основном присутствуют низкоосновные гидросиликаты кальция (таберморит, ксонотлит), частично гидрогранаты, щелочные гидроалюмосиликаты типа анальцима натролита. После карбонизации в этом материале были обнаружены в основном кальцит, арагонит, в незначительном количестве — щелочные гидроалюмосиликаты и ватерит, отмечено содержание α -кварца и аморфной кремнекислоты.

Сопоставив результаты проведенных испытаний с соответствующими данными для ячеистых бетонов на основе известково-шлакового вяжущего автоклавного твердения [1], следует отметить, что процессы карбонизации в ячеистом бетоне на шлакощелочном вяжущем идут приблизительно таким же образом, как и в бетонах на известково-шлаковых вяжущих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резенфельд Л. П., Нейман А. Г. Автоклавный беспесчаный газошлакобетон. М., Стройиздат, 1967.
2. Тезисы докладов II республиканской конференции «Долговечность конструкций из автоклавных бетонов». Таллин, 1975.
3. Руководство по методам испытания стойкости ячеистых бетонов. М., НИИЖБ, 1975.

Таблица 2

Вид шлака	Длительность карбонизации, сут	Прочность, кгс/см ²		Динамический модуль упругости	Усадка, мм/м
		при сжатии	при изгибе		
Основной доменный	3	78,1	10,8	19 840	3,20
	7	75,5	10,0	19 830	4,10
	14	73,2	9,1	19 760	4,80
	21	71,6	8,7	19 700	4,90
Кислый доменный	3	78,3	14,5	20 100	2,80
	7	75,5	13,0	20 100	3,95
	14	74,7	12,1	20 000	4,50
	21	73,1	11,7	20 150	4,55
Кислый никелевого производства	3	39,5	7,5	15 400	2,85
	7	38,1	6,8	15 400	3,90
	14	37,5	6,5	15 100	4,30
	21	36,3	6,1	15 100	4,30

Жесткость плит перекрытий в упругопластической стадии

В ЦНИИЭП жилища исследовали жесткость железобетонных плит перекрытий в упругопластической стадии деформирования для установления величины, являющейся действительной жесткостью конструкции, изучения особенностей ее изменения при первичном и последующих нагружениях и выявления связи упругих и пластических параметров конструкции.

Для описания процесса деформирования конструкций под действием статической нагрузки в упругой стадии при сжатии и растяжении используют модуль упругости материала, а при изгибе — произведение модуля упругости на геометрическую характеристику поперечного сечения конструкции (жесткость). На графике $M-u$ жесткость отображается углом наклона прямой к оси u , характеризующей зависимость между моментом и соответствующим ему упругим прогибом (α_0 на рис. 1).

Для описания процесса деформирования изгибаемых конструкций в упругопластической стадии используют значение секущей жесткости, отображенной на графике $M-u$ углом наклона секущей к оси u , характеризующей зависимость между моментом и соответствующим ему упругопластическим прогибом (α_1 и α_2 на рис. 1). Однако секущая жесткость не является действительной жесткостью конструкции, ее можно использовать только при первичном нагружении. Также нет оснований принимать за действительную жесткость, отображенную касательной к кривой на рис. 1.

Известно, что жесткость — это способность конструкции или тела сопротивляться образованию деформаций. С другой стороны, способность конструкции сопротивляться изменению формы или объема (деформированию) под действием нагрузки определяется упругостью, характеризующейся восстановлением формы или объема после снятия напряжений. Отсюда следует, что эти понятия равнозначны в описании способности конструкции к сопротивлению деформированию. Поскольку упругость конструкции характеризуется величиной упругих (обратимых) деформаций, то и жесткость должна оцениваться только по упругим деформациям.

Таким образом, в упругопластической стадии действительной является жесткость конструкции, определяемая по упругим прогибам (упругая жесткость), известная как жесткость при повторном нагружении. Ее используют при динамических исследованиях. Для получения упругих деформаций, а следовательно, и

жесткости конструкция должна быть разгружена частично или полностью.

Величину упругой жесткости конструкции, соответствующей данному моменту, можно вычислить исходя из значений упругих прогибов, полученных при разгрузении, по формулам теории сопротивления материалов, считая процесс упругого разгрузения идеально упругим. На графике $M-u$ упругая жесткость конструкции отображается углом наклона прямой упругого разгрузения к оси u (β_1 и β_2 на рис. 1), характеризующей зависимость между моментом и упругим прогибом при разгрузении.

При первичном нагружении значение упругой жесткости конструкции $B_{u_{\max}}$ соответствует максимальному действующему моменту M_{\max} . При вторичном (упругом) нагружении, т. е. при $M < M_{\max}$, жесткость устанавливается по возникающим упругим деформациям и отображается на графике $M-u$ углом наклона прямой вторичного упругого нагружения к оси u , как и обычно в упругой стадии деформирования.

Линии упругого разгрузения и вторичного нагружения конструкции для нагрузок до $0,75 P_{\text{разр}}$ практически совпадают. При вторичном нагружении упругая жесткость конструкции остается постоянной, соответствующей M_{\max} . Появившиеся при первичном нагружении пластические прогибы при вторичном нагружении сопротивления деформированию не оказывают.

Поскольку жесткость конструкции определяют по значениям деформаций, т. е. величин, имеющих временную ха-

рактеристику, то и жесткости получают соответствующую временную характеристику. В простейшем виде это кратковременная или длительная жесткость, более уточненными могут быть секундная, минутная, суточная, годовая жесткости, считая с момента приложения нагрузки ($B_{u_{\max}}$). Необходимость введения временной характеристики жесткости отмечалась в опубликованных ранее работах. Для практических целей все процессы деформирования конструкций по изменению их прогиба во времени можно разделить на относительно устойчивые и неустойчивые. Устойчивым считается процесс с определенной временной характеристикой, при котором можно пренебречь последующим изменением прогиба во времени. Только для такого процесса можно говорить о постоянстве каких-либо параметров, в частности упругой жесткости при повторных нагружениях.

Длительное время большинство исследователей принимали упругие характеристики железобетонных конструкций в упругопластической стадии деформирования постоянными, что на графиках $M-u$ отражалось параллельностью линий разгрузения или неизменностью величин так называемых упругомгновенных деформаций конструкций, например при длительном выдерживании.

Однако в результате испытаний железобетонных плит перекрытий, проведенных в ЦНИИЭП жилища, и изучения опубликованных материалов установлено, что упругие характеристики конструкций в упругопластической стадии деформирования не постоянны. В статических испытаниях упругая жесткость конструкции уменьшается при увеличении нагрузки или при ее длительном воздействии, что на графиках $M-u$ отображается уменьшением угла наклона линий разгрузения к оси u или увеличением упругих прогибов конструкции под постоянной нагрузкой [1]. При динамических испытаниях уменьшение упругой жесткости фиксируется снижением частот собственных колебаний конструкции под постоянной нагрузкой. Изменение упругих свойств конструкций (тел) при работе в упругопластической стадии отмечается также в машиноведении, механике грунтов [2].

Эти положения можно проиллюстрировать результатами статических и динамических испытаний сплошных железобетонных плит перекрытий. Две плиты размером $5,7 \times 3,18$ м, толщиной 0,1 м, выполненные из бетона марки М250, армированные в двух направлениях стержнями $5\text{Ø}8\text{А-I}$ и $5\text{Ø}6\text{А-I}$, загружали циклически возрастающей статической равномерно распределенной нагрузкой до разрушения с полной разгрузкой после каждого цикла. Приращение нагрузки цикла составляло 1 кН/м^2 . После приложения или снятия нагрузки цикла плиты выдерживали в течение суток для стабилизации прогибов. Одновременно определяли частоты собственных колебаний плит, которые создавали ударами стандартного груза. Нагрузка собственной массы составляла $2,3 \text{ кН/м}^2$, разрушающая нагрузка на плиту (с учетом собственной массы) — 12 кН/м^2 . В ходе экспериментов замеряли нагруженные и разгрузочные прогибы плит с различными временными характери-

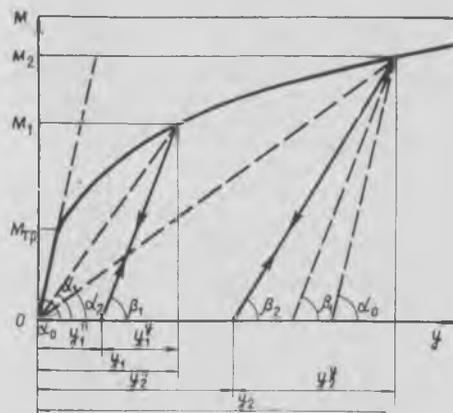


Рис. 1. Характеристика жесткостей конструкции

ками. В пределах статической нагрузки до $0,7 P_{\text{разр}}$ суточный процесс деформирования считали устойчивым.

По значениям суточных нагрузочных упругопластических и разгрузочных упругих прогибов подсчитали значения секущих и упругих жесткостей плит, соответствующих нагрузке каждого цикла, по значениям частот собственных колебаний плит, измеренных после снятия статической нагрузки цикла, — их динамические жесткости (рис. 2). Результаты испытаний плит оказались идентичными.

В процессе нагружения значения жесткостей плит уменьшились, причем расхождение увеличивалось с ростом нагрузки. Так, при возрастании нагрузки с $0,3 P_{\text{разр}}$ до $P_{\text{разр}}$ статическая (суточная) секущая жесткость плит снизилась в 4,5, упругая жесткость — в 2,5 раза. При этом отношение между ними возросло с 1,05 до 1,8. Следовательно, действительная упругая жесткость плит была больше расчетной секущей. Статическая упругая жесткость плит меньше динамической, соответствующей той же максимально действовавшей статической нагрузке. Динамическая жесткость за это время уменьшилась в 1,6 раза, причем отношение динамической жесткости к упругой увеличилось с 1,1 до 2,5, что объясняется главным образом различием их временных характеристик.

В настоящее время формулы для установления упругой жесткости плит в зависимости от максимального момента (нагрузки) нет. Для данных плит оказалось возможным аппроксимировать эту зависимость формулой

$$B_{M_{\text{макс}}}^y = B_{P_{\text{макс}}}^y = 4500 \frac{1}{P_{\text{макс}}}$$

В зарубежных источниках приводится формула для подсчета повторной жесткости, являющейся промежуточной между начальной упругой и секущей жесткостью конструкции. Однако исследования показали, что она не всегда соответствует действительности.

Принимая во внимание изменяемость упругих характеристик конструкций в упругопластической стадии, встает вопрос о взаимосвязи упругости и пластичности, рассматривающихся в настоящее время раздельно. На графике $M-y$ при устойчивом упругопластическом деформировании конструкции участок первичного нагружения (2 на рис. 3) между

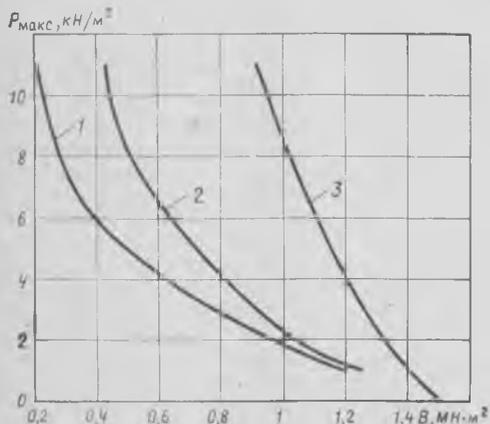


Рис. 2. Уменьшение секущей (1), упругой (2) и динамической (3) жесткостей железобетонных плит перекрытий при увеличении нагрузки

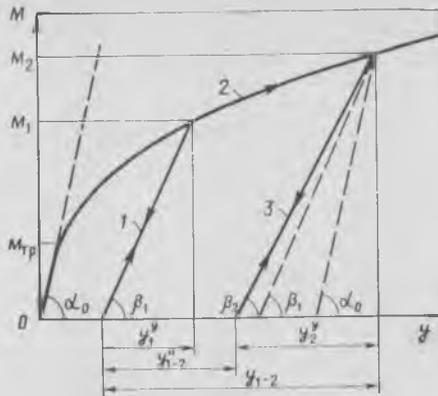


Рис. 3. График упругопластического устойчивого деформирования конструкции
1, 3 — участки упругого деформирования; 2 — участок упругопластического деформирования

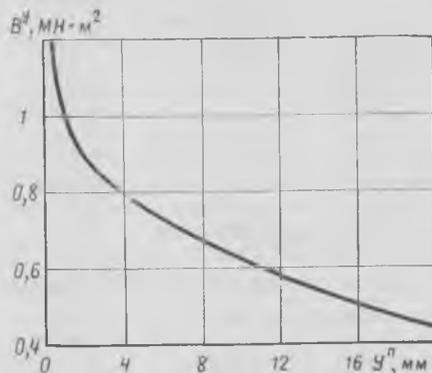


Рис. 4. Нарастание пластического прогиба железобетонных плит перекрытий при уменьшении упругой жесткости

двумя линиями упругого разгрузки от M_1 и M_2 ($M_1 < M_2$) характеризуется уменьшением упругой жесткости и появлением пластических прогибов. На участках вторичного нагружения (1, 3 на рис. 3) изменения упругой жесткости не отмечается и появления пластических деформаций не наблюдается. Следовательно, изменение упругой жесткости связано с появлением пластики, и наоборот, наличие пластических деформаций свидетельствует об изменении упругой жесткости. При устойчивом упругопластическом деформировании конструкции уменьшение упругой жесткости с ростом момента (нагрузки) увеличивает пластический прогиб. При неустойчивом упругопластическом деформировании уменьшение упругой жесткости, происходящее под постоянной нагрузкой, сопровождается нарастанием упругих и пластических прогибов.

По результатам исследований железобетонных плит перекрытий, проведенных автором, построен график зависимости уменьшения статической суточной упругой жесткости плит и нарастания пластических прогибов для устойчивого деформирования ($y_{\text{макс}}^n$). Для рассмотренных плит она аппроксимируется кривой: $y_{\text{макс}}^n = a(b - B_{M_{\text{макс}}}^y)^2$ ($a = 0,2$; $b = 12,7$) (рис. 4). Таким образом, упругая жесткость конструкции определяет величину как упругой, так и пластической части прогиба. Так, упругопластический прогиб испытанных плит

перекрытий под первичной нагрузкой $7,3 \text{ кН/м}^2$ для устойчивого суточного деформирования можно установить исходя из упругой суточной жесткости, соответствующей максимально действующей нагрузке $B_{7,3}^y = 0,75 \text{ МН·м}^2$. Упругую часть прогиба вычисляем как для идеально упругого деформирования по формуле

$$y = \frac{\alpha_p l_m}{12 B}$$

где y — прогиб; p — нагрузка; l_m — меньший пролет панели; B — жесткость; α — коэффициент, зависящий от вида нагрузки, условий опирания и размеров панели в плане. Принимаем $y = y_{7,3}^y$; $B = B_{7,3}^y = 0,75 \text{ МН·м}^2$; $\alpha = 0,1$, тогда

$y_{7,3}^y = 7,8 \text{ мм}$. Пластическую часть прогиба определяем как функцию упругой жесткости: $y_{7,3}^n = 5,41 \text{ мм}$ (см. рис. 4). Следовательно, упругопластический прогиб плиты под первичной нагрузкой $7,3 \text{ кН/м}^2$ равен $12,41 \text{ мм}$, что соответствует экспериментальным данным. Прогиб плиты при повторном нагружении $4,3 \text{ кН/м}^2$ можно установить исходя из упругой жесткости, соответствующей максимальной нагрузке при первичном нагружении $B_{7,3}^y = 0,75 \text{ МН·м}^2$.

Упругую часть прогиба вычисляем по формуле Галеркина: $y_{4,3}^{7,3} = 4,56 \text{ мм}$. Пластическая часть прогиба при повторном нагружении для устойчивого деформирования не меняется и остается равной пластическому прогибу первичного нагружения ($y_{7,3} = 5,41 \text{ мм}$), тогда $y_{4,3}^{7,3} = 9,97 \text{ мм}$. Прогиб панели под той же нагрузкой $4,3 \text{ кН/м}^2$, но при первичном нагружении был значительно меньше $y_{4,3} = 5,57 \text{ мм}$ исходя из соответствующей упругой жесткости $B_{4,3}^y = 1,04 \text{ МН·м}^2$. При этом упругая часть прогиба составляла $3,3 \text{ мм}$, пластическая $0,27 \text{ мм}$. Таким образом, действие нагрузки $7,3 \text{ кН/м}^2$ привело к уменьшению упругой жесткости плиты в 1,4 раза, что выразилось в повышении в 1,8 раза упругопластического прогиба под повторной нагрузкой $4,3 \text{ кН/м}^2$.

В результате установлено, что упругая жесткость является по сравнению с секущей более дифференцированной характеристикой. Значение этой жесткости конструкции можно использовать как при первичном, так и при повторном нагружении, поскольку величина упругой жесткости включает предысторию нагружения.

Важнейшая особенность упругой жесткости заключается в возможности ее фиксации в условиях эксплуатации плит перекрытий, например при частичной разгрузке в статических или в динамических испытаниях. Знание действительной упругой жесткости позволит правильно оценить деформативность железобетонных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кульгин Ю. С., Белобров И. К. Деформации бетона при многократно повторяющихся нагрузках. IV конференция по бетону и железобетону. М., Стройиздат, 1966.
- Шишмарев О. А., Кузьмин Е. Я. Зависимость упругих постоянных металла от пластических деформаций. — Известия АН СССР ОТН механика и машиностроение, 1961, № 3.

УДК 69.003:658.152.338.94

И. Н. ПАВЛОВ, инж. (Ленгипростром)

О действенности нормативов удельных капитальных вложений

Нормативы удельных капитальных вложений (УКВ) применяются в проектировании для оценки эффективности полученных решений. Определяя необходимые затраты на единицу мощности проектируемых предприятий в планируемом периоде, они являются своеобразным инструментом для выявления неэкономичных проектов и неоправданных капитальных вложений. Для успешного выполнения этой задачи нормативы УКВ должны быть универсальными, т. е. пригодными для всех случаев проектирования, а также должны учитывать все факторы, влияющие на формирование капитальных вложений.

Разработанные на одиннадцатую пятилетку нормативы УКВ для заводов сборных железобетонных конструкций, к сожалению, не отвечают этим требованиям. Так, указанный в пояснительной части сборника нормативы состав заводов сборного железобетона описан в общих чертах и не дает четкого представления о том, что учтено и что не учтено при определении нормативов УКВ, как это согласуется с технологией производства. В результате нельзя провести сравнительный анализ капитальных вложений проектируемых предприятий.

Для расчета нормативов за единицу измерения принят 1 м^3 изделий без учета материалоемкости и сложности его изготовления. Но именно последние факторы являются решающими при определении величины нормативов. В прямой зависимости от них находятся трудовые и энергетические затраты на 1 м^3 изделий и технологическое время на его изготовление, что в конечном итоге и определяет необходимые размеры производственных площадей. Этот недостаток делает упомянутые нормативы несопоставимыми с проектными УКВ и мало пригодными для их оценки.

Сейчас при оценке проектных УКВ считают, что они должны быть меньше нормативных. Но на одном и том же оборудовании по одинаковой технологии могут изготавливаться изделия с разными техническими характеристиками, в ре-

Таблица 1

Мощность заводов, тыс. м^3	Нормативы* УКВ, р.	E_n УКВ, р. (при $E_n = 0,17$)	Себестоимость 1 м^3 , р. (при цене 70 р. за 1 м^3)	E_n УКВ Z_n
200	63	11	59	0,16
150	65	11	59	0,16
100	68	12	58	0,17
80	71	12	58	0,17
50	76	13	57	0,18
25	84	14	56	0,20

* Нормативы удельных капитальных вложений по отраслям «Строительство» и «Промышленность строительных конструкций и деталей» на 1981—1985 гг. М., Стройиздат, 1980.

зультате чего технологическое время изготовления 1 м^3 будет неодинаковым. Следовательно, в одних случаях технологические линии будут незагруженными, хотя УКВ могут быть в пределах нормативов, в других — перегруженными, и тогда для обеспечения запланированного выпуска продукции потребуются дополнительные производственные площади и более высокие УКВ на 1 м^3 изделий, которые могут превысить нормативные.

Не способствует успешному применению нормативов в проектном деле и отсутствие возможности сравнивать нормативы УКВ заводов одного назначения, но разной мощности. Например, нормативы заводов ЖБИ для промышленного строительства по показателям эффективности соответствуют разному 1 м^3 изделий, отличающихся ценой, а следовательно, трудоемкостью и энергоемкостью изготовления. Вот почему нормативы УКВ, рассчитанные по ближайшему по мощности нормативу или в интервале

Таблица 2

Мощность заводов, тыс. м^3	E_n	E_n УКВ (при цене 70 р. за 1 м^3)	Нормативная себестоимость 1 м^3 , р. (C_n)	E_n УКВ Z_n
200	0,30	19	51	0,27
150	0,30	19	51	0,27
100	0,28	18	52	0,26
80	0,20	14	56	0,20
50	0,15	11	59	0,16
25	0,12	10	60	0,15

между таковыми, как это делается сейчас, являются ошибочными.

Для доказательств несопоставимости нормативов УКВ заводов одного назначения достаточно проанализировать табл. 1. Расчеты в приведенных таблицах выполнены при следующих условиях: за основу принимаются нормативные показатели заводов сборного железобетона для промышленного строительства; для всех заводов расчеты выполняются на 1 м^3 изделий с конкретной ценой, выражающей примерно равное технологическое время его изготовления при одинаковой технологической структуре производства; значения нормативов УКВ берутся без стоимости привязки, так как изменения объемов производства влияют только на производственную часть нормативов.

Как видно из табл. 1, себестоимость 1 м^3 изделий, рассчитанная как разность между ценой и нормативной прибылью (E_n УКВ) при равном для всех заводов нормативном коэффициенте эффективности капитальных вложений (E_n), возрастает с увеличением мощности заводов. Это ставит предприятия большей мощности в льготные условия по сравнению с маломощными, так как они одинаковый нормативный срок окупаемости капитальных вложений обеспечивают при более высокой себестоимости. В этом случае у всех заводов приведенные затраты (Z_n) на единицу продукции равны ее цене. Нормативные величины себестоимости 1 м^3 и приведенные затраты на его производство с ростом мощности заводов уменьшаются. Такое противоречие доказывает, что нормативы УКВ рассчитаны на 1 м^3 изделий с разной ценой.

Расчеты с учетом необходимого увеличения коэффициента E_n при запланированном снижении нормативных УКВ и себестоимости показывают (табл. 2), что у заводов одного назначения разной мощности приведенные затраты на 1 м^3 будут одинаковыми и равны цене. Из этого можно сделать вывод, что равные приведенные затраты на единицу про-

дукции заводов одного назначения являются признаком сопоставимости их нормативных показателей.

В табл. 1 и 2 рассчитан также показатель $\frac{E_n \text{ УК}}{З_n}$ — отношение нормативной прибыли к приведенным затратам. Расчеты показывают, что этот показатель (см. табл. 1) при одинаковом коэффициенте E_n для всех заводов с ростом их мощности уменьшается. Наверное, нельзя признать правильным, когда заводы с большей мощностью имеют меньшую нормативную прибыль на единицу продукции. Как показано в табл. 2, с ростом мощности заводов она должна увеличиваться. И если этого не происходит, значит, нормативы УКВ заводов сборного железобетона для промышленного строительства разработаны на разный по цене 1 м³ изделий.

При равной цене за 1 м³ уменьшение нормативной его себестоимости с ростом мощности заводов обуславливает увеличение коэффициента E_n на величину, равную зоне ее снижения. Это можно представить в виде

$$\frac{E_{n1} \text{ УК}_1 - E_n \text{ УК}}{C_n} = E_{n1} - E_n, \quad (1)$$

где E_n, E_{n1} — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений при первоначальной себестоимости и после ее снижения; УК, УК₁ — УКВ до и после снижения себестоимости, р.; C_n — первоначальная нормативная себестоимость единицы продукции, р.

Перечисленные выше недостатки характерны для нормативов всех заводов сборного железобетона. Для того чтобы ликвидировать несопоставимость нормативов, нужно ввести в практику их расчетов дополнительный показатель — коэффициент капиталоемкости единицы продукции. Он позволит учитывать изменения УКВ на 1 м³ изделий, обусловленные разными затратами труда и энергоресурсов на его изготовление. Как показано ниже, значения этого коэффициента могут быть рассчитаны по отношению $\text{УК}/З_n$ в котором $З_n$ равны цене.

Все расчеты в табл. 1 и 2 выполнены на 1 м³ изделий с ценой, равной 70 р., т. е. приведенным затратам. Она соответствует нормативным УКВ и себестоимости завода мощностью 25 тыс. м³ в год, так как при этой цене обеспечивается нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений 0,12. Цена ниже 70 р. за 1 м³ принята быть не может, так как тогда E_n будет ниже 0,12, а при более высокой цене E_n будет больше 0,12. Принимать за точку отсчета цену, повышающую эффективность капитальных вложений выше нижнего предела народнохозяйственного уровня для

завода мощностью 25 тыс. м³ в год, наверное, нецелесообразно.

Естественно предположить, что при сохранении нормативных условий по составу заводов и технологической структуре их производства нормативы УКВ и себестоимость единицы продукции заводов одного назначения и разной мощности будут изменяться прямо пропорционально отклонению цены 1 м³ от принятого для расчета нормативных показателей уровня. При этом показатели E_n и $(E_n \text{ УК})/З_n$ всегда, как бы ни изменялась цена единицы продукции, будут иметь одни и те же значения и каждому E_n будет соответствовать единственное значение показателя $(E_n \text{ УК})/З_n$. Как показано в табл. 2, с ростом мощности заводов эти показатели возрастают, значит, величина показателей $(E_n \text{ УК})/З_n$ находится в прямой зависимости от эффективности капитальных вложений.

Величина коэффициента капиталоемкости $\text{УК}/З_n$ находится в обратной зависимости от эффективности капитальных вложений и также соответствует определенному значению коэффициента E_n . А так как в нашем случае приведенные затраты всегда равны цене 1 м³ изделий, для которого рассчитываются нормативные данные, то коэффициент $\text{УК}/З_n$ может быть использован для расчета величины норматива УКВ по цене 1 м³, для чего необходимо значение этого коэффициента при заданном E_n умножить на его цену.

Рассчитанный таким образом норматив всегда соотносится с конкретным 1 м³ изделий с конкретной ценой, а его величина ставится в прямую зависимость от трудоемкости и энергоемкости готовой продукции и заданного уровня эффективности капитальных вложений. При равных ценах на единицу продукции и коэффициентах эффективности (E_n) нормативы УКВ для производственной части заводов одного назначения разной мощности будут одинаковыми. Значит, заводы производят продукцию равной капиталоемкости и на единицу продукции получают одинаковую прибыль.

Производственный опыт свидетельствует о том, что заводы разной мощности не могут иметь одинаковую капиталоемкость продукции. С ростом концентрации производства она уменьшается, но в этом случае обязательно растет эффективность капитальных вложений. Следовательно, необходимо для каждого конкретного завода в таблицах нормативов указывать свой коэффициент E_n .

Значения коэффициента капиталоемкости для производственной части (K_n) заводов всех назначений, т. е. без стоимости привязки, при разных коэффициентах E_n для нового строительства

и условий I территориального пояса стоимости строительно-монтажных работ, второго климатического района, первой зоны и сейсмичности не более 6 баллов рассчитаны в табл. 3. Для остальных поясов и районов рассчитанные по K_n нормативы корректируются поправочными коэффициентами. Коэффициенты K_n в табл. 3 рассчитаны по формуле

$$K_n = \frac{(E_{n1} - E_n) + E_n \text{ УК}}{E_n \text{ } З_n}. \quad (2)$$

Таблица 3

Вид строительства	Значения коэффициентов K_n при E_n				
	0,12	0,14	0,17	0,20	0,25
Жилищное: заводы выпускающие перспективные серии домов	1,84	1,67	1,53	1,41	1,29
заводы объемно-блочного домостроения	1,06	1,04	1,01	0,99	0,97
Промышленное	1,20	1,15	1,09	1,06	1,02
Водохозяйственное	1,29	1,23	1,16	1,11	1,06
Сельское	1,18	1,14	1,09	1,05	1,01
Элеваторостроение	1,23	1,17	1,12	1,08	1,03
Энергетическое	0,99	0,98	0,96	0,95	0,93

За основу расчетов приняты нормативные показатели и вычисленные по ним приведенные затраты при $E_n=0,12$ для заводов наименьшей мощности.

Аналогичные коэффициенты капиталоемкости продукции могут быть рассчитаны и для других форм воспроизводства основных фондов железобетонного производства — реконструкции, расширения и технического перевооружения действующих предприятий. Следует иметь в виду, что использование этого коэффициента для определения величины нормативов возможно только при полной загрузке оборудования проектируемых заводов.

Применение коэффициентов капиталоемкости для расчетов УКВ позволит устранить недостатки и сделает нормативы универсальными в применении. Рассчитанные с помощью этих коэффициентов нормативы правильно оценивают стоимость строительства объектов на заданный объем производства с учетом его рентабельности.

Для повышения действенности нормативов УКВ целесообразно также в пояснительной записке к ним давать подробное описание состава заводов, технологическую структуру производства и соотношение стоимости оборудования на единицу площади при разных способах организации производства. Это позволит скорректировать рассчитанные по коэффициенту капиталоемкости (K_n) нормативы УКВ для проектируемых предприятий, у которых состав и технологическая структура производства будут отличаться от нормативных.

УДК 69.025.02:658.527

Конвейерная линия по производству многопустотных панелей перекрытий

В тресте «Железобетон» (г. Горький) на ЖБК-1 в мае 1982 г. внедрена конвейерная линия по производству многопустотных панелей перекрытий с термообработкой в двухъярусных щелевых камерах (см. рисунок). Нестандартное оборудование для конвейерной линии разработано КБ по железобетону Госстроя РСФСР, а разработка и привязка строительной части осуществлена Горьковским институтом Промстройпроект.

Линия привязана в пролете 18×138 м с четырьмя двухъярусными щелевыми камерами, вынесенными за пределы цеха. Оголовки камер, в которых работают подъемники-снижатели, закрыты пролетами 18 и 24 м. Годовой объем производства линии составляет 87 660 м³. Производственная площадь равна 2390 м². Съем с 1 м² производственной площади 36,7 м³. Линию обслуживают 34 рабочих. Выпуск продукции на одного производственного рабочего составляет 2579 м³.

Использование форм-вагонеток размером $7800 \times 3580 \times 430$ мм позволяет изготавливать многопустотные плиты разных габаритов: по длине до 7,5 м и по ширине 1,2—3 м.

Формование осуществляется на унифицированном поддоне-вагонетке, перемещающемся с поста на пост специальным приводом.

Операции распределяются по постам линии. Вначале производится механизированная резка напряженных стержней, затем чистка и смазка поддонов. Далее стержни нагреваются электротермическим способом и укладываются в упоры поддона. На формовочном посту № 7 к формирующей рамке поднимается поддон-вагонетка, вводятся вибропуансоны и укладывается бетонная смесь, после чего вибропригрузом уплотняется верхний слой. Оба формовочных поста № 7 и 10 могут работать независимо друг от друга. После осмотра, мелкого ремонта и освобождения монтажных петель поддоны-вагонетки поступают на платформу передвижного подъемника-снижателя для загрузки в щелевую камеру. После термообработки по режиму $2+8+2$ ч вагонетки поступают на пост распалубки и цикл повторяется.

Внедрение конвейерного способа производства с высоким уровнем механизации технологических операций позволило вдвое увеличить производительность труда, улучшить качество выпускаемых изделий и повысить использование производственных площадей.

Техническую документацию можно получить по адресу: 606632, г. Горький, ГСП-1377, ЖБК-1.

Н. М. ДАВЫДОВ, инж.
(ПТТ Оргтехстрой Главволговятскстроя)

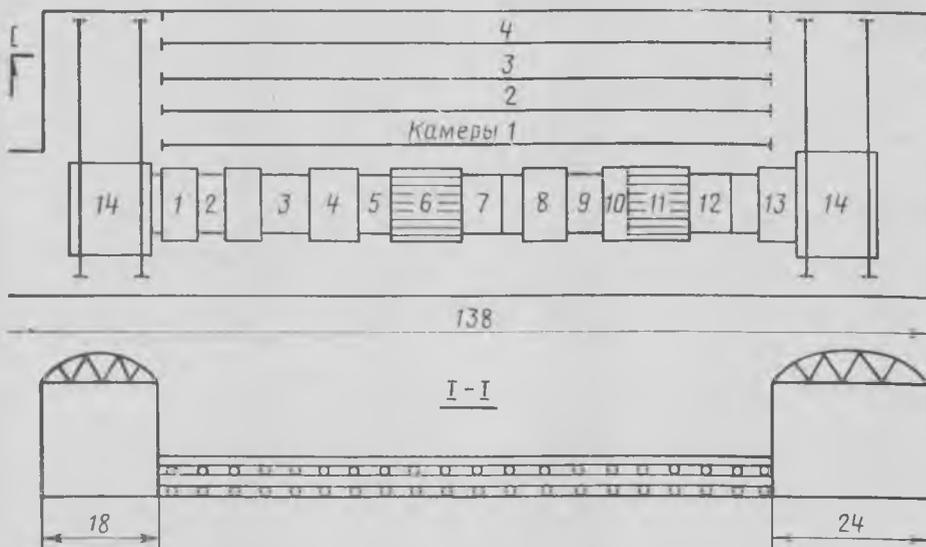


Схема конвейерной линии для выпуска многопустотных панелей перекрытий

Посты: № 1 — механизированная резка напряженных стержней; № 2 — механизированная чистка и смазка поддонов; № 3, 4 — электротермический нагрев стержней и укладка их в упоры поддона; № 5, 6, 8, 9, 11 — промежуточные; № 7, 10 — формовочные; № 12, 13 — осмотр, мелкий ремонт и освобождение монтажных петель; № 14 — подъемники-снижатели для разгрузки и выгрузки щелевых камер

В Госстрое СССР

Постановлением Госстроя СССР от 28 декабря 1982 г. № 306 утвержден и с 1 января 1984 г. вводится в действие разработанный ВНИПИИстромсырьем совместно с ВНИИнерудом Минстройматериалов СССР, Донецким Промстройинипроектом и НИИЖБ Госстроя СССР,

Союздорнии и ЦНИИС Минтрансстроя и ВНИИГ им. Веденеева Минэнерго СССР государственный стандарт «Щебень, гравий и песок для строительных работ. Методы определения содержания сернистых соединений» (ГОСТ 25589—83).

Постановлением Госстроя СССР от 31 декабря 1982 г. № 339 утвержден и с 1 января 1984 г. вводится в действие

разработанный ВНИИГ им. Веденеева Минэнерго СССР, НИИЖБ и Донецким Промстройинипроектом Госстроя СССР, ВНИИЖелезобетоном и ВНИПИИстромсырьем Минстройматериалов СССР, ДИСИ Минвуза Украинской ССР государственный стандарт «Смесь золошлаковая тепловых электростанций для бетона. Технические условия» (ГОСТ 25592—83),

УДК 624.073.7

Я. С. КОЗИЦКИ, Т. Т. УРБАН, кандидаты техн. наук
(Лодзинский политехнический ин-т, ПНР)

Анализ несущей способности железобетонных перекрытий в зоне сопряжения плиты с колонной

На основе экспериментов, выполненных в последние годы в Лодзинском политехническом институте [1], с учетом работы [2] предложен сравнительно точный метод определения прочности на продавливание опорных зон перекрытий, возводимых методом подъема, который базируется на подходе, изложенном в источнике [3].

В рассмотренном методе расчета принято, что несущая способность перекрытия на продавливание (сила V_T) равна сумме прочностей на продавливание железобетонной плиты $V_{жб}$ и ветвей стального воротника $V_{вр}$, т. е.

$$V_T = V_{жб} + V_{вр}. \quad (1)$$

Согласно [2], прочность на продавливание железобетонной плиты определяется по формуле

$$V_{жб} = 280,6 A_k (0,7 + 0,183 \mu_a R_a) \sqrt{R_k}, \quad (2)$$

где A_k — площадь критического сечения, м²: $A_k = (2c_1 + 2c_2 + 2h_0)$; c_1, c_2 — длины внешних сторон воротника; h_0 — рабочая высота плиты; μ_a — средний коэффициент армирования растянутой зоны.

Второй член формулы (1) хорошо отражает зависимость

$$V_{вр} = \eta \frac{\sum M_{пл}}{l_{вр} - 0,5c}. \quad (3)$$

Плита	$V_{оп}$ по [2], кН	Источник			
		СН 451-72	[4]	[2]	[1]
П-1	480	448*	375	509	509
	456	1,07; 1,02	1,28; 1,22'	0,940; 0,900	0,940; 0,900
П-2	480	448	375	509	509
	492	1,07; 1,10	1,28; 1,31	0,940; 0,970	0,940; 0,970
П-3	544	605	420	537	537
	540	0,90; 0,89	1,30; 1,29	0,990; 0,995	0,990; 0,995
П-4	515	447	340	529	529
	493	1,15; 1,10	1,51; 1,45	0,980; 0,930	0,980; 0,930
П-5	538	574	413	545	545
	535	0,94; 0,93	1,30; 1,30	0,990; 0,980	0,990; 0,980
П-6	597	701	486	682	600
	582	0,85; 0,83	1,23; 1,20	0,880; 0,850	1,000; 0,970

* Над чертой — V_T , кН, под чертой — $\frac{V_{оп}}{V_T}$.

где $M_{пл}$ — изгибающий момент, воспринимаемый стальными ветвями воротника, с учетом полной пластической деформации на их гранях; $l_{вр}$ — вылет ветвей воротника от оси колонны; c — размер внутренней стороны воротника.

Коэффициент влияния жесткой арматуры на основании исследований [1] определяется из выражения

$$\eta = 0,05 + 0,365 \left(\frac{l_{вр} - 0,5c}{h_{вр}} - 2,3 \right), \quad (4)$$

где $h_{вр}$ — высота сечения жесткой арматуры.

В таблице сопоставлены опытные величины продавливающей силы $V_{оп}$ по данным работы [3] с теоретическими значениями V_T , рассчитанными по методике СН 451-72, работам [2, 4] и авторов.

Наиболее близкое к единице среднее

соотношение $\frac{V_{оп}}{V_T} = 0,988$ получено при

определении V_T по методике СН 451-72, однако при сравнительно большом стандартном отклонении $S = 0,101$ (для плит

П-3—П-6 $\frac{V_{оп}}{V_T} = 0,95$ при $S = 0,12$).

При расчете по предлагаемому авторами методу среднее соотношение $\frac{V_{оп}}{V_T} =$

$= 0,965$ при $S = 0,03$ (для плит П-3—

—П-6 $\frac{V_{оп}}{V_T} = 0,98$ при $S = 0,02$).

Метод Корлея — Гавкинса является слишком осторожным, поскольку занижает продавливающую силу примерно на 30%. Описанный метод расчетного определения сопротивления продавливанию применим для опорных зон перекрытий с жесткими стальными воротниками с ветвями, усиленными ребрами жесткости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kozicki J. Stan naprežen, morfologia rys i nošnosť zřacny pftyowo—sfupowych o sztywnych głowicach. Praca doktorska, Politechnika Łódzka, 1980.
- Herzog M. Wichtige Sonderfälle des Durchstanzes von Stahlbeton—und Spannbetonplatten nach Versuchen. Der Bauingenieur 49, H. 9, 1974.
- Манискевич Е. С., Морозенский В. Л., Пыжов Ю. К. Прочность на продавливание опорных зон перекрытий, возводимых методом подъема. — Бетон и железобетон, 1982, № 4.
- Corley W. G. and Hawkins N. M. Shearhead Reinforcement for Slabs.—ACI Journal, October, 1968.

Берегоукрепительные работы

В 1972 г. стальные фибры применили для армирования нескольких сотен обычных блоков «Долосси», использованных при берегоукрепительных работах на побережье залива Гумбольта

в штате Калифорния. Фибры добавляли для повышения прочности блоков на растяжение и сопротивляемости их ударным воздействиям. Как известно, высота волны в заливе Гумбольта в период зимних штормов достигает 12 м.

Блоки «Долосси» имеют внушительные размеры — 4,5 м в каждом направлении, а масса каждого из них составляет

42 т. В 40-дневном возрасте бетон блоков достиг прочности 60 МПа. Некоторые из этих блоков изготовлены без армирования, и большинство из них за прошедшие 10 лет оказались разрушенными. Из блоков, армированных фибрами, как показали результаты проведенных в 1980 г. обследований, только два или три получили повреждения.

Сессия Национального комитета ФИП

В сентябре 1982 г. в Минске состоялась очередная ежегодная сессия Национального комитета СССР ФИП. В подготовке сессии, проходившей на базе Белорусского филиала НК СССР ФИП, участвовали НИИЖБ, Госстрой БССР и Минвуз БССР, БРП НТО стройиндустрии и Минпромстрой БССР.

В соответствии с планом работы НК СССР ФИП на 1982 г. сессия рассмотрела вопросы: о ходе выполнения пятилетнего плана НК СССР ФИП и утверждение плана работы НК на 1983 г.; об участии Советского НК ФИП в работе IX конгресса ФИП, который состоялся в Стокгольме с 6 по 10 июня 1982 г.; применение метода безопалубочного формирования сборных предварительно напряженных конструкций и пути его дальнейшего развития.

В работе сессии, которая проходила в актовом зале института Минскпроект, приняло участие более 200 специалистов из 40 городов 11 союзных республик, представляющих строительные министерства, научно-исследовательские и проектные институты, конструкторские бюро, вузы и другие организации.

Сессию открыл зам. председателя Госстроя БССР В. Г. Ласточкин, который передал участникам сессии приветствие и пожелание успешной работы от правительства Белорусской ССР.

О выполнении пятилетнего плана НК СССР ФИП и о плане работы на 1983 г. доложил ученый секретарь президиума НК Н. А. Маркаров. Он рассказал об основных разделах пятилетнего плана и ходе его реализации, о работе 16 филиалов НК по подготовке вопросов к ежегодным сессиям НК и к участию СССР в работе конгрессов, а также в работе административного совета и рабочих комиссиях ФИП.

В 1983 г. очередную ежегодную сессию намечено провести на базе Владивостокского филиала НК по вопросу предварительно напряженных легкобетонных конструкций, а в 1984 г. — во Львове на базе Украинского филиала, на которой предполагается рассмотреть итоги симпозиумов ФИП в Канаде (г. Калгари) и вопросы применения напряженного железобетона в многоэтажном строительстве. В 1985 г. сессия будет проходить в Баку по проблеме самоупроченного железобетона. На сессии будут рассмотрены доклады к очередному

конгрессу ФИП, который состоится в Индии в 1986 г.

Докладчик рассказал об участии советских специалистов в различных органах ФИП, ее административном совете, в рабочих комиссиях. В течение пяти лет намечено принять участие в заседаниях административного совета в 1982—1985 гг. Заседание совета в 1984 г. будет проведено в СССР. Подготовлен к тиражированию отчет советской делегации на IX конгрессе ФИП, который разошлют в филиалы. Материалы конгресса частично будут опубликованы в журнале «Бетон и железобетон».

Председатель Белорусского филиала НК ФИП Т. М. Пецольд подробно рассказал о работах, которые ведутся в области предварительно напряженного железобетона, об истории его развития, исследованиях и проектных разработках. Большое внимание в докладе было уделено роли филиала в расширении области применения предварительно напряженных конструкций в республике. Вице-президент ФИП, председатель НК ФИП в СССР проф. К. В. Михайлов рассказал об участии Советского НК ФИП в работе IX конгресса ФИП.

С обзором и анализом материалов IX конгресса выступили Г. И. Бердичевский и В. Г. Крамарь (здания и сооружения), Л. В. Захаров (мосты), С. Г. Ионисян (технология изготовления предварительно напряженных конструкций), Н. С. Стронгин (легкобетонные конструкции), Н. Г. Дьяченко (заводское изготовление предварительно напряженных конструкций), Ю. Ю. Вайгайтис (конструкции из монолитного железобетона), Т. М. Жунусов (сейсмостойкие предварительно напряженные конструкции), Н. В. Юдина (гидротехнические сооружения и сосуды высокого давления), С. А. Романов (морские сооружения и суда).

Обзор экспонатов выставки IX конгресса сделал О. Ю. Саммал. Он подробно рассказал о различных типах контрольно-измерительных приборов, применяемых для определения влажности заполнителей бетона, измерения деформаций и напряжений внутри бетона и др.

Сессия одобрила работу НК СССР на IX конгрессе ФИП и план мероприятий по внедрению результатов командирования советских ученых и специалистов в Стокгольм. С планами мероприятий и

планом работы НК СССР ФИП на 1983 г. можно ознакомиться в филиалах НК.

На заседании сессии был заслушан также ряд докладов ученых, проектировщиков и строителей о результатах и перспективе внедрения безопалубочной технологии производства предварительно напряженных железобетонных конструкций.

Г. А. Павлюкевич, В. В. Мищенко и Н. П. Герасимчик в своих докладах обобщили опыт белорусских строителей по применению железобетонных конструкций, изготовляемых методом безопалубочного формирования, рассказали о проектных и исследовательских работах, о преимуществах и недостатках этого класса конструкций и о перспективах их дальнейшего применения в республике.

В. Д. Плащенко и А. Я. Эпп поделились опытом уральских строителей и ученых по использованию безопалубочной технологии для изготовления пустотных панелей, стеновых конструкций и других элементов, а также обосновали необходимость расширения объема выпуска этих конструкций.

Н. А. Маркаров рассказал об опыте США по безопалубочному методу изготовления предварительно напряженного железобетона и показал фильм, снятый им во время командировки в США.

В. Г. Казачек сообщил о новых конструкциях менее трудоемких предварительно напряженных колонн П-образного сечения, изготовляемых на линейных безопалубочных стендах. Исследования НИИЖБ, Промстройпроекта и БПИ показали, что применение таких колонн позволяет получать значительную экономию бетона и стали.

В прениях выступил И. Н. Ахвердов, который поделился опытом изготовления на безопалубочных стендах пустотных панелей, накопленным в Грузии и Белоруссии в 50-е годы. М. В. Младова поделилась с участниками сессии отдельными вопросами технологии изготовления конструкций на линейных стендах. Ю. Н. Карнет рассказал об опыте применения конструкций безопалубочного формирования на Урале и об исследованиях, которые ведутся сейчас в этой области. В. А. Селиванов информировал о работах по использованию зол как добавки при изготовлении различных железобетонных конструкций. В

решении по данному вопросу отмечается актуальность направления и его перспективность. Вместе с тем сессия поставила ряд вопросов перед проектировщиками, учеными и строителями, от решения которых зависит успех работы в данной области железобетона.

В заключительном слове вице-президент ФИП К. В. Михайлов подвел

итоги работы сессии, еще раз подчеркнул важность заслушанных докладов и необходимость ускорения работ в этой области преднапряженного железобетона. Отметив хорошую организацию и четкое проведение сессии в Минске, он пожелал всем участникам дальнейших успехов в труде.

Участники сессии посетили завод Мин-

промстроя БССР по изготовлению преднапряженных пустотных панелей методом непрерывного безопалубочного формования, ознакомились со строительной выставкой БССР и рядом объектов строительства в Минске.

Т. М. ПЕЦОЛЬД, председатель Белорусского филиала НК СССР ФИП, канд. техн. наук

УДК 691.327:666.973.5.061.3

Советско-финский симпозиум по ячеистым бетонам

В декабре 1982 г. в Москве состоялся симпозиум по ячеистым бетонам, организованный по инициативе финской корпорации «Лохья», владеющей предприятием по производству ячеистого бетона «Сипорекс» в Икаалине.

Советские и финские специалисты обменялись опытом изготовления и применения конструкций в строительстве обеих стран, обсудили новые тенденции в развитии данной отрасли строительного производства и высказали мнения о путях дальнейшего совершенствования этого материала с учетом современных требований по всемерной экономии сырья и энергетических ресурсов.

В Финляндии ежегодно применяется более 110 тыс. м³ бетона «Сипорекс», что в балансе строительных материалов составляет около 2% в жилищном и 15% в промышленном строительстве. В среднем в этой стране потребление «Сипорекса» занимает около 4%, что примерно соответствует удельному весу ячеистых бетонов в балансе строительных материалов в СССР.

В Финляндии около 65% «Сипорекса» используется при строительстве промышленных зданий, а остальные 35% — жилых и сельскохозяйственных зданий, причем около 80% продукции состоит из армированных изделий, а 20% — из неармированных. В СССР больше всего производится теплоизоляционных плит и мелких стеновых блоков (66% общего объема), а армированные изделия в виде стеновых панелей и перегородок жилых, гражданских и промышленных зданий, а также плит покрытий составляют 34%.

Главными изделиями из «Сипорекса» являются армированные элементы с максимальной длиной 6 и шириной 0,6 м при толщине 150—375 мм. Они используются в качестве стеновых панелей или плит покрытия и перекрытия, а также неармированных блоков размером 0,6×0,2 м при толщине 100—375 мм. Весьма популярны в Финляндии и перегородки «Сипорекс» высотой 2,5—4,2 м, шириной 0,6 м, толщиной 70 и 100 мм.

Среди номенклатуры армированных изделий из ячеистого бетона в СССР можно выделить стеновые панели однорядной разрезки на один и два планировочных модуля, которые являются наиболее индустриальными изделиями высокой степени заводской готовности, стеновые панели полосовой разрезки, а так-

же стеновые панели промышленных зданий размерами 1,2×6 и 1,8×6 м. Эти изделия достаточно эффективны, но технология их производства связана с использованием индивидуальных форм (так называемая литьевая технология) и в некоторых случаях с применением автоклавов большого диаметра (до 3,6 м).

Ячеистый бетон «Сипорекс» изготавливается по наиболее совершенной резательной технологии, обеспечивающей высокую степень автоматизации и механизации всего процесса при среднегодовой выработке на одного работающего более 900 м³ бетона. На шведской фирме «Итонг», также использующей резательную технологию, но несколько иной модификации, выработка на одного работающего превышает 1,5 тыс. м³.

В одном из докладов были приведены данные о разработанной в НИПИСиликатобетоне новой технологии изготовления ячеистых бетонов с применением резательных машин типа «Универсал» и последующей укрупнительной сборкой на заводе, что позволяет повысить технико-экономические показатели изделий и всего технологического цикла.

Анализ современных тенденций в технологии изготовления ячеистых бетонов показывает, что наиболее рациональным является сочетание резательной технологии с укрупнительной сборкой для получения изделий полной заводской готовности.

В докладе, посвященном технологии изготовления изделий из бетона «Сипорекс» плотностью 400—550 кг/м³ при прочности 1,7—4,0 МН/м², отмечены некоторые особенности, в том числе применение молотого доменного шлака для замены части цемента, предварительная тепловая обработка изделий при 40—50°C в течение 7 ч до резки массива и т. д. Особое внимание уделено вопросам контроля качества сырья и конечного продукта на всех технологических этапах. Этим вопросам финские специалисты уделяют значительно больше внимания, особенно в соблюдении требований к исходному сырью, что позволяет им стабильно получать высокие прочностные характеристики материала при столь низких плотностях.

По мнению финских специалистов, важнейшими свойствами бетона «Сипорекс» являются высокая тепло- и звукоизолирующая способность, затем огнестойкость, долговечность и только после

этого — прочностные и деформативные характеристики. Обращает на себя внимание последовательность представления характеристик материала. В отечественном нормативном документе по проектированию конструкций из ячеистых бетонов вообще отсутствуют данные о теплопроводности, которые вынесены в отдельную главу СНиП «Строительная теплотехника». Широкое применение ячеистых бетонов в ограждающих конструкциях вызвано главным образом теплозащитными свойствами материала, с чем связано и их дальнейшее развитие, особенно в связи с повышением требований в этой области во многих странах мира. Целесообразно учесть финский опыт при пересмотре отечественных норм и включить теплотехнические расчеты в качестве основных в «Руководство по проектированию конструкций из ячеистых бетонов».

В докладах были рассмотрены объекты применения конструкций из бетона «Сипорекс», конструктивные особенности зданий из ячеистых бетонов в зависимости от функционального назначения помещений, детали и узлы крепления элементов, включая применение алюминиевых гвоздей и нагелей, устройство фундаментов и кровель, оборудование проемов и т. д.

Особый интерес представило сообщение, посвященное транспортированию и монтажу изделий из бетона «Сипорекс». В Финляндии, так же как и в Швеции, фирма, производящая изделия из ячеистых бетонов, как правило, сама производит их транспортирование и монтаж, что позволяет наилучшим образом учитывать специфические особенности материала.

Корпорация «Лохья» имеет в своем распоряжении целый арсенал средств и приспособлений для транспортирования и монтажа изделий — начиная от высокопроизводительных механизмов и кончая ручным инструментом. Частично эти приспособления заимствованы у шведских фирм, а частично являются собственными разработками. Заслуживают внимания способы подъема изделий с помощью различных фрикционных захватов, позволяющих отказаться от монтажных петель, а также способы заделки и герметизации швов наружных панелей с помощью полуретановой пены и полос пористого пластика. Применение баллончиков с пенополиуретаном поз-

воляет заделывать также швы в оконных и дверных проемах, придавая сооружениям повышенную герметичность и, как следствие, экономичность с точки зрения потребления тепла. В последние годы в Финляндии все чаще проводятся натурные испытания жилых и промышленных зданий на плотность путем подачи воздуха под давлением 50 Па. При закрытых вентиляционных каналах измеряется число смен воздуха в течение 1 ч, что служит достаточно надежным показателем эксплуатационной экономичности здания.

Долговечность сооружений из ячеистого бетона во многом определяется качеством монтажных работ, особенно кровельных, правильно организованным водостоком, а также рациональным способом отделки поверхности изделий. В зависимости от внутренних и внешних условий эксплуатации поверхность изделий из ячеистого бетона можно использовать без всякой отделки, но в условиях Финляндии обычно рекомендуется отделка штукатуркой на основе известки или покраска. При этом покрытие по-

верхности рекомендуется выполнять по истечении одного отопительного сезона, в течение которого бетон высыхает.

С обобщением отечественного опыта применения ячеистых бетонов в различных областях строительства выступили также специалисты НИИЖБ.

Материалы симпозиума будут способствовать взаимному обогащению специалистов обеих стран.

В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ,
канд. техн. наук

УДК 691.327:532.13

Реология бетонных смесей и ее технологические задачи

В октябре 1982 г. в Юрмале ЛатвССР состоялся IV Всесоюзный симпозиум на названную тему (РЕОБЕТ-IV), организованный Рижским политехническим институтом с участием комиссии по реологии бетонных смесей Научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР и НТО стройиндустрии ЛатвССР.

В докладе о проблемах научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов ЛатвССР подчеркнута необходимость укрупнения несущих конструкций одновременно со снижением их массы, в том числе благодаря применению легких и тяжелых бетонов повышенных марок М700—М800 и более. Рекомендуется совершенствование технологии формирования изделий с учетом расширенного применения суперпластификаторов, способов ускорения твердения бетона и отделки поверхностей.

В одном из докладов сформулированы задачи реологии в технологии бетона (на стадиях перемешивания смесей и формирования изделий) и подчеркнута особое значение реологического подхода в связи с внедрением пластифицирующих добавок, которые по-разному влияют на стандартные реологические характеристики. Отмечена также своевременность замены стандартных характеристик удобоукладываемости более совершенными.

Освещен оригинальный подход к развиту микрореологических представлений, а именно к зависимости контактных взаимодействий и структурно-реологических свойств цементных паст, растворов и бетонных смесей. Контактные взаимодействия, обуславливающие агрегирование твердых частиц и образование пространственных структур, являются причиной нелинейности в реологическом поведении дисперсных систем. Их поведение искажается из-за возникновения локальных разрывов сплошности при сдвиговом деформировании. Даны технологические рекомендации для предотвращения этих вредных с точки зрения однородности материала разрывов.

Статистическое моделирование и оптимизация реологии и технологической механики были темой одного из докладов. В нем даны конкретные примеры и намечены дальнейшие задачи изыскания способов определения заданных свойств

бетона в зависимости от рецептурно-технологических факторов на основе функционально-математических моделей. Целесообразно установить зависимость между прямыми и косвенными реологическими характеристиками, что расширяет данные о прямых характеристиках.

Преимуществом метода ползучести при сдвиге в реологии бетонных смесей по сравнению с методами постоянной скорости деформирования и постоянной деформации является наибольшая информативность. В кратком обзоре приведены основные результаты исследований влияния вибраций, нормального напряжения, частичного вакуума, температуры, суперпластификатора, ПАВ и микроармирования на реологические свойства смесей тяжелого, ячеистого бетона и композита на гипсоцементно-песчано-цементном вяжущем.

Участниками симпозиума рассмотрен наиболее часто применяющийся метод ротационной реометрии при постоянной скорости деформирования рабочего органа. Особое внимание уделено реометрам, позволяющим создать сложное напряженное состояние и переменное по интенсивности и направлению вибрационное поле при широком спектре градиентов скорости сдвиговой деформации. С помощью разработанных оригинальных приборов получены кривые консистенности газобетонных смесей, дано новое реологическое уравнение для их описания.

Рассмотрены задачи реологической кибернетики в дисперсных системах при движении их по длинным трубам и с учетом термочувствительности. По характеру функции отклика можно определить режимы движения материала, наличие или отсутствие ядра потока; даны закономерности течения дисперсных систем с переменными по длине канала реологическими характеристиками. Обратная задача течения позволяет определить реологические характеристики.

Два доклада были посвящены реологической пенетрометрии, получившей значительное развитие в 1976—1982 гг. Выполненное Таллинским политехническим институтом и НИПИ силикатобетоном усовершенствование пенетрометра с коническим индентором заключается в фиксировании индикатора его погружения или

релаксации осевого усилия. С его помощью можно определять кроме косвенной характеристики — пластической прочности — также комплекс упруговязкопластических характеристик, присущих дисперсной системе, аппроксимируемой новой реологической моделью с двумя временами релаксации.

Один из докладов посвящен пенетрационному вискозиметру и его экспериментальной проверке. Усовершенствован ранее разработанный способ определения присущих модели Бингама предельного напряжения сдвига и пластической вязкости методом ползучести конического индентора, который применим для широкого диапазона строительных смесей.

В последующих докладах даны технологические приложения реологии. В них сформулированы основные задачи реологических исследований железобетонных изделий. Выделены три процесса формирования: течение (формоизменение), уплотнение (объемоизменение) смеси и ее поведение при немедленной распалубке. Наиболее изученным является способ виброформирования изделий.

Проанализированы вибрационные и асимметричные — ударно- и ударно-вибрационные способы формирования изделий и убедительно показаны преимущества последнего при уплотнении смесей тяжелого и легкого бетонов. Поскольку при действии на среду низких частот, присущих асимметричным способам, тиксотропное разжижение проявляется в меньшей мере, чем при вибрационных, необходимы большие значения динамического давления. Ударный способ формирования ячеистобетонных изделий (ПО Сморгонь-силикатобетон) показал снижение энергозатрат и повышение качества готового материала по сравнению с вибрационным.

В представленных на симпозиум тезисах рассмотрены безвибрационные способы формирования бетонных и железобетонных изделий: центрифугирование, прессование, вакуумирование, прессование с электроосмосом, роликовое прессование. При разработке ИСиА Госстроя БССР способа пресс-вакуум-бетона использовано уравнение, учитывающее нормальное напряжение и поровое давление в бетонной смеси. Разработаны основы теории трения бетонной смеси по фильтрующим поверхностям, выявлены закономерности распределения бетонной смеси при центрифугировании и нагнетании в отсек cassette, рассмотрен процесс фильтрации воды из бетонной смеси при центрифугировании, прессовании и вакуумировании, разработаны методики расчета давлений, действующих на технологическое оборудование.

Следует признать, что формирование из-

делий является тем технологическим процессом, где в наибольшей мере использованы положения реологии. Об этом свидетельствуют стендовые доклады украинских исследователей.

Один из докладов посвящен реологии твердения бетона на минеральных вяжущих. В нем анализируется влияние на напряженно-деформируемое состояние в бетоне таких факторов, как поле температур, градиенты давлений и влажности, различные коэффициенты температурного расширения составляющих, объемное давление в гидратах новообразо-

ванных. Дается методика оценки твердеющего материала по первому предельному состоянию. Отмечается, что основное внимание следует уделять пониженной температуры после изотермического прогрева с целью сокращения числа макро- и микротрещин.

В принятом участниками симпозиума решении намечена дальнейшая разработка методики и аппаратуры для определения инвариантных характеристик реологических свойств различных бетонных смесей в лабораторных и производственных условиях в широком диа-

пазоне изменения технологических факторов, а также разработка микрореологической теории бетонных смесей, позволяющей прогнозировать их упруговязкопластические свойства и методики определения характеристик объемной реологии смесей и др. Рекомендуется усилить работу по созданию реологических основ современных способов перемешивания смесей и твердения бетона.

Г. Я. КУННОС, зам. председателя Оргкомитета симпозиума, председатель комиссии по реологии бетонных смесей, д-р техн. наук, проф.

УДК 691.327:699.885

Использование солнечной энергии в технологии бетона

Эта проблема явилась темой совместного заседания рабочих групп секции тяжелых бетонов и методов тепловой обработки Научно-координационного совета по бетону и железобетону Госстроя СССР, секции «Тепло- и массоперенос в процессах твердения материалов на основе вяжущих веществ» и научно-технической комиссии по использованию солнечной энергии в технологии бетона научного совета «Массо- и теплоперенос в технологических процессах» ГКНТ СССР, которое состоялось в октябре 1982 г. в Ашхабаде.

Использование возобновляемых источников энергии, в том числе солнечной энергии, является актуальной задачей, направленной на экономию топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве. Впервые в отечественной и зарубежной практике были обсуждены предложения по применению солнечной радиации для ускорения твердения бетонных и железобетонных изделий в полигонных и заводских условиях. Ускорение твердения бетона является наиболее энергоемкой стадией заводской технологии, причем это в полной мере относится и к предприятиям стройиндустрии, расположенным в южных регионах страны.

На совещании были проанализированы способы рационального использования солнечной энергии, прежде всего при полигонном производстве сборного железобетона. Камеры с прозрачными покрытиями, которые ранее применяли в опытном порядке для ускорения твердения бетона, но обеспечивают требуемого влажностного режима и заданной скорости прогрева изделий, а также приводят к неравномерности набора прочности изделиями, расположенными на различной высоте. Их целесообразно в соответствии с рекомендациями ТашИИТ использовать преимущественно в качестве камер дозревания после приобретения изделиями распалубочной прочности в результате пропаривания или предварительного электроразогрева бетонной смеси.

Применение для тепловой обработки изделий промежуточного теплоносителя, полученного от специальных гелиоприемников, пока нельзя рекомендовать из-за

низкого теплового к.п.д. и отсутствия серийно выпускаемого оборудования. Наибольшей энергетической эффективностью обладают способы, основанные на использовании в качестве гелиоприемника и аккумулятора тепла самого твердеющего изделия.

На совещании были доложены результаты работ по созданию и реализации новых подходов к использованию солнечной радиации для ускоренного твердения бетона в полигонных условиях, выполненных НИИЖБ, ВНИПИТеплопроектом и Минсельстроем УзССР. Специально разработанное покрытие СВИТАП позволяет не только обеспечить высокую степень поглощения солнечной радиации в конструкции гелиоформы, но и создать условия для медленного остывания бетона в ночное время. В итоге температурные режимы обеспечивают при суточном цикле оборачиваемости гелиоформ приобретение бетоном прочности 45—70% марочной, что позволяет в летний период полностью отказаться от традиционного пропаривания.

Интерес вызвали проблемы аккумуляции тепла солнечной радиации и создания специальных конструкций гелиоформ ГЕФАМ и ГЕФАБ. Применение этих конструкций увеличивает интенсивность и продолжительность теплового воздействия на твердеющий бетон, а также изменяет зону его приложения. Это позволяет обеспечить ускоренное твердение изделий и конструкций из легких бетонов, а также тонкостенных изделий.

Была отмечена сложность расчета нестационарных температурных полей в твердеющем бетоне при радиационном прогреве. При мягких режимах воздействия на бетон, характерных при использовании солнечной радиации, на стадии прогрева изделий интенсивно проявляется внутренний источник тепла — экзотермия цемента.

При расчете кинетики прогрева изделий необходимо учитывать термохимические свойства цемента, температурную функцию процесса, степень его завершенности, вид бетона и массивность конструкции при асимметричных граничных условиях нестационарного радиационно-конвективного теплообмена.

Участники заседания ознакомились с результатами работы первого в стране гелиополигона на заводе ЖБИ Минсельстроя УзССР в г. Нариманове, на котором используются различные конструкции гелиоформ для выпуска изделий четырех видов. Экономия топливно-энергетических ресурсов составляет 60—80 кг усл. топлива на 1 м³ изделий. Практический опыт использования солнечной энергии при производстве железобетонных лотков накоплен на заводе ЖБИ Главтаджикводстроя и на полигоне треста Душанбеvodстрой Минводхоза ТаджССР. Перспективы работы Института сейсмостойкого строительства Госстроя ТаджССР по применению солнечной энергии в камерах полимеризации в технологии полимербетонов.

Предварительные расчеты показывают, что использование солнечной энергии для ускорения твердения бетона целесообразно в регионах страны, расположенных южнее 50° с.ш. Целесообразно расширять масштабы реализации новой технологии ускоренного твердения бетона и осуществлять ее в три этапа. Первый этап предусматривает перевод сезонных полигонов на применение гелиоформ; проектирование и строительство новых гелиополигонов без котельных и пропарочных камер; второй этап — проектирование и строительство гелиополигонов и заводов круглогодичного действия с применением для холодного периода дублирующего источника энергии — пара в условиях реконструируемого полигона или электроэнергии на новых полигонах; третий этап — создание гелиополигонов и заводов, дополнительно оборудованных инженерными системами для подогрева воды (антифризов) в солнечных коллекторах, ее аккумуляции в баках и подачи в тепловые отсеки форм и стендов.

В принятом на заседании решении отмечено, что целесообразно назначить головные организации по проектированию гелиополигонов и организовать в строительных министерствах по 2—3 опытных головных гелиополигона для отработки и показа новой технологии ускоренного твердения бетона с применением солнечной энергии.

И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЕВ, председатель секции научного совета «Массо- и теплоперенос в технологических процессах» ГКНТ СССР,

д-р техн. наук, проф.;
Е. Н. МАЛИНСКИЙ, зам. председателя научно-технической комиссии по использованию солнечной энергии в технологии бетона, канд. техн. наук

Пособие по бетонированию в вечномерзлых грунтах

Руководство по бетонированию фундаментов и коммуникаций в вечномерзлых грунтах с учетом твердения бетона при отрицательных температурах. М., Стройиздат, 1982.

Недавно Стройиздатом выпущено в свет Руководство, разработанное НИИЖБ, ЦНИИС Минтрансстроя, Норильским отделением Красноярского Промстройинипроекта, ВНИИСТ, управлением строительства Норильского горно-металлургического комбината, МИИТ и др. Рецензируемый документ составлен в развитие главы СНиП III-15-76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные» с учетом требований главы СНиП II-18-76 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах». В нем отражены современный уровень исследований и опыт возведения фундаментов зданий и сооружений на вечномерзлых грунтах с применением сборных и монолитных конструкций.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций и содержит основные положения по производству бетонных работ в вечномерзлых грунтах, требования к материалу, особенности подбора состава бетона с учетом его твердения при отрицательных температурах. Оно включает 10 глав и 12 приложений. В Руководстве указаны методы производства и организации работ при возведении различных фундаментов и коммуникаций с использованием в качестве основания сооружения мерзлых грунтов и скальных пород, а

также особенности омоноличивания сборных конструкций в различных вечномерзлых грунтах. Большое внимание уделено методу термосного выдерживания бетона с малым содержанием противоморозных добавок, обеспечивающих прочность и долговечность конструкций при эксплуатации в суровых климатических и геофизиологических условиях, а также экономии топливно-энергетических ресурсов при производстве работ.

Рассмотрены мероприятия по подготовке оснований фундаментов и инженерной подготовке территории строительства, обеспечивающие сохранение расчетного температурного режима грунтов оснований.

Особое внимание уделено контролю за производством работ, качеством бетона и температурой мерзлого грунта, правильности оформления технической документации всех видов при возведении сооружений на вечномерзлых грунтах, выбору сроков контроля за состоянием эксплуатируемых сооружений и контролируемых параметров. Предложены мероприятия по обеспечению прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и долговечности бетона, описаны работы по ремонту и восстановлению свайных и столбчатых фундаментов.

В Руководстве достаточно полно из-

ложены материалы по прогнозированию температурного режима оснований и уложенного бетона. Приведены формулы для определения глубины сезонного промерзания-оттаивания грунтов, методика расчета на ЭВМ температурного режима сооружений, возводимых в мерзлых грунтах из монолитного бетона, инженерные методы прогнозирования температурного режима различных видов грунтов оснований. Для правильной постановки задачи при расчетах на ЭВМ показаны особенности выбора расчетной области, назначения начальных и граничных условий, подбора теплофизических свойств материалов и грунтов, а также разбивки расчетной области на блоки. Приведены примеры прогнозирования температурного режима оснований по инженерным методам.

Рекомендуемые в Руководстве методы прогнозирования температурного режима вечномерзлых грунтов и твердеющего бетона с помощью ЭВМ пока доступны только узкому кругу работников проектных и научно-исследовательских организаций. Предложенные инженерные методы прогноза протаяния и времени смерзания бетона с грунтом пока весьма приближенные.

Строители северных районов европейской части страны, Сибири и Дальнего Востока, БАМа и других районов распространения вечномерзлых грунтов получили ценное практическое пособие, которое позволит шире использовать монолитный бетон, повысить качество конструкций, снизить расход цемента и топливно-энергетических ресурсов при возведении сооружений из монолитного бетона. Наличие обобщенных материалов по бетонированию на вечномерзлых грунтах позволит работникам научно-исследовательских организаций четче определить задачи дальнейших исследований и в более сжатые сроки решить новые задачи, стоящие перед строителями.

А. Р. СОЛОВЬЯНЧИК, канд. техн. наук

УДК 624.072.2.046

Габрусенко В. В., Гришанов Л. Д., Якушин В. А. **Двухскатные решетчатые балки с уменьшенным армированием поясов.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 22—23. Показано, что расчет решетчатых балок как сплошных конструкций с отверстиями достаточно точно оценивает их прочность и в совокупности с несимметричным армированием поясов позволяет на 10—16% снизить расход арматурной стали по сравнению с типовыми решениями. Рассматривается возможность дальнейшего снижения материалоемкости конструкции путем уменьшения размеров поясов. Ил. 2, табл. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 624.078

Повышение прочности платформенных стыков. В. А. Камейко, А. В. Грановский, В. Д. Аграновский, В. И. Лишак. — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 23—24. Изложены результаты исследований пустотных опорных зон многослойных плит перекрытия. Приводятся данные о прочности и деформативности стыков с применением многослойных плит перекрытия с диаметром отверстий 139 мм при марке раствора шва М50 и М150. Предложена зависимость для оценки влияния пустотности плит перекрытия на несущую способность опорного узла. Ил. 3, табл. 1.

УДК 624.074.2

Жив А. С., Панкратов С. В., Шашерина Г. А. **Работа сборно-монолитного купола при монтажных и динамических нагрузках.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 25—26. Рассматриваются результаты исследований работы сборно-монолитной конструкции купола цирка в Иванове. Опробован и экспериментально проверен метод монтажа купола укрупненным блоком. Опытные данные сопоставлены с расчетом. Результаты экспериментальных исследований внедрены в строительство. Ил. 3, табл. 1.

УДК 624.012.35.046

Сапожников Н. Я., Бердичевский Г. И., Бруссер М. И. **Статистический анализ прочности бетона в возрасте 28 сут.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 27—29. Рассмотрен вопрос об оценке фактического уровня надежности нормативных сопротивлений бетона по данным о заводской прочности бетона. Установлено, что фактический уровень надежности нормативных сопротивлений выше заложенного в СНиП II-21-75. Приводятся предложения по повышению нормативных и расчетных сопротивлений бетона при расчете сборных конструкций по прочности, жесткости и трещиностойкости. Ил. 4, табл. 1.

УДК 693.565.8

Копытин В. А., Зайцев В. В. **Анкеровка арматуры за наклонной трещиной.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 33—34. Приведены результаты исследований прочности анкеровки арматуры, выполняемой как с усилением поперечными арматурными анкерами, так и без него. Выявлено влияние основных факторов. Получены выражения для определения несущей способности анкеровки с учетом выявленных предельных состояний. Ил. 5, табл. 1, список лит.: 4 назв.

УДК 691.327:666.973.5:693.547.12

Дапкус Г. А., Станкявичюс В. Ю. **Влияние карбонизации ячеистых бетонов на их сорбционные увлажнение.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 35. Рассматриваются возможные причины большого разнообразия данных сорбционной влажности ячеистых бетонов. Приведены результаты экспериментальных исследований, показывающие, что естественная карбонизация снижает их сорбционную способность до 1,5—3,8 раза. Ил. 1, табл. 1.

УДК 624.073

Данилина Т. К. **Жесткость плит перекрытий в упругопластической стадии.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 37—38. Установлены общие закономерности деформирования железобетонных плит перекрытий в упругопластической стадии. Определена действительная жесткость конструкций в упругопластической стадии, показано ее изменение при первичном и последующих нагружениях, т. е. с учетом предистории деформирования. Введена временная характеристика, обоснована связь упругих и пластических свойств конструкции. Ил. 4, список лит.: 2 назв.

УДК 69.003:658.152.338.94

Павлов И. Н. **О действительности нормативов удельных капитальных вложений.** — Бетон и железобетон, 1983, № 5, с. 39—40. Анализируются недостатки нормативов удельных капитальных вложений для заводов сборного железобетона. Предлагается конкретизировать описание нормативной структуры заводов и ввести в практику расчеты нормативов дифференцированный по эффективности производства заводов разного назначения коэффициент капитальности единицы продукции. Табл. 3.

CONTENTS

Ishchenko I. I. To the IX All-Union Conference on Concrete and Reinforced Concrete
Mikhailov K. V. Scientific and technical progress in the field of concrete and reinforced concrete and problems of scientific organization
Bazhenov Yu. M. Improvement of technology and properties of concrete — is the most important reserve of saving the resources
Gvozdev A. A., Baikov V. N. The modern way of reinforced concrete theory development
Kokhanenko M. P. Perfectioning of technical level of structures in housing construction
Khromets Yu. N. Development of constructions for industrial buildings and structures
Rakhmanov V. A., Gusev B. V. Ways of technology development for production of precast reinforced concrete
Aparin I. L. Economics of production and application of concrete and reinforced concrete structures
Gabrussenko V. V., Grishanov L. D., Yakushin V. A. Lattice beams with two sloping surfaces with decreased reinforcing of flanges
Kamejko V. A., Granovsky A. V., Agronovsky V. D. Strength development in platform joints
Zhiv A. S., Pankratov S. V., Shasherina G. A. Behaviour of precastmonolithic dome under assembly and dynamic loads
Sapozhnikov N. Ya., Berdichevsky G. I., Brusser M. I. Statistical analysis of concrete strength in the age of 28 days (according to factory tests)
Riskind B. Ya., Voronov Yu. I. To the problem of efficiency of electro-thermic method for tendon pretension
Kitanin I. V. Kinetics of change in adhesive forces of concrete to mould material
Kopytin V. A., Zaitsev V. V. Anchring of reinforcement beyond the limits of inclined crack
Dapkus G. A., Stankjavichus V. Yu. Influence of cellular concrete carbonization on thier sorption moistening
Bagrov B. O. Carbonization resistance of cellular concrete on slagalkaline binding
Danilina T. K. Rigidity of floor slabs in elastic-plastic stage

CONTENU

Ishchenko I. I. La IX Conférence sur le Béton et le Béton armé
Mikhailov K. V. Le progres scientifico-technique dans le domaine du béton et du béton armé et le problèmes des organisations de science
Bazhenov Yu. M. Le perfectionnement de la technologie et des propriétés du béton — réserve le plus important de l'économie des ressources
Gvozdev A. A., Baikov V. N. Les voies actuelles du développement de la théorie du béton armé
Kokhanenko M. P. Le relèvement du niveau technique des structures dans la construction des bâtiments d'habitation
Khromets Yu. N. Le perfectionnement des structures des bâtiments et des ouvrages industriels
Rakhmanov V. A., Goussev B. V. Les voies de perfectionnement de la technologie de la production du béton armé prefabrique
Aparin I. L. L'économie de production et d'application des structures en béton et en béton armé
Gabrussenko V. V., Grichanov L. D., Jakouchine V. A. Les poutres à deux versants et en treillis avec un renforcement réduit des ceintures
Kamejko V. A., Granovsky A. V., Agronovsky V. D. Le perfectionnement de la résistance des joints des plate-formes
Zhiv A. S., Pankratov S. V., Chacherina G. A. Le service de coupole préfabriquée-monolithe sous les charges d'assemblage et sous les charges dynamiques
Sapozhnikov N. Ja., Berdichevsky G. I., Brusser M. I. L'analyse de la résistance du béton à l'âge de 28 jours (d'après les résultats des essais à l'usine)
Riskind B. Ja., Voronov Yu. I. Sur le problème d'efficacité du moyen électrothermique de la tension des armatures
Kitanine I. V. La cinétique de variation des forces d'adhésion du béton avec le matériau de coffrage
Kopytine V. A., Zaitsev V. V. L'ancrage des armatures derrière la fissure oblique
Dapkous G. A., Stankjavitchous V. Yu. L'influence de carbonisation des bétons cellulaires sur leur humidification de sorbtion
Bagrov B. O. La résistance de carbonisation du béton cellulaire sur le liant de laitier-alkalin
Danilina T. K. La rigidité des dalles des recouvrements dans la phase elastico-plastique

INHALT

Ishchenko I. I. 9te Allunionskonferenz über Beton und Stahlbeton
Mikhailov K. V. Wissenschaftlich — technischer Fortschritt auf dem Gebiet des Betons und Stahlbetons und Aufgaben der wissenschaftlichen Organisationen
Bashenow Ju. M. Vervollkommnung der Technologie und Betoneigenschaften ist die wichtigste Reserve der Sparsamkeit von Ressourcen
Gwodzew A. A., Bajkow W. N. Moderne Entwicklungswege der Theorie für Stahlbeton
Kochanenko M. P. Verbesserung des technischen Standes von Konstruktionen im Wohnungsbau
Chrometz Ju. N. Entwicklung von Konstruktionen für Industriegebäude und Errichtungen
Rachmanow W. A., Gussev B. W. Vervollkommnungswege der Technologie der Produktion des vorgefertigten Stahlbetons
Aparin I. L. Wirtschaftlichkeit der Produktion und Anwendung von Beton und — Stahlbetonkonstruktionen
Gabrussenko W. W., Grishanov L. D., Jakuschin W. A. Satteldachförmige Gitterträger mit vermindertem Bewehren von Gurten
Kamejko V. A., Granowski A. W., Agronowski W. D. Erhöhung der Festigkeit von Plattformstößen
Shiv A. S., Pankratow S. W., Shasherina G. A. Wirkung der Fertigteilkuppel mit monolithischem Verbund unter Einwirkung von dynamischen und Montagebelastungen
Sapozhnikov N. Ja., Berditschewski G. I., Brusser M. I. Statistische Analyse der Betonfestigkeit mit 28 tägiger Nacherhärtungsfrist (nach Ergebnissen der Werksprüfungen)
Riskind B. Ja., Voronov Ju. I. Frage über Wirksamkeit des elektrothermischen Bewehrungsspannverfahrens
Kitanin I. W. Kinetik der Veränderung der Adhäsionskräfte des Betons in bezug auf das Material der Schalung
Kopytin W. A., Sajzew W. W. Verankerung der Bewehrung hinter dem Schrägriss
Dapkus G. A., Stankjavitschjus W. Ju. Einfluss der Karbonisation von Zellenbetonen auf ihre Sorptionsbefeuchtung
Bagrov B. O. Karbonisationsbeständigkeit des Zellenbetons unter Anwendung von Schlacken-Alkali-Binder
Danilina T. K. Steifigkeit der Deckenplatten in elastoplastischem Stadium.

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 Сангурова Е. Л.

Корректор Федина А. В.

Сдано в набор 15.03.83.
 Формат 60×90₈
 Тираж 14585 экз.

Печать высокая

Подписано в печать 11.04.83.
 Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,75

T-07433
 Уч.-изд. л. 8,63
 Зак. 98

Адрес редакции:
 101442, ГСП-4, Москва, К-6, Каляевская, 23а
 Тел. 258-18-54, 258-24-76

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Авторские свидетельства

№ 1*

№ 986792. М. Ф. Друкованый, И. Н. Дударь и В. П. Загреба. Винницкий политехнический ин-т. Способ изготовления бетонных изделий.

№ 986793. А. Н. Чернов и А. К. Брусникина. Уралнистром. Способ определения времени выдержки между окончанием вспучивания и началом прокатки ячеистобетонных изделий.

№ 986795. В. С. Сабуров, В. И. Кудрявцев и О. А. Широков. КБ по железобетону. Установка для изготовления объемных элементов.

№ 986890. Л. Ф. Калмыков, А. П. Шведов, М. С. Кечко и др. Новополоцкий политехнический ин-т. Бетонная смесь.

№ 986891. З. П. Васильева, А. С. Загайчук, Н. Н. Круглицкий и др. УкраинГИМ, КИСИ и НИИЖБ. Бетонная смесь.

№ 986895. В. И. Романов, В. Г. Брагинский и З. И. Богомаз. Донецкий Промстройинипроект. Бетонная смесь.

№ 986897. Ю. В. Поконова, С. М. Мелешков, А. Ф. Николаев и А. Н. Афанасьева. Ленинградский технологический ин-т. Полимербетонная смесь.

№ 987009. Ю. А. Чуприков и Г. Е. Бимбад. ВНИИТрансстрой. Сборная железобетонная оболочка.

№ 987033. В. А. Таршиш, А. Л. Гордон, В. Э. Ростованов и др. Моспроект-1. Фундаментная железобетонная плита.

№ 987059. Г. В. Климчук и Н. Т. Калиберов. ПО Строймаш. Пневматический бетононасос.

№ 987060. Л. Я. Гуран, Ю. И. Коленов и Ю. О. Осипов. СКБ Главмостостроя. Устройство для натяжения и фиксации прядевой арматуры.

№ 987061. В. Д. Досюк, С. А. Мадастьян, А. А. Мартынов и Е. А. Купров. НИИЖБ. Устройство для предварительного натяжения арматурных стержней.

№ 987062. А. П. Новоселов. Челябинский политехнический ин-т. Железобетонная конструкция.

№ 987063. Е. И. Слепокуров. Северный филиал ВНИИ по строительству магистральных трубопроводов. Способ герметизации железобетонного резервуара для хранения сжиженных газов.

№ 2

№ 988561. А. С. Зурабян и Р. Л. Манвелян. НИИЖБ. Установка для формования железобетонных изделий. № 988563. И. З. Степанский, С. Е. Айзенберг, А. Д. Коршенбойм и др. Гипростроммашина. Устройство для резки ячеистобетонного массива.

№ 988566. П. Н. Савватеев, Г. Н. Гопов, Е. К. Чатуткин и др. Ярославский политехнический ин-т. Устройство для уплотнения бетонной смеси.

№ 988568. Л. Г. Курбатов, Ф. Н. Рабинович, А. А. Купцов и др. ЦНИИ-промзданий и ЛенЗНИИЭП жилища. Устройство для подачи фибр к бетоносмесителю.

№ 988789. Ю. Б. Волков, Б. М. Менкин, В. П. Васильев и др. НИИмосстрой. Комплексная добавка для бетонной смеси.

№ 988790. Г. С. Рояк, И. В. Грановская, Г. Ч. Писанко и Ю. М. Нагевич. ВНИИТрансстрой. Легкобетонная смесь.

№ 988792. А. Е. Гуревич, К. В. Розе, А. И. Русс и др. СПКО Оргтехстром. Легкобетонная смесь.

№ 989007. Н. Х. Гольцов и А. В. Качанов. ЭКБ по железобетону. Складная рама сооружения.

№ 989008. Б. В. Важенин, Ю. Г. Шеркунов и Ю. А. Григорьев. Уралнистром. Стеновая панель.

№ 989015. В. А. Бирин. ЦНИИПромзданий. Способ монтажа каркаса здания с консолью выступающими частями.

№ 3

№ 990531. П. И. Алексеев, В. А. Камейко, Г. В. Кашеев и Е. М. Тимонин. ЦНИИСК. Машина для заделки отверстий в торце многопустотной железобетонной панели.

№ 990532. П. И. Алексеев, Г. В. Кашеев, Е. М. Тимонин и Н. В. Фомина. ЦНИИСК. Машина для заделки отверстий в торцах многопустотных железобетонных изделий.

№ 990534. Ю. А. Гоголев и Е. В. Зотов. Завод ЖБК № 5 Промышленного треста № 1 «Железобетон». Головка для радиального прессования изделий из бетонных смесей.

№ 990716. Н. М. Васильев. Способ изготовления бетонных изделий. № 990717. Л. Б. Гольденберг и С. Л. Оганесянц. НИЛ ФХММ и ТП. Бетонная смесь.

№ 990718. А. Д. Носач и С. Т. Ращевский. ПО Харьковжелезобетон. Способ приготовления бетонной смеси. № 990719. П. И. Боженев, Б. А. Григорьев, Е. Н. Маслова и др. ЛИСИ и Темиртауский комбинат Промстройиндустрия. Сырьевая смесь для изготовления ячеистобетонных изделий.

№ 990720. А. К. Яворский. Горьковский инженерно-строительный ин-т. Легкобетонная смесь.

№ 990721. И. Д. Пензев, А. Е. Грушевский, С. А. Погорелов и Е. М. Печёрский. Белгородский технологический ин-т строительных материалов. Сырьевая смесь для приготовления легкого бетона.

№ 990726. А. Н. Хархардин, А. Л. Шамсудинов, С. И. Обьедков и С. И. Банников. Белгородский технологический ин-т строительных материалов. Полимербетонная смесь.

№ 990727. Э. Г. Рафаэль, С. Н. Князев, В. В. Исайчев и др. МИИТ. Полимербетонная смесь.

№ 990734. Л. Д. Пилипчатин, А. Д. Пилипчатин и Н. Ф. Саврасова. Днепропетровский металлургический ин-т. Бетонная смесь.

№ 990743. С. Н. Алексеев, С. Г. Васильев и Т. Н. Васильева. Белорусский ин-т инженеров железнодорожного транспорта и НИИЖБ. Композиция для пропитки бетона.

№ 990745. Н. И. Подгорнов. ЦНИИОМТП. Способ ухода за свежесложенным бетоном.

№ 991004. В. М. Мягкий, А. Н. Архангельский и В. Я. Гендин. Челябинский Промстройинипроект. Щит несъемной опалубки.

№ 991007. С. И. Саченко, А. П. Зелинский и Л. Г. Парамонова. НИИСП. Устройство для нанесения бетонной смеси на криволинейную поверхность.

№ 991008. Л. Я. Гурин, Ю. О. Осипов, Я. А. Бараз и др. СКБ Главмостостроя. Устройство для фиксации и спуска натяжения напрягаемой арматуры.

№ 4

№ 992186. Е. Г. Казаков, ВНПО Союзжелезобетон. Способ изготовления крупноразмерных изделий.

№ 992190. А. В. Зыскин и Г. П. Данилец. НИИСП. Карусельно-конвейерная установка для изготовления железобетонных колец.

№ 992191. М. А. Волков, М. Н. Лось, Г. С. Митник и М. И. Платонов. Специализированный трест № 61 «Железобетон». Форма для изготовления строительных изделий.

№ 992192. М. Д. Стус, В. У. Дубовик, В. Е. Ходосевич, и Е. Д. Кремлин. Донецкий Промстройинипроект и комбинат «Ждановстрой». Установка для изготовления строительных изделий.

№ 992193. А. Р. Апасов и Е. Л. Пак. Трест Промстройматериалы. Главсредзирсовхозостроя. Устройство для подачи бетонной массы при формировании объемных элементов.

№ 992194. А. И. Мокеев и Ю. М. Лукьянов. Установка для формирования объемных элементов.

№ 992195. А. Н. Спивак и В. Я. Фомичев. ЦНИИЭП жилища. Установка для формирования объемных элементов. № 992196. А. Н. Спивак и В. Я. Фомичев. ЦНИИЭП жилища. Установка для формирования объемных элементов.

* См.: Открытия, изобретения, 1983.

- № 992197. А. М. Михайлов, П. П. Нефедков, А. Г. Коробов и др. Завод КПД-35 и СКБ треста «Железобетон», Конвейерная линия для изготовления вертикально-формуемых строительных изделий.
- № 992198. В. В. Гусев, И. П. Овчинников, Н. В. Чачуа и В. Г. Ахабадзе. НИИЖБ и трест Стройиндустрия. Форма для изготовления железобетонных изделий.
- № 992201. Б. А. Шипилевский и Б. Н. Беляков. Ташкентский политехнический ин-т. Матрица для формования бетонных изделий.
- № 992204. А. И. Семенов. Бетонукладчик.
- № 992205. Л. И. Эпштейн, И. С. Нахшунов, И.-А. И. Шяулис и др. НИЛ ФХММ и ТП. Устройство для формования изделий из бетонных смесей.
- № 992209. А. Г. Шмелев. ПКТБ Узводприборавтоматика. Сердечник установок для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.
- № 992210. И. С. Иващенко, В. Л. Мартынычев и Л. П. Шкарина, Гипростроммаш. Форма для изготовления центрифугированных изделий с предварительно-напряженной арматурой.
- № 992211. С. С. Атаев, В. И. Ивинский, Б. И. Рубин и А. Н. Третьяков. Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т организации и управления строительством. Передвижная установка для приготовления бетонных и растворных смесей.
- № 992213. К. М. Королев, В. П. Рыбасов и Г. Н. Платонова. НИИЖБ и ВНИИстром, Устройство для подачи фибровой арматуры.
- № 992215. В. А. Славуцкий, Д. А. Гривниц, А. И. Беркут и С. С. Лукьяненко. Всесоюзный ин-т Оргэнергострой. Устройство для управления дозированием компонентов бетонной смеси.
- № 992460. И. И. Петренас, О. В. Кунцевич, О. С. Попова и др. ЛИИЖТ. Бетонная смесь.
- № 992461. Т. И. Розенберг, В. Б. Ратинов, В. Х. Прохоров и др. ВНИИ по строительству магистральных трубопроводов, МАДИ и ВЗИСИ. Комплексная добавка для бетонных смесей и строительных растворов.
- № 992462. В. С. Грызлов, Г. М. Васильева и Г. Е. Штефан. Липецкий политехнический ин-т. Бетонная смесь.
- № 992463. В. С. Манасян. МНИИТЭП. Легкобетонная смесь.
- № 992464. Л. П. Мосейкова, Л. К. Шилова и Л. Д. Григорьева. Красноярский филиал ВНИИстрома. Пенообразователь для поризации бетонной смеси.
- № 992465. И. И. Шахов, И. Н. Сорокин, Н. К. Позднякова и др. ВНИИПИ Теплопроект. Легкобетонная смесь.
- № 992466. К. Н. Федоров, Г. А. Волков, В. С. Степанов и др. Бетонная масса.
- № 992470. А. Ш. Альметьев, В. В. Жадановский, Е. Д. Козлова и др. Бетонная смесь.
- № 992473. С. Х. Иртуганова, Н. П. Васина, Т. П. Фомичева и др. ЦНИИПромзданий. Полимербетонная смесь.
- № 992478. М. К. Адильбаев, Ю. Е. Сивков, В. И. Селицкий и П. В. Мишанин. Ремонтно-строительный трест Казцветметремонт. Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона.
- № 992495. И. И. Герасимов и В. А. Степанов. Казанский инженерно-строительный ин-т. Способ изготовления бетонополимерных изделий.
- № 992498. А. М. Краснов и Е. М. Кочетова. ПТТ Туркменоргтехстрой. Способ изготовления бетонных и железобетонных изделий.
- № 992678. И. Н. Стоянов, Промстройпроект. Вертикальный стык наружных стеновых железобетонных панелей.
- № 992679. А. М. Сорокин и А. В. Коббенко. КиевЗНИИЭП жилища. Стыковое соединение сборных железобетонных колонн.
- № 992695. В. Х. Куршпель, В. М. Лобастов, С. В. Макаркин и др. Уральский политехнический ин-т. Стеновая панель.
- № 992696. Л. А. Коробов, Е. К. Качановский, В. А. Коробов и Л. Г. Беляничева. Железобетонный ограждающий элемент.
- № 992709. М. Н. Собенников и Е. С. Дроздов. Управление строительства монолитного железобетонного перекрытия.
- № 992710. В. Е. Соколович, Ю. А. Березницкий, М. И. Смородинов и В. Б. Михайлов. НИИОСП. Способ подводного бетонирования.
- № 992711. А. Ф. Азаров. Устройство для подачи бетонной смеси.

№ 5

- № 994266. В. В. Васильев, В. П. Хвилько и В. П. Дюбайло. ПКТБ с опытным производством Минпромстроя БССР. Устройство для укладки бетонной смеси в форму.
- № 994452. А. В. Мироненко, В. Д. Глуховский, П. В. Кривенко и др. КИСИ. Способ изготовления бетонных изделий.
- № 994453. А. Ш. Альметьев, В. В. Жадановский, Е. Д. Козлов и др. Способ приготовления бетонной смеси.
- № 994655. К. М. Матвеев, А. Т. Влашкин, В. И. Королев и др. Промстройпроект. Покрытие здания, железобетонная подстропильная ферма и железобетонная плита.