

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

**7•1981**



# Авторские свидетельства

№ 25\*

№ 745682. В. К. Синяков, В. Г. Ефремов и И. Е. Ходырев. ВНИИ гидротехники и мелиорации. Устройство для уплотнения бетонной смеси.  
№ 745688. И. Н. Хилько, И. В. Поперечный и Г. Н. Молчанов. НИИЛ Мехстрой Главкиевгорстроя. Установка для виброуплотнения бетона в формах.  
№ 745689. С. С. Сливак, В. Ф. Куницын, Г. В. Батанин и В. П. Бочаров. Конструкторско-технологическое производство Главташкентстроя. Установка для формования железобетонных изделий.  
№ 745691. Ю. А. Радионов, А. Н. Коновалов и О. В. Ким. Завод КПД № 1 Главташкентстроя. Установка для отделки поверхностей бетонных и железобетонных изделий.  
№ 746021. О. А. Еремин, Б. А. Постников, А. Д. Николаев и др. НПО ВНИИземмаш. Устройство для укладки герметика в свежееуложенное бетонное покрытие.  
№ 746042. А. А. Смоляр. Гидропроект. Устройство для бетонирования свай-оболочек.  
№ 746062. В. В. Филимонов, П. М. Санкин, М. Е. Ерухимович. СКБ-Мосстрой. Машина для заглаживания бетонных поверхностей.  
№ 746066. А. А. Ковалевский, С. Б. Ольховский, А. Н. Шуранов и Н. Д. Атихмин. Дальневосточный Промстройиниипроект. Стенд для укладки и натяжения арматуры.  
№ 746067. Е. Н. Антонов, А. П. Васильев, В. А. Лебедев и Ф. А. Шершнева. ЛИСИ. Сборная железобетонная оболочка.

№ 26

№ 747725. М. М. Кабан. Устройство для изготовления железобетонных изделий.  
№ 747836. С. Ф. Бургим, С. В. Дубинина и Е. И. Слепокуров. Северный филиал ВНИИ по строительству магистральных трубопроводов. Способ изготовления легкобетонных изделий.  
№ 747838. П. А. Полищук и Л. Н. Кожухова. ВНИИПИ вторичных цветных металлов. Огнеупорная бетонная смесь.  
№ 747841. С. Н. Попченко, А. М. Кисина, В. И. Куценко и др. ВНИИГ. Способ изготовления железобетонных плит покрытия.  
№ 747842. Г. М. Джамгаров, А. И. Пижов, Б. А. Крылов и Б. А. Глухов. Куйбышевский инженерно-строительный ин-т. Устройство для тепловой обработки бетонных и железобетонных конструкций.  
№ 747936. В. А. Необердин и С. И. Охман. Устройство для отламывания оголовков железобетонных свай.  
№ 747953. В. М. Черемис, Б. С. Золотарев и А. В. Иванов. Киевпроект. Наружная стеновая панель крупнопанельных зданий.  
№ 747954. В. Н. Байков, Г. М. Ефремов и Б. В. Попов. Пространственное покрытие зданий и сооружений.

№ 747963. А. Т. Паринов. Железобетонная балка.  
№ 747967. А. С. Барчук, В. Г. Гаркавенко, А. И. Нудный и А. Я. Кацман. НИИСП. Установка для набрызга бетонной смеси.  
№ 747969. И. И. Порошин, В. Д. Лихачев, Б. Я. Грувер и др. Донецкий Промстройиниипроект. Объемно-переставная опалубка.  
№ 747970. В. П. Муранов и В. А. Петров. Устройство для отрыва щита опалубки от бетона.

№ 27

№ 749663. В. А. Малышев. Установка для формования бетонных смесей.  
№ 749665. Э. М. Дервинькас, И. Е. Ходырев, В. Г. Ефремов и Э. Я. Дон. Подмосковное отделение по изысканиям и исследованиям ВО Союзводпроект. Установка для сборки и разборки форм при изготовлении трубчатых изделий из бетонных смесей преимущественно центрифугированием.  
№ 749666. В. К. Чистяков, А. Р. Машин, К. Н. Федоров и др. Установка для приготовления бетонной смеси.  
№ 749667. В. Г. Воронов, В. И. Нестеренко и В. М. Шкон. Харьковский политехнический ин-т. Способ управления режимом тепловлажностной обработки бетона.  
№ 749811. В. И. Романов, В. Г. Брагинский, З. И. Богомаз и др. Донецкий Промстройиниипроект. Бетонная смесь для изготовления строительных изделий.  
№ 749812. Л. Б. Хорошавин, В. И. Попова, К. В. Симонов и др. ВНИИПИ огнеупорной промышленности. Сырьевая смесь для приготовления огнеупорного бетона.  
№ 749976. В. С. Могильный, А. М. Чернухин, Э. С. Митков и др. НИИСП. Объемный арматурный каркас монолитной железобетонной стены в грунте.  
№ 749977. М. Г. Янкулин, А. Л. Филахтов, С. М. Пенкисович и др. НИИСП и Укрводоканалпроект. Способ возведения сборной железобетонной многоярусной стены в грунте.  
№ 749983. Н. Н. Качейшвили, Е. А. Марджанишвили и Г. В. Киририя. ЗНИИЭП жилища. Фундамент здания, сооружения.  
№ 749986. М. Г. Янкулин, Ф. А. Филахтов, А. Л. Филахтов и др. НИИСП и Укрводоканалпроект. Заглубленное в грунт сооружение и способ его возведения.  
№ 750006. В. Л. Морозенский, Ю. К. Пыжов и А. В. Рязанов. ЛенЗНИИЭП. Плита перекрытия.  
№ 750008. Л. Н. Пицкель, П. М. Киселев и Н. Н. Поляков. ЦНИИСК. Стеновая панель.  
№ 750009. Э. А. Манкевич и А. А. Манкевич. Плита ограждения.  
№ 750012. В. А. Червонобаба, Л. И. Бунивер, Г. Ш. Бершадский и др. Макеевский инженерно-строительный ин-т и КТБ Укртяжстройиндустрия. Захват для натяжения стержневой арматуры периодического профиля.  
№ 750017. А. Г. Смекалов, В. Г. Липник и А. И. Яковлев. Оргэнергострой. Устройство для управления работой скользящей опалубки.

№ 750018. Н. К. Карапетов, А. Л. Ционский, Д. Н. Гамза и др. Индустройпроект и НИИЖБ. Устройство для нанесения пневмонабрызгом защитного слоя на железобетонные изделия.  
№ 750019. А. А. Чече, А. В. Матвеев, П. И. Голубко и др. ИСиА Госстроя БССР, КТБ при ИСиА и завод КПД № 2 Минского ПО индустриального домостроения. Устройство для изготовления арматурных каркасов.  
№ 750020. А. А. Якушев, Н. А. Минин и В. И. Трохин. КБ по железобетону Госстроя РСФСР. Способ для изготовления предварительно напряженных плоских железобетонных изделий и устройство для его осуществления.  
№ 750021. Л. А. Баранов, Г. М. Еремеев, А. А. Кирста и др. МИИТ и СКБ Главстройпрома. Устройство для контроля натяжения арматуры.  
№ 750024. А. А. Цейтлин, Т. Ф. Гордеева и О. А. Козодой. НИИСК. Бескаркасное здание.  
№ 750025. Е. В. Чепига. ЭКБ по железобетону. Резервуар для хранения газобетона.  
№ 750032. Ф. В. Сапожников, А. С. Кубанейшвили, В. Б. Бондаренко и Ф. Г. Меладзе. ГрузНИИГ. Сборная башенная конструкция.

№ 28

№ 751629. И. Ф. Руденко, Ю. С. Хечанов, А. С. Зурабян и С. А. Селиванова. НИИЖБ. Способ непрерывного формования изделий из бетонной смеси и устройство для его осуществления.  
№ 751630. Г. И. Холодинский и М. Р. Пресс. ИСиА Госстроя БССР. Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей.  
№ 751632. В. А. Отмахов, В. А. Кочетков, А. Я. Михин и др. Горновский завод Спецжелезобетон. Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.  
№ 751639. В. Я. Морев, А. Н. Лешков, В. А. Берин и В. Л. Басс. Ярославский Промстройпроект. Форма для изготовления безнапорных труб из бетонных смесей.  
№ 751886. В. К. Синяков, В. Г. Ефремов и И. Е. Ходырев. ВНИИ гидротехники и мелиорации. Бетонукладчик.  
№ 751930. А. М. Сорокин. КиевЗНИИЭП. Платформенный стык каркасных зданий.  
№ 751937. В. И. Кулиш и В. Е. Казаринов. Хабаровский политехнический ин-т. Устройство для анкеровки пучка арматуры.  
№ 751939. В. М. Королев и Э. С. Аргал. Гидроспецпроект. Опалубочный щит.  
№ 751940. Е. М. Каганович, А. Ф. Исаи, Б. И. Березовский и др. ЦНИИОМТП. Установка для укладки бетонной смеси.  
№ 751951. А. А. Кудрявцев. НИИЖБ. Стеновая панель.  
№ 751985. Г. И. Амелькин и В. Г. Матвеев. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. Арматурный каркас для криволинейного железобетонного покрытия.

\* См.: «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1980.

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

## Содержание

### Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

*Бульба А. В.* Нормативно-чистая продукция на предприятиях сборного железобетона . . . . . 2

**Трибуна соревнующихся**  
*Залерцов О. А.* Повышаем эффективность производства . . . . . 4

**Конструкции**  
*Литвин И. С.* Сборно-монолитный фундамент под турбоагрегат мощностью 1200 МВт . . . . . 6

*Васильев А. П., Матков Н. Г., Иванов В. В., Выжигин Г. В., Козлов В. А.* Опыт строительства многоэтажных промзданий с облегченными стыками колонн . . . . . 8

*Абашидзе А. И., Ландау С. Э.* Надежность брусковых элементов и их стыков при сейсмических воздействиях . . . . . 10

*Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б.* Сборная панель покрытия из тонких преднапряженных пластин . . . . . 12

**Бетоны**  
*Дибров Г. Д., Беспроскурный И. А., Левенец Л. Д., Круть В. В., Марон И. Э.* Улучшение свойств бетона введением азотсодержащих ПАВ . . . . . 14

*Бейлина М. И., Мамедов Т. М., Королева Г. П.* Напрягающий бетон на основе алуниита . . . . . 15

*Лагойда А. В.* О механизме формирования структуры бетона при замораживании . . . . . 16

*Шпынова Л. Г., Островский О. Л., Терлыга С. Ю., Соболев Х. С., Якименко Я. Б.* Цемент для производства бетонных работ в зимних условиях . . . . . 18

*Клигина Н. А., Ротыч Н. В., Вилков С. М.* Использование декоративных цементов с кремнийорганическими добавками . . . . . 19

*Попов В. В., Кондращенко В. И., Ярмаковский В. Н., Курпьянов Н. Н., Мельник А. М.* Оптимизация влажностного режима при тепловлажностной обработке бетона . . . . . 20

**Заводское производство**  
*Нудель В. С., Кислицын В. Г.* Совершенствование технологии в процессе реконструкции завода . . . . . 22

*Гуревич Ю. С., Скляр Б. Л.* Групповое натяжение арматуры гидродомкратами . . . . . 23

*Мирошников В. В., Измакин Н. И., Гааг В. В.* Опыт освоения конструкций многоэтажных зданий серии ИИ-04 . . . . . 25

**Строительное производство**  
*Петров А. В., Лукичев Р. А.* Возведение монолитных конструкций в вечномерзлых грунтах . . . . . 27

**В помощь проектировщику**  
*Баташев В. М.* Расчет прочности элементов круглого и кольцевого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой . . . . . 29

*Наньшин Л. Л.* Перераспределение усилий между элементами несущей системы каркасно-панельного здания . . . . . 30

**В помощь заводским лабораториям**  
*Дьяченко В. Т., Цимберг И. И., Гамус Л. А., Сабельников В. В., Комм Е. П., Курпьянова В. С.* Стенд для градуировки приборов, контролирующих силу натяжения арматуры . . . . . 32

**Экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов**  
*Коршунов Д. А., Майданик Е. М., Басенко Е. Э.* Экономическая эффективность неразрушающего контроля изделий . . . . . 33

**Вопросы качества**  
*Карамаян Т. Е., Дудко А. А.* Влияние складирования на качество составляющих бетона . . . . . 34

**Использование промышленных отходов**  
*Зошук Н. И., Кузнецов В. Д.* Влияние формы и крупности зерен дробленого песка на свойства песчаного бетона . . . . . 36

**В порядке обсуждения**  
*Масленников М. М.* О классификации способов и устройств для предварительного разогрева смесей . . . . . 37

**Стандарты**  
*Гвоздев А. А., Серых Р. Л., Щербаков Е. Н., Кац К. М., Одинцов Е. С., Красновский Р. О., Богословский В. А.* Методы определения деформаций усадки и ползучести бетонов . . . . . 38

7

[316]

июль 1981

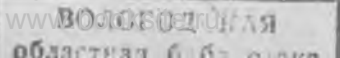


ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

Вологодская областная универсальная научная библиотека

© Стройиздат, 1981



# Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Переход на показатель чистой продукции осуществляется по мере подготовки к этому соответствующих отраслей.

Из постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы»

УДК 691.327

А. В. БУЛЬБА, канд. экон. наук (НИИЭС)

## Нормативно-чистая продукция на предприятиях сборного железобетона

Как известно, производство сборного железобетона весьма материалоемко, поэтому предприятия по его изготовлению одними из первых были включены в экспериментальную проверку планирования выпуска и оценку деятельности по показателю нормативной чистой продукции.

В настоящее время Госстроем СССР утверждены отраслевые Методические указания о порядке разработки и применения показателя чистой (нормативной) продукции на предприятиях строительной индустрии<sup>1</sup>. Эти указания предусматривают разработку нормативов чистой продукции как части оптовой цены и рекомендуют формировать их на единой методической и информационной основе. В частности, нормативы на железобетонные изделия базируются на прогрессивных среднеотраслевых нормах трудоемкости изготовления видов продукции и единых нормативах рентабельности, рассчитанных как отношение прибыли к себестоимости за вычетом прямых материальных затрат (стоимости сырья, топлива, энергии, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий). Для железобетонных изделий и конструкций всех видов, входящих в номенклатуру Прейскуранта № 06-08, установлен единый норматив рентабельности — 41%.

Отраслевые нормативы чистой продукции на железобетонные изделия разрабатывались таким образом. Предприятия—изготовители продукции представляли материалы министерству по принадлежности; проверив достоверность информации и сделав свод показателей по областям и в целом, министерства направля-

ли их организации, разрабатывающей оптовые цены (Прейскурант № 06-08). Все эти расчеты выполнялись на 1 м<sup>3</sup> бетона в плотном теле по укрупненной номенклатуре, которая охватывала всю номенклатуру прейскуранта. Это значительно облегчило и ускорило работу по подготовке исходных данных для разработки отраслевых нормативов чистой продукции на железобетонные изделия. НИИЭС Госстроя СССР — разработчик оптовых цен на железобетонные изделия — определил дифференцированные нормативы чистой продукции в составе оптовой цены на железобетонные изделия. В основу дифференциации положен принцип трудоемкости изготовления продукции.

Норматив чистой продукции включает основную и дополнительную заработную плату всего промышленно-производственного персонала, занятого производством данного изделия, с отчислениями на социальное страхование, а также прибыль, рассчитанную по отраслевому (или прейскурантному) нормативу рентабельности, исчисленному к себестоимости за вычетом прямых материальных затрат.

Заработная плата производственного персонала, занятого управлением и обслуживанием выпуска продукции данного вида ( $K_3$ ), определялась отношением заработной платы промышленно-производственного персонала к заработной плате производственных рабочих. Анализ данных, представленных заводами железобетонных изделий различных министерств, позволил установить следующее соотношение заработной платы (основной и дополнительной) производственных рабочих и промышленно-производственного персонала (см. таблицу).

Заработная плата производственного персонала  $K_3$  по министерствам

Минстрой СССР	1,002
Минпромстрой СССР	1,037
Минтяжстрой СССР	1,094
Минсельстрой СССР	1,14
Миннефтегазстрой СССР	1,49
Минмонтажспецстрой СССР	1,65

Приведенные данные свидетельствуют о большом различии организационной структуры и технического уровня предприятий сборного железобетона. Было бы правильнее на комбинатах, выпускающих помимо железобетонных изделий другие виды продукции, определять  $K_3$  на каждый из ее видов, однако применить этот методический прием не позволило отсутствие надлежащей отчетности и калькулирования.

Единый методический подход к формированию нормативов чистой продукции и оптовой цены, включая новый порядок определения прибыли, продиктован стремлением устранить заинтересованность в росте материалоемкости продукции. В самом деле, учитывая, что в себестоимости железобетонных изделий материальные затраты составляют более 60%, а при производстве бетонов и растворов около 90%, устанавливая прибыль к полной себестоимости означает сделать более прибыльной и выгодной более материалоемкую продукцию.

При этом следует обратить внимание на то, что прибыль, включаемая в оптовую цену и норматив чистой продукции, определяется по отношению к себестоимости за вычетом только прямых материальных затрат (на сырье, основные материалы, покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и т. д.), а расходы на содержание оборудования, амортизационные отчисления не исключаются.

<sup>1</sup> Утверждены Госстроем СССР в ноябре 1980 г.

На основании этих затрат можно судить о различиях в технической вооруженности труда, а учесть эти различия можно при определении прибыли, включаемой в оптовую цену и норматив чистой продукции пропорционально затратам.

Таким образом, новый принцип формирования прибыли в оптовых ценах и сохранение его в нормативах чистой продукции позволяют устранить влияние разнорентабельности как результата различной материалоемкости на оценку выполнения плана и динамики чистой продукции. Размер прибыли в нормативах чистой продукции будет выше для изделий, производство которых характеризуется более высоким техническим уровнем.

Разрабатываемые и утверждаемые нормативы чистой продукции будут стабильными, неизменными на протяжении всего пятилетия, поэтому дополнительная прибыль, получаемая предприятиями от снижения фактической трудоемкости (против нормативной) в течение всего срока действия норматива, будет оставаться в распоряжении предприятий, что создает реальную заинтересованность трудовых коллективов в совершенствовании и методов работы, и выпускаемой продукции.

Отраслевые методические указания предусматривают условия стимулирования для внедрения прогрессивных конструкций и изделий, выпуск которых измеряется в кубометрах в плотном теле, при уменьшении уровня их материалоемкости. При утверждении оптовой цены и норматива чистой продукции размер последнего устанавливается таким образом, чтобы в расчете на штуку изделия он был не ниже норматива, установленного до снижения материалоемкости. Это положение продиктовано практикой применения нормативов чистой продукции, ибо имели место случаи, когда модернизация или усовершенствование конструкций влекло за собой уменьшение норматива чистой продукции, что тормозило внедрение прогрессивных конструкций и изделий.

Принимая во внимание особенности и многообразие предприятий сборного железобетона, углубление специализации и кооперирования на современном этапе развития производства, методические указания предусматривают случаи, когда при изготовлении продукции на заводах ЖБИ используют полуфабрикаты собственного производства (керамзит, складные детали и т. д.), ими выполняется расчет планово-учетного норматива чистой продукции, который включает отраслевой норматив чистой продукции на данное изделие или конструкцию и норматив чистой продукции на производство полу-

фабрикатов, предусмотренных соответствующими преysкурантами.

Кроме объективного определения темпов роста объема производства и производительности труда, планирования заработной платы и осуществления контроля за его использованием, расчетов показателя фондоотдачи и других вопросов система планирования и оценки деятельности предприятий по показателю нормативно-чистой продукции позволяет решать и задачи снижения материалоемкости, выполнения плана по номенклатуре, освоения новых видов продукции.

Материальные затраты, как известно, не входят в чистую продукцию, поэтому экономия по этим статьям, не оказывая влияния на объем чистой продукции, влияет на результаты выполнения плана по себестоимости, прибыли и рентабельности. На ряде предприятий ЖБИ часть этих показателей может быть фондообразующей, поэтому коллективу небезразлично, с какими результатами оно закончит годовое задание. Это будет побуждать трудовые коллективы планировать нематериалоемкие виды новых железобетонных изделий и конструкций.

Таким образом, в условиях действия показателя нормативной чистой продукции предприятия заинтересованы в сокращении материалоемкости изделий. Об этом свидетельствует практика предприятий Главмоспромстройматериалов, где при переходе на планирование по показателю нормативной чистой продукции материальные затраты на 1 р. товарной продукции снизились с 54,7 к. в 1977 г. до 54 к. в 1978 г., что дало им экономию в 1978 г. 6,5 млн. р.

Невыполнение плана по номенклатуре на предприятиях ЖБИ чаще всего объясняется необеспеченностью материальными ресурсами (предприятия испытывают недостаток в металле, цементе, нерудных и т. д.), и дефицитом квалифицированных рабочих.

Как отмечалось выше, введение показателя по реализации продукции с учетом выполнения заданий и обязательств по поставкам (сформированным по технологическим и поставочным комплектam) в значительной мере позволило улучшить выполнение плана по номенклатуре. Опыт работы предприятий, применивших в системе планирования нормативно-чистую продукцию в увязке с показателем реализации (с учетом обязательств по поставкам), свидетельствует о росте числа предприятий, выполняющих план по номенклатуре, увеличивающих число выполненных позиций этого плана. Так, предприятия Главмоспромстройматериалов в 1976—1978 гг. увеличили число выполненных позиций с 81 до 93%. При этом следует отметить, что действующая

система материального стимулирования за выполнение плана по объему реализации с учетом заданий и обязательств по поставкам должна быть дополнена введением в систему планирования показателя нормативно-чистой продукции.

Освоение выпуска новых видов продукции связано с определенными трудностями. Одна из главных — повышенная трудоемкость изготовления, не всегда находящая адекватное отражение в оптовой цене. При введении в планоую систему нормативно-чистой продукции фактическая трудоемкость изделий снижается в первую очередь на виды продукции, в производство которых внедряются прогрессивные формы его организации. С этой целью реконструируются предприятия в целом или отдельные цехи, модернизируется технологическое оборудование, автоматизируются технологические процессы, механизмируются вспомогательные операции — и все это направлено на организацию поточного серийного производства ведущих видов продукции.

Практика работы предприятий в новых условиях планирования свидетельствует о том, что снижение фактической трудоемкости изделий происходит главным образом по основной ведущей продукции. Снижать трудоемкость изготовления продукции коллективы предприятий заинтересованы в силу того, что разница между нормативной трудоемкостью, заложенной в пятилетних планах, и фактической трудоемкостью, характеризующей рост производительности труда, создает благоприятные условия для материального поощрения коллектива.

В настоящее время нормативы чистой продукции на железобетонные изделия утверждены Госкомцен СССР. Нормативы среднеотраслевые, в них заложены прогрессивные нормы трудоемкости. Применение их может привести к разновыгодности производства одного и того же вида продукции на различных предприятиях, поэтому, чтобы добиться положительных результатов, нужно постоянно совершенствовать все сферы деятельности предприятий, снижая трудоемкость выпускаемой продукции.

Следует обратить внимание на то, что показатель нормативной чистой продукции действует не изолированно, а в системе других показателей, поэтому переход в планировании производства сборного железобетона на натурально-условные единицы измерения (условный кубометр) увяжет систему стоимостных и натуральных показателей. Все это будет способствовать повышению эффективности производства сборного железобетона, что в полной мере отвечает решениям XXVI съезда КПСС.

УДК 69.003.1

О. А. ЗАЛЕРЦОВ, гл. инженер Киевского комбината стройиндустрии

## Повышаем эффективность производства

Комбинат стройиндустрии треста Промстройматериалов при Киевском горисполкоме успешно выполнил задания десятой пятилетки и социалистические обязательства, принятые в честь XXVI съезда КПСС. Объем производства продукции увеличен на 23,1%, производительность труда возросла на 23,4%, а средняя заработная плата работников за этот период повысилась на 13%.

Входящие в состав комбината заводы ЖБИ и центрифугированных труб (ЦФТ) занимают призовые места в социалистическом соревновании. Завод ЖБИ успешно выполнил годовой план в объеме 174,3 тыс. м<sup>3</sup> железобетонных изделий к 18 декабря 1980 г., сверх плана выпущено 5046 м<sup>3</sup> железобетона. Завод ЦФТ выпустил сверх плана 3075 м<sup>3</sup> труб.

Проявляя высокую творческую активность, коллективы этих двух предприятий взяли на себя повышенные социалистические обязательства. Они поддержали почину передовых коллективов «Каждому рабочему часу — наивысшую отдачу» и «XXVI съезду КПСС — 26 ударных недель», а также выступили с собственными патриотическими инициативами: «Городу-герою Киеву — продукцию отличного качества», «От высокой дисциплины труда каждого — к высокому качеству выпускаемой продукции».

На повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции направлена деятельность партийной, профсоюзной и комсомольской организаций, всех служб комбината. Ведущая роль в планах работы отводится вопросам организации социалистического соревнования, разработке и внедрению новой техники, эффективному использованию всех ресурсов.

По инициативе парткома на заводах был проведен смотр резервов, в ходе которого высказано много дельных и интересных предложений. Одно из них — «Одиннадцатой пятилетке — большой фонд экономии» стало сегодня девизом работы коллектива. Цехи, участки, бригады открыли лицевые счета экономии. Еще один крупный резерв — работа по

личным творческим планам, разработка и внедрение рационализаторских предложений и изобретений.

Среди лучших рационализаторов и изобретателей заводов ЖБИ и ЦФТ — инженеры т. т. С. В. Ковальская, А. А. Сторожук, Н. К. Васильев, П. В. Прядко, рабочие т. т. В. И. Кураков, П. Ф. Пархоменко, В. К. Овдейчук и др. От использования на заводе центрифугированных труб изобретений: «Манипулятор для сборки и разборки форм» и «Устройство для крепления длинномерных грузов (труб) на раме транспортного средства» уже получен экономический эффект более 1,5 млн. р., высвобождено 10 тыс. вагонов, сэкономлено около 5 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов. Высвобождено 26 рабочих, завод переведен на двухсменную работу, выпуск продукции увеличился на 10%, улучшились условия труда, что, в свою очередь, снизило текучесть кадров. Освободившиеся рабочие использованы при организации производства новых видов продукции. Изобретение по перевозке центрифугированных труб на специально оборудованных платформах демонстрировалось на ВДНХ СССР, его авторы т. т. В. А. Здон, А. Г. Каневский, К. Р. Шейкин и др. были удостоены серебряных и бронзовых медалей Выставки.

Свыше 650 т арматурной стали сэкономлено в результате внедрения предложений т. т. Г. П. Нечипора, В. М. Полищук, С. В. Ковальской по унификации и оптимизации армирования плоских железобетонных плит и пустотных панелей.

Узким местом при производстве плоских плит перекрытий на заводе ЖБИ была система гидроподъемников и гидроснижателей. Благодаря реконструкции, предложенной работниками завода т. т. С. В. Ковальской, П. В. Прядко, П. Ф. Пархоменко, Н. П. Бокало получен годовой экономический эффект 38,2 тыс. р., исключены простои и улучшены условия обслуживания системы.

В числе передовых коллективов следует отметить бригаду по изготовлению

доборных элементов завода ЖБИ, возглавляемую т. А. Я. Пустовым. Задание десятой пятилетки этот коллектив выполнил к 110-й годовщине со дня рождения В. И. Ленина, а план двух месяцев текущего года — ко дню открытия XXVI съезда КПСС.

Хорошо работает бригада т. Д. Г. Льодина на участке выпуска пустотных панелей. План десятой пятилетки выполнен к 63-й годовщине Великого Октября и в первом году одиннадцатой пятилетки бригада идет с опережением плана на 20 дней. В первых рядах соревнования на данном заводе также идет бригада т. Э. Р. Барцио, работающая на участке по выпуску плоских плит. Эта бригада план двух месяцев 1981 г. выполнила к открытию XXVI съезда КПСС.

На три месяца раньше срока выполнила пятилетний план бригада т. Карпенко Н. И., выпускающая железобетонные центрифугированные трубы.

В ходе социалистического соревнования в честь XXVI съезда КПСС эти бригады достигли хороших успехов. При еженедельном подведении итогов соревнования «XXVI съезду КПСС — двадцать шесть ударных недель» они неоднократно выходили победителями.

Постоянный рост эффективности и объема производства, осуществляется в рамках разрабатанного и внедренного на комбинате в десятой пятилетке комплекса мероприятий производственного, экономического, политико-воспитательного и социального направлений, объединенных с комплексной системой управления качеством продукции (КС УКП).

Планирование мероприятий по КС УКП предусматривает широкое использование достижений науки и техники, проведение конкретных научно-исследовательских работ и разработку перспективных научно-производственных тем. Эффект от выполнения на комбинате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и внедрения технических мероприятий составил за десятую пятилетку около 3 р. на 1 р. вложенных средств. За этот период внедрено в производство 19 образцов новой техники и

прогрессивной технологии с экономическим эффектом свыше 2,5 млн. р.

Практически все мероприятия по научно-техническому прогрессу на комбинате планируются по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведенных совместно со специализированными организациями, а также собственными силами. При внедрении этих мероприятий одновременно с повышением эффективности производства и качества продукции решаются вопросы охраны окружающей среды, экономии топлива и сырья, использования отходов производства.

Значительное внимание уделяется на комбинате повышению эффективности производства и улучшению качества железобетонных изделий. Этому способствует постоянное сотрудничество с рядом научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций — НИИСК Госстроя СССР, НИИСП Госстроя УССР, КиевЗНИИЭП, Ровенским институтом инженеров водного хозяйства, Днепрпетровским инженерно-строительным институтом, Киевским инженерно-строительным институтом. Внедрение выполненных совместно разработок позволило существенно снизить расход металла при производстве центрифугированных труб и пустотных панелей перекрытий, повысить эффективность тепловой обработки железобетонных изделий и сократить удельные затраты тепловой энергии.

Рекомендации по оптимизации армирования и снижению брака при производстве плоских плит перекрытий разработаны и внедрены совместно с КиевЗНИИЭП. С этим институтом комбинат ведет постоянную работу по совершенствованию конструкции плоских плит, проект которых выпущен с рядом недоработок. Улучшена организация электро-монтажных и транспортно-погрузочных работ, формования и обработки поверхности изделий. Результаты работы нашли отражение в рекомендациях, включенных в проект нового специализированного цеха по производству плоских плит перекрытий, строительство которого будет осуществлено на заводе ЖБИ комбината в одиннадцатой пятилетке.

На совершенствование организации и повышение качества контроля готовой продукции направлено внедрение разработок НИИСК по использованию на заводе ЖБИ неразрушающих методов контроля качества. Этими методами определяют прочность бетона с учетом ее различия в верхних и нижних зонах изделий, что позволяет снизить расход цемента. Сейчас ведутся работы по составлению рекомендаций и организации пооперационного контроля неразрушающими методами на заводе ЦФТ.

План выполнения комбинатом заданий одиннадцатой пятилетки основан на использовании достигнутого в предыдущей пятилетке производственно-технического уровня, а также на результатах завершенных и выполняемых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. К ним относятся, в частности, разработка технологии производства железобетонных труб с использованием высокоскоростной роликовой центрифуги с низкой собственной частотой колебаний (Ровенский институт инженеров водного хозяйства); определение эффективности и внедрение вибровакуумной технологии изготовления железобетонных плит перекрытий (ДИСИ); определение эффективности метода повышения заводской готовности железобетонных изделий за счет пластификации их поверхности (НИИСП Госстроя УССР); разработка методов пооперационного контроля на заводе ЦФТ (НИИСК Госстроя СССР) и др. Внедрение этих мероприятий будет способствовать снижению расходов цемента, металла, экономии энергии, улучшению качества продукции.

Результатом постоянной и целенаправленной работы в коллективе явился рост производительности труда, более стойким стал коэффициент ритмичности выпускаемой продукции (на заводах ЖБИ и ЦФТ он составляет 0,96). Весь прирост продукции получен только за счет повышения производительности труда. За 1980 г. заводы сэкономили 112,4 т цемента, 136,5 т арматурной стали, 500 т щебня, 3126 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Партийные организации заводов уделяют неослабное внимание действенности социалистического соревнования, пропаганде передового опыта. Эти вопросы регулярно обсуждаются на партийных собраниях, заседаниях бюро, парткома и месткома. Итоги социалистического соревнования среди заводов и цехов, смен, бригад и комсомольско-молодежных коллективов подводятся ежемесячно. Итоги соревнования на комбинате рассматривает рабочая комиссия во главе с главным экономистом, в ее состав входят начальники ведущих отделов, служб, представители парткома, месткома и комитета ВЛКСМ. Условия социалистического соревнования вывешены в каждом цехе. По итогам социалистического соревнования на комбинате в десятой пятилетке была проведена фотовыставка, наглядно были показаны методы соревнования, формы морального и материального поощрения, показан опыт лучших коллективов.

Работники заводов успешно борются за звание «Образцовое предприятие». В этом движении активно участвуют коллективы бригад, участков и смен. Всем

36 бригадам, участвующим в социалистическом соревновании, присвоены почетные звания «Ударник коммунистического труда», заводы ЖБИ и ЦФТ в числе первых добились высокого звания «Завод коммунистического труда».

В настоящее время на заводе внедряется коллективная форма организации и стимулирования труда — работа бригад по единому наряду. Таких бригад на заводе ЖБИ организовано 4 (первая бригада создается на заводе ЦФТ), итоги их работы убедительно доказывают преимущества такой формы труда.

В последние годы получило широкий размах движение наставников. Среди наших наставников — лучшие производственники, их характеризует ответственное отношение к поиску новых форм и методов работы с молодежью. Среди них — кавалер орденов Ленина и Трудовой Славы Д. Г. Льюдин, лауреат Государственной премии СССР 1980 г. Б. К. Певный. Сварщик контактной сварки, кавалер орденов Ленина и Октябрьской Революции Б. К. Певный был отмечен Государственной премией СССР за выдающиеся производственные достижения, высокую эффективность и качество работы в промышленности стройматериалов, досрочное выполнение заданий десятой пятилетки и социалистических обязательств на основе совершенствования мастерства и совмещения профессий.

Вступая в одиннадцатую пятилетку, трудовые коллективы комбината приняли напряженные обязательства и встречные планы. Важно не только сохранить накал предсезонного соревнования, но и приумножить его успехи, всемерно развивать творческую активность трудящихся, нацеливая ее на решение задач, поставленных перед советским народом XXVI съездом КПСС.

---

## Вниманию читателей

Госстрой СССР, Госгражданстрой, Минстройматериалов СССР и Госстрой Эстонской ССР с 26 по 28 августа 1981 г. проводят в Таллине Всесоюзное научно-техническое совещание «Производство и применение в строительстве автоклавных ячеистых бетонов».

Справки по телефону до начала работы совещания: Оргкомитет в Москве 229-74-45, 229-48-20; справки по телефону в Таллине 605-160.

И. С. ЛИТВИН, инж. (ЛО Теплоэлектропроекта)

## Сборно-монолитный фундамент под турбоагрегат мощностью 1200 МВт

На Костромской ГРЭС в 1980 г. смонтирован уникальный турбоагрегат мощностью 1200 МВт с частотой вращения 3000 об/мин, установленный на сборно-монолитном железобетонном фундаменте. Длина турбоагрегата в осях крайних подшипников 69 м, масса оборудования — 5300 т, в том числе масса вращающихся частей (роторов) — 436 т.

К фундаменту машиностроители предъявили следующие требования: относительный прогиб нижней плиты на грунтовом основании за четырехлетний межремонтный период не более 1/6000; угол поворота ригелей поперечных рам, на которые опираются цилиндры высокого и среднего давления, от воздействия горизонтальных сил, передаваемых на фундамент при тепловых перемещениях турбины, не более 40 с; размах колебаний ригелей поперечных рам в зонах опирания подшипников в диапазоне 2900—3100 об/мин при возмущающей силе, равной 20% массы ротора, приходящейся на каждую опору, не более 20 мк.

Эти требования относятся не к расчетным, а к фактическим величинам. Первое условие проверяют систематическими геодезическими наблюдениями, второе контролируют приемочными испытаниями на кручение ригелей фундамента до монтажа оборудования. Соблюдение третьего условия проверяют приемочными динамическими испытаниями при смонтированном турбоагрегате с помощью вибратора, поочередно устанавливаемого на местах штатных вкладышей подшипников каждой опоры роторов.

Нижняя плита фундамента, разработанного ЛО Теплоэлектропроекта, расположена на 3—4-метровом слое тугопластичных и полутвердых моренных глин, подстилаемых разнородными песками средней плотности. Для умень-

шения прогиба от долговременных деформаций, вызываемых изменением эпюр контактных давлений в процессе эксплуатации, ВНИИ гидротехники и ЛО Теплоэлектропроекта предложили конструкцию нижней плиты с тремя безопорными участками — консоли по концам, посередине в виде корыта в подготовке, перекрытого сборными балками (рис. 1)\*. Это позволило уменьшить толщину плиты с 6 м в техническом проекте до 4—4,5 м в рабочих чертежах. При среднем безопорном участке эпюра контактных (реактивных) давлений разбивается на две более благоприятные, в результате чего уменьшаются усилия в плите и ее прогиб.

При образовании и раскрытии трещин невозможно гарантировать прогибы нижней плиты, ограниченные предельной величиной 12 мм, поэтому плита запроектирована трещиностойкой с учетом нормативных нагрузок (постоянные, масса оборудования и масса воды при гидротестированиях вакуумной системы турбины). Для плит использовали бетон марки Р23 по прочности на осевое растяжение, противоусадочную арматуру из стали класса А-I. Расчетную арматуру из стали класса А-III укладывали с учетом массивности плиты в 3 ряда в зоне, составляющей 0,15 высоты.

Плиту бетонировали при температуре, близкой к 0°С. Состав бетона с добавкой СДБ 0,25% массы цемента одобран строительной лабораторией совместно с ВНИИГ из расчета начала схватывания через 6 ч с момента затвердения; О.К. = 3...5 см. Предусмотрено утепление опалубки и наружных граней укладываемой бетонной смеси. ВНИИГ и

\* А. с. № 588297. Фундаментная плита под турбоагрегат. Я. Г. Скорморовский, И. С. Литвин и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1978, № 2.

Ленинградским филиалом института Оргэнергострой выполнены расчеты термонапряженного состояния плиты.

Ввиду большой площади плиты (до 2000 м<sup>2</sup>) и невозможности укладки бетона горизонтальными слоями ее разделили по длине на отсеки шириной 1,2 м, огражденные плетеной сеткой, прикрепленной к арматуре. Бетонирование осуществляли непрерывно в течение 261 ч со скоростью 24,7 м<sup>3</sup>/ч. Несколько лет наблюдений подтвердили трещиностойкость конструкции.

Для наблюдения за контактными напряжениями НИИ оснований создал постоянно действующий многоканальный измерительный комплекс. Осадки и прогибы плиты фиксирует Союзтехэнерго методом высокоточного нивелирования. Температуру бетона определяют на поверхности плиты и на глубине через специальные скважины.

В результате четырехлетних наблюдений установлено, что влияние экзотермических процессов в бетоне на деформацию плиты прекратилось к концу первого года. Наличие среднего безопорного участка привело к образованию двух эпюр реактивного давления, имеющих криволинейную форму с максимальными ординатами посередине каждого участка. Фактическая эпюра более благоприятна, чем полученная при расчете основания по модели упругого линейно-деформируемого слоя конечной толщины. Характер нарастания прогиба плиты позволяет прогнозировать, что его приращение в период эксплуатации будет меньше допустимого.

Наземная часть фундамента запроектирована ЛО Теплоэлектропроекта по схеме пространственной рамы, состоящей из плоских поперечных рам, связанных продольными балками (рис. 2). Выносные опоры роторов располагаются на ригелях поперечных рам, на продольные балки передаются нагрузки от статорных элементов цилиндров низкого давления и генератора. Большие пролеты поперечных рам в зоне трех цилиндров низкого давления (14,6 м в осях стоек) вызвали необходимость установки средних стоек, повлекших за собой устройство двух продольных конденсаторов. На участке генератора находятся две дополнительные поперечные рамы со сниженными ригелями, на которые опираются продольные балки, воспринимающие нагрузки от статора генератора и момента короткого замыкания. Ригели поперечных рам и продольные балки оперты на стойки, которые снабжены

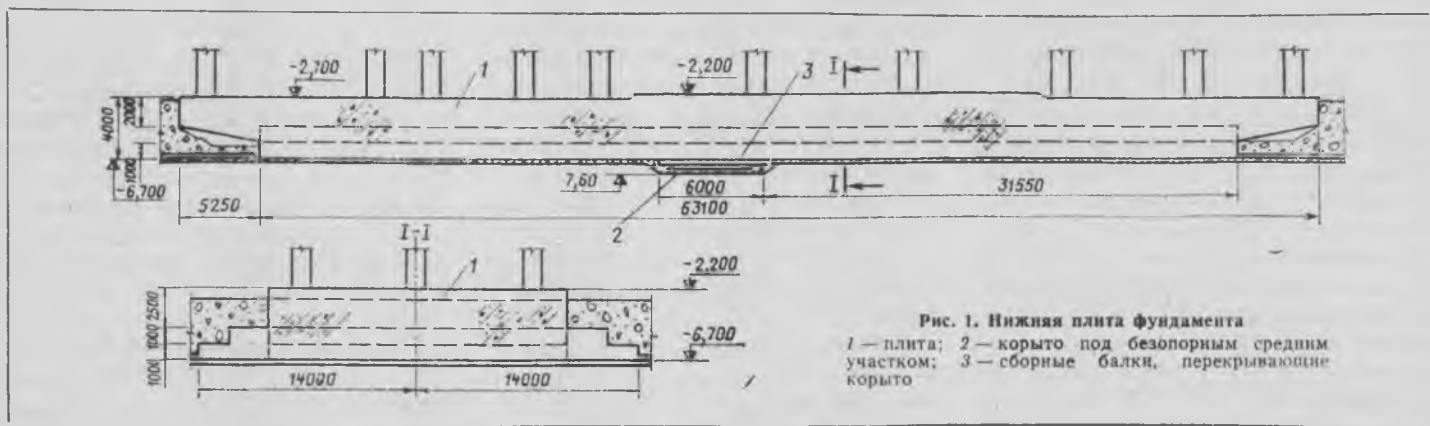


Рис. 1. Нижняя плита фундамента  
1 — плита; 2 — корыто под безопорным средним участком; 3 — сборные балки, перекрывающие корыто



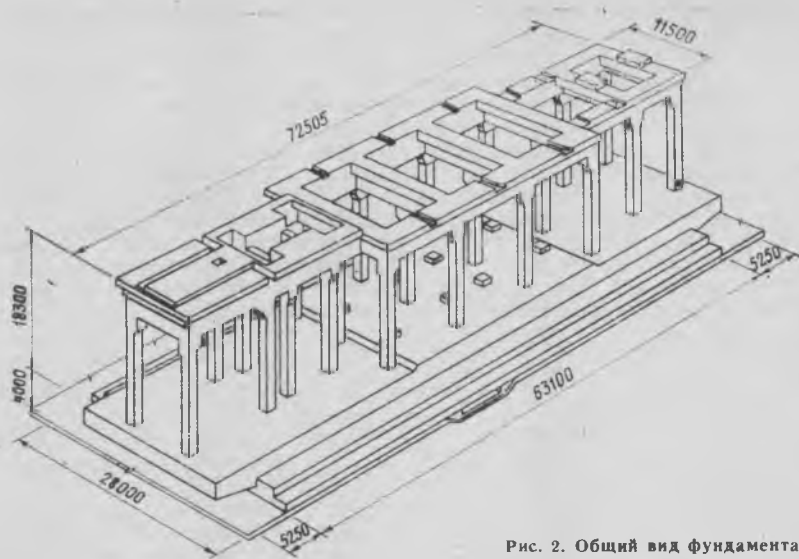


Рис. 2. Общий вид фундамента

консолями типа капителей, выступающими по 2—3 граням. Высота ригелей и балок составляет 3,1 м в турбинной части фундамента и до 3,8 м — в генераторной. Они опираются на 24 стойки сечением 1,2×1,2 м, высотой 14—14,5 м. Принятое сочетание жестких ригелей и балок с относительно гибкими стойками приводит к смещению основных резонансных пиков в зону низких частот, удаленную от частоты вращения машины (3000 об/мин), уменьшению амплитуды колебаний ригелей и балок и способствует виброизоляции нижней плиты и основания от динамических воздействий.

Расчеты пространственной стержневой системы наземной части фундамента выполнены ВНИИГ и ЛО Теплоэлектропроекта по программе, учитывающей распределенные параметры и инерционные элементы, моделирующие массы турбоагрегата. В результате вычислений входят не только виброперемещения в заданных точках, но и внутренние усилия в стержнях, в том числе от аварийных нагрузок, передаваемых на фундамент при вылете лопаток.

В пролетных проработках сравнили варианты конструкции ригелей и балок — полноторный, сборно-монокрипный и монокрипный. В результате был выбран сборно-монокрипный вариант — сборный тавровый элемент с сечением ребра 2400×1200 мм и монокрипный пояс толщиной 600—800 мм.

Сборные изделия сборно-монокрипных ригелей и балок снабжены выступающими хомутами, рассчитанными на всю высоту элемента. Были испытаны 5 сборно-монокрипных образцов и 1 монокрипный на кручение с изгибом и изгиб. Образцы длиной 5 м одинакового таврового сечения, высотой 900 мм и шириной по ребру 300 мм состояли из двух консолей с вылетом 2125 мм и центрального опорного массива. Опытные образцы изготавливали в масштабе 1:4. Во время испытаний на образцы действовали изгибающий и крутящий моменты и поперечная сила в соотношении, аналогичном натурным расчетным сечениям ( $M_k : M$  равно 1:3 и 1:6). Монокрипный образец бетонировали сразу на всю высоту, сборно-монокрипные — в две очереди. Стык, имитирующий сборно-монокрипный

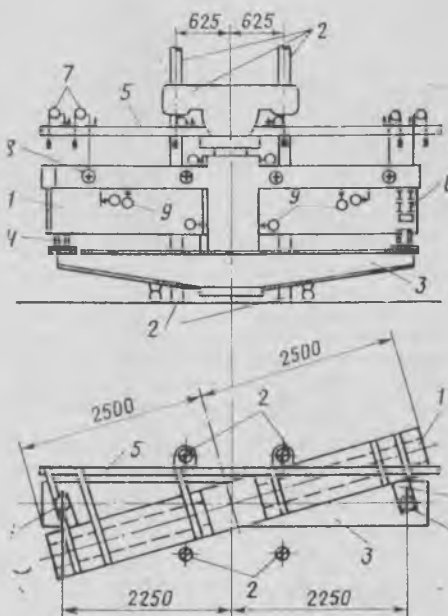


Рис. 3. Схема испытания образца на изгиб с кручением

1 — образец; 2 — 1000-тонный пресс; 3 — подвижная тележка при нагрузке; 4 — гидродомкрат; 5 — рама для крепления прогибомеров; 6 — стальная консоль; 7 — прогибомеры; 8 — клинометры; 9 — мессуры

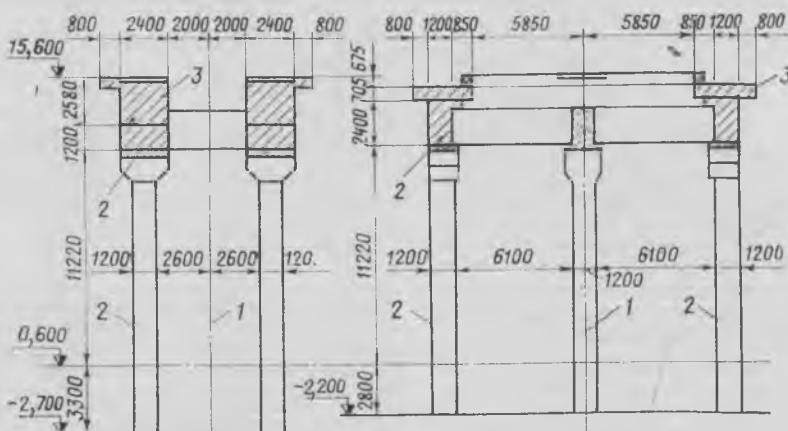


Рис. 4. Поперечные разрезы на участке а — генератора; б — турбины  
1 — ось турбоагрегата; 2 — сборные элементы; 3 — монокрипные элементы

элемент, выполнили в двух вариантах — на хомутах, пропущенных через весь элемент, и с добавлением, кроме того, выемки по типу «ласточкин хвост» по верхней грани «сборной» части образца. Образец устанавливали на тележку 1000-тонного пресса и разворачивали на 6—14° по отношению к ее продольной оси (рис. 3). Нагрузки передавали двумя гидравлическими домкратами ДГ-100 упертыми в стальные консоли, приваренные к закладным деталям образца.

В результате испытаний установлено, что прочность и деформативность, а также раскрытие трещин одинаковы для сборно-монокрипного и монокрипного вариантов. Оба стыка в сборно-монокрипных образцах равнопрочны, разрушение всех консольных образцов произошло в сечении у грани заделки вследствие достижения предела текучести в продольной арматуре при нагрузках, близких к теоретическим. До образования трещин углы закручивания у всех образцов были одинаковыми независимо от расположения полки в сечении. После возникновения трещин углы закручивания у образцов с полкой, расположенной в растянутой зоне, были более чем в 2 раза больше, чем у образцов с полкой в сжатой зоне. Следовательно, установлена равнопрочность составных сборно-монокрипных и цельных сечений при принятом соотношении изгибающего и крутящего моментов.

В поперечных рамах средней части фундамента ригель выполнен из двух сборных элементов, стыкуемых над средней стойкой (рис. 4). Наличие мощного монокрипного пояса позволило отказаться от обычно применяемого обжатия напрягаемыми стержнями плоскостей контакта сборных элементов и бетона замоноличивания в стыках, являющихся рамными узлами. Сборные элементы опирали на выступы капителей стоек, сваривали выпуски арматуры и замоноличивали узел.

ВНИИГ при участии ЛО Теплоэлектропроекта испытал на статические нагрузки образцы плоских рам в масштабе 1:4 натуральной величины, с обжатиями и необжатиями узлами. Соотношения погонных жесткостей ригеля и стойки составляло 30:1. Работа ригеля и балки-стенки, опирающейся на шарнирные опоры, одинакова, поэтому на-

грузка при образовании первых трещин, ширина их раскрытия, вертикальные и горизонтальные перемещения идентичны в рамах с обжатыми и необжатыми узлами. Динамические воздействия не могут существенно повлиять на работу балки — стенки ввиду невысокого уровня динамических напряжений при нормальной эксплуатации.

Для железобетонных изделий и для монолитных элементов фундамента использован бетон марки М400, расчетная арматура из стали класса А-III, конструктивная — из стали класса А-I. К осо-

бенностям армирования относится расположение продольной расчетной арматуры балок в 2—3 ряда с учетом большой высоты сечения, выполнение всех заводских стыков стержней на контактной сварке с предварительной механической зачисткой концов стержней, производство монтажных сварных стыков в медных инвентарных формах. Изделия изготовлены стендовым способом в цехе, оборудованном двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 75 т на заводе ПО Днепроэнергостройиндустрия. Строительно-монтажные работы выполнены трес-

тами Центроэнергомонтаж и Центроэнергострой.

В рабочих чертежах по сравнению с техническим проектом расход бетона в нижней плите снижен с 7400 до 6450 м<sup>3</sup>, в верхнем строении с 3360 до 1780 м<sup>3</sup>, расход стали на весь фундамент уменьшен с 934 до 687 т.

Накопленный опыт экспериментально-конструкторских разработок, исследований и натурных измерений успешно используется при создании фундаментов под турбоагрегаты атомных электростанций мощностью 1000 МВт.

УДК 69.032.2

А. П. ВАСИЛЬЕВ, д-р техн. наук, проф.; Н. Г. МАТКОВ, канд. техн. наук;  
В. В. ИВАНОВ, инж. (НИИЖБ); Г. В. ВЫЖИГИН, канд. техн. наук (ЦНИИПромзданий);  
В. А. КОЗЛОВ, инж. (Клинский комбинат Стройиндустрии)

## Опыт строительства многоэтажных промзданий с облегченными стыками колонн

В 1980 г. Госстроем СССР введены в действие новые рабочие чертежи производственных зданий серий I.420-6 и I.420-12 с сетками колонн 12×6, 9×6, 6×6 м.

В сериях принят новый стык колонн на ванной сварке выпусков арматуры, предусмотрено применение плит перекрытий и перекрытий шириной 3 м, усовершенствованы многие закладные детали и разработан вариант колонн из высокопрочного бетона марки М600.

Введению неметаллических замоноличенных стыков колонн в типовые серии многоэтажных производственных зданий вместо стыков на стальных оголовниках предшествовал опыт их применения на некоторых объектах, для которых НИИЖБ, ЦНИИПромзданий и Киевским Промстройпроектком была переработана проектная документация. Такие стыки применяли при возведении многоэтажных производственных зданий в Москве, колонны для которых изготовляли на заводе ЖБК № 22 Главмоспромстройматериалов, и в Челябинске на объектах треста Челябинметаллургстрой. Стыки колонн выполняли ванной сваркой выпусков арматуры и замоноличиванием зоны соединения бетоном (рис. 1) [1]. Колонны по торцу имеют бетонный выступ для центрирования при монтаже. Выпуски арматуры располагаются в боковых подрезках тела колонны, выполняемых по концам на всю ширину элемента. Применение таких стыков позволяет экономить на одном сопряжении около 60 кг стали 6 чел.-ч трудозатрат.

Многоэтажные производственные здания со стыками колонн на ванной сварке выпусков арматуры и замоноличивании бетоном возведены в Латвийской ССР и в Московской области. Колонны для них изготовляли на заводе ЖБК № 1 в Риге и на Клинском заводе

ЖБК Главмособлстройматериалов. Стыки колонн в каркасах этих зданий имеют элементы стальных закладных деталей по торцам, через которые до замоноличивания передаются вертикальные нагрузки и поперечные силы. Это повышает расход металла на колонны, но вместе с тем увеличивает монтажную

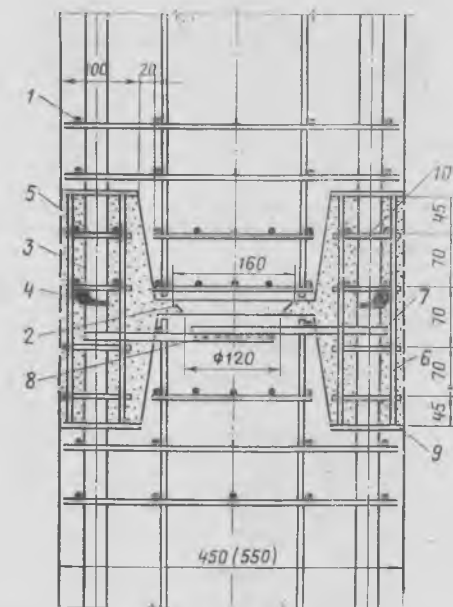


Рис. 1. Стык на ванной сварке выпусков арматуры с бетонным центрирующим выступом

1 — сетки косвенного армирования торцов; 2 — центрирующий бетонный выступ; 3 — выпуски продольной арматуры; 4 — ванная сварка продольной арматуры; 5 — сетки косвенного армирования бетона подрезок; 6 — монтажные соединительные стержни сеток; 7 — монтажный хомут; 8 — сварка хомутов; 9 — пластины  $\delta=3$  мм для фиксации выпусков и герметизации отверстий для их пропуска; 10 — бетон замоноличивания

прочность соединения до замоноличивания после сборки конструкций. Между закладными деталями имеются стальные прокладки для обеспечения должного уровня расположения швов между колоннами, центрирования усилий и сварки закладных деталей между собой. С применением таких стыков строится промздание в Домодедове Московской области (рис. 2).

Для усиления колонн в зоне их соединения концы элементов армируют сварными поперечными сетками. Для обеспечения точности расположения сеток их следует собирать отдельно от арматурного каркаса колонн. При этом образуется пространственный арматурный блок, в котором все сетки объединены вертикальными монтажными стержнями. Такой блок насаживается на концы продольных стержней арматурного каркаса колонны перед установкой его в форму и закрепляется в ней от смещения при бетонировании.

Удобство изготовления и монтажа элементов колонн с замоноличенными стыками, а также хорошее качество соединений обеспечивается устройством для образования подрезок тела колонн и фиксации выпусков арматуры. Хорошо оправдали себя на практике устройства, используемые на заводе ЖБК № 22 Главмособлстройматериалов [2]. К торцевым стенкам формы для изготовления колонн приваривают вертикальные листы (с небольшим технологическим уклоном для удобства распалубки) с отступом от краев на толщину подрезки (рис. 3).

Перед установкой арматурного каркаса в форму на концы продольной арматуры надевают стальные листы толщиной 2—3 мм с соответствующими отверстиями. Таким образом создается ограждение подрезок от попадания бетона в эти зоны при бетонировании и обеспечивается удобство распалубки (листы на продольной арматуре остаются на колонне). Выполняя роль опалубки, листы обеспечивают также точность расположения выпусков арматуры. На монтаже колонн не возникало необходимости доводки выпусков отгибом, соосность их была достаточной для ванной сварки стержней. Аналогичные устройства для образования подрезок в виде вкладышей применяли на Клинском комбинате.

На заводе ЖБК № 3 в Риге подрезки тела колонны по концам и фиксация выпусков арматуры образуются на-

Рис. 2. Колонны в стадии монтажа на строительстве Домодедовского узла связи



Рис. 3. Подготовленная к бетонированию форма с арматурным каркасом колонны с выпусками арматуры



саживанием на арматурные стержни стальных брусков, равных по размерам подрезкам. Бруски изготовляют с разным числом отверстий, диаметры которых соответствуют числу и диаметру арматурных выпусков. После распалубки бруски снимают с выпусков. Для удобства им придается технологический уклон граней.

Такой способ образования подрезок позволяет устанавливать торцевые стенки формы в любом месте. Изготовленная колонна показана на рис.4. Сварку выпусков арматуры в стыках колонн следует выполнять в соответствии с требованиями СН 399-69 и ГОСТ 10922-75. Соосность свариваемых между собой выпусков арматуры, как правило, соблюдается при качественном изготовлении элементов и использовании устройств по фиксации концов арматуры в форме. Однако иногда возникает необходимость в отгибах стержней для достижения необходимого их сближения, что требует предварительного нагрева. Зазор между торцами и их уклон обеспечиваются соответствующим срезом.

Ванную сварку стержней можно осуществлять в медных и графитовых формах. Допускается, как исключение (впредь до освоения ванной сварки монтажной организацией), применение ручной дуговой сварки с накладками.

Поскольку бетон замоноличивания зоны соединения учитывается в расчете стыков рассматриваемого типа, качество его укладки имеет большое значение. Поперечные сварные сетки, создающие косвенное армирование бетона

замоноличивания, укладываются отдельно друг на друга на выпуски продольной арматуры нижележащего элемента. После сварки выпусков сетки распределяются по всей высоте зоны замоноличивания с требуемым шагом и закрепляются монтажными вертикальными стержнями. Далее устанавливаются один или два объемлющих хомута, состоящих из двух П-образных половинок, которые соединяются между собой дуговой сваркой внахлестку. Для размещения хомутов по боковым граням колонны имеют соответствующие бороздки. После сварки выпусков и армирования зоны замоноличивания стыка сетками и хомутами устанавливается опалубка и закрепляется стяжными болтами. Для укладки бетона со стороны подрезок в опалубке устраивают раструбы.

Для замоноличивания следует применять бетон марки не ниже М300 на заполнителе с  $M_{кр}$  не более 10 мм. При высокой подвижности бетонной смеси ее можно укладывать с одной стороны в зону подрезки тела колонны. В этих условиях с применением вибрации бетон проходит в горизонтальный шов между торцами элементов с выходом в зону подрезки, расположенную с противоположной стороны.

Большое распространение имеет раздельное замоноличивание горизонтального шва и зоны подрезок бетона. При этом первоначально производится зачеканка шва жестким раствором, после чего устанавливается опалубка и бетонируются зоны подрезок с применением вибрации.



Рис. 4. Колонны с выпусками арматуры, изготовленные на Клиском комбинате Стройиндустрия

#### Выводы

При возведении каркасов многоэтажных производственных зданий по чертежам, предусматривающим устройство стыков колонн со стальными оголовниками, их следует заменять замоноличенными стыками с ванной сваркой выпусков арматуры. Для этой цели рекомендуется использовать техническую документацию, разработанную ЦНИИПромзданий и НИИЖБ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию и выполнению замоноличенных стыков колонн железобетонных каркасов многоэтажных зданий. М., НИИЖБ, 1976.
2. Васильев А. П., Матков Н. Г., Иванов В. В. и др. Монолитные стыки колонн железобетонных каркасов многоэтажных промзданий. — Промышленное строительство, 1978, № 4.

## Надежность брусковых элементов и их стыков при сейсмических воздействиях

Разработанные Киевским отделением Теплоэлектропроекта [1] унифицированные сборные брусковые железобетонные конструкции получили широкое распространение в энергетическом строительстве. Для использования таких конструкций в строительстве энергообъектов, сооружаемых в сейсмических районах страны, необходимы данные об их сейсмостойкости.

Динамические испытания брусковых элементов при интенсивных вибровоздействиях [2], показавшие их высокую надежность, могут в некоторой степени свидетельствовать в пользу их сейсмостойкости. Однако для подтверждения этого предположения следовало провести соответствующие исследования.

В ГрузНИИЭГС выполнены экспериментальные исследования сейсмостойкости брусковых элементов и их стыков посредством воздействия кратковременных динамических перегрузочных циклов.

Была разработана методика испытания балок в лабораторных условиях, которая воспроизводила воздействия, близкие к сейсмическим, имеющие импульсивный, динамический характер.

Анализ большого числа акселерограмм землетрясений силой 7—8 баллов [3] показал, что на фоне более или менее стабильного колебательного процесса, не оказывающего серьезного влияния на прочность сооружения, имеют место отдельные весьма значительные перегрузки, в 2—3 и более раза превышающие средние амплитуды. Эти последние и представляют опасность для сооружения, по ним определяется сила землетрясения. Число таких «пиковых» амплитуд, соответствующих максималь-

ной силе сейсмического толчка, составляет обычно от 50 до 100. Эта особенность сейсмозадействий при землетрясениях была нами использована при испытаниях брусковых элементов.

Назначение нагрузки, действующей на опытную балку, производилось в соответствии со СНиП II-12-69, предусматривающими нормированную перегрузку конструкции посредством учета коэффициента динамического упрочнения материала или коэффициента условия работы  $m_{кр}$ . Значение перегрузки соответствовало определенной при статическом испытании балок опытной величины предела текучести рабочей арматуры, умноженной на коэффициент условий работы железобетона —  $m_{кр} = 1,2$ .

Балки испытывали на универсальной виброаппаратуре УВМ-2500 (рис. 1) в резонансном режиме. Для этого двигатель установленного посередине балки вибратора вводили в работу на частотах вращения, близких к частоте собственных колебаний конструкции. Такой режим, характеризующийся резким возрастанием нагрузок на балку, позволил создать колебательный процесс, имитирующий перегрузочные циклы, свойственные сейсмическим воздействиям.

Порядок испытания балок был следующий. Вначале двигатель вибратора имел обороты с низкой частотой вращения порядка 7—10 Гц, развивающие небольшую нагрузку на балку, равную 1—1,5 т, и соответствующие этой нагрузке небольшие напряжения в арматуре — порядка 700—900 кгс/см<sup>2</sup>. Последние контролировались по показаниям осциллографа. Далее обороты двигателя вибратора быстро поднимались до час-

тоты вращения 18—20 Гц, близкой к собственной частоте балки 20—22 Гц. Балка вводилась в резонансный режим, который длился 3—5 с, во время которого производили запись напряжений в арматуре и амплитуды ее колебаний.

После выхода балки из резонансного режима, когда ее собственная частота уменьшалась вследствие трещинообразования до 17—18 Гц, ее снова вводили в резонансный режим с меньшей частотой вращения двигателя вибратора, равной также 17—18 Гц. Так повторяли несколько раз, пока не набирали необходимое число перегрузочных циклов, равное 100 «пиковым» перегрузкам реального землетрясения.

На перегрузочные циклы испытывали пять брусковых и для сравнения — одну обычную балку с гибкой арматурой. Балки были одинаковых размеров 20×30×400 см и с равным количеством симметричной продольной арматуры:  $F_a = F_a^* = 9$  см<sup>2</sup>. В качестве арматуры в брусковых балках применяли уголки 50×50×5 класса А-I, в обычных балках — арматуру круглого сечения класса А-III с пределом текучести соответственно 2400 и 4000 кгс/см<sup>2</sup>.

Полученная при статических испытаниях величина разрушающей нагрузки, соответствующая достижению арматурой предела текучести, в брусковых балках равнялась 5 тс, а в обычных — 6 тс, что близко соответствовало теоретическим величинам разрушающей нагрузки, вычисленным по СНиП II-21-75. Соответственно величины нагрузок в перегрузочных циклах с учетом  $m_{кр} = 1,2$  были назначены исходя из опытных разрушающих нагрузок 6 и 7 тс при напряжениях в арматуре 2900 и 4800 кгс/см<sup>2</sup>.

Схема загрузки балок при статическом и циклических испытаниях — одна сосредоточенная сила, приложенная посередине пролета. Как видно из рис. 2, пиковые напряжения одного знака в арматуре составили 3000—3500 кгс/см<sup>2</sup>, что, согласно условию эксперимента, превосходит в 1,2 и более раза предел текучести и величину разрушающей нагрузки (по пределу текучести) опытных балок. В обычных балках напряжения одного знака составили 4000—4800 кгс/см<sup>2</sup>, что также отвечало условиям перегрузочного цикла.

После 100-кратного циклического воздействия перегрузок балки испытывали на действие статически приложенных сил. Разрушающая нагрузка составила 5 тс у брусковых и 6 тс у обычных балок, т. е. была аналогичной нагрузке балок-близнецов, не подвергнутых циклическим перегрузкам; ширина раскрытия трещин в этих балках также не превосходила таковой у балок-близнецов.

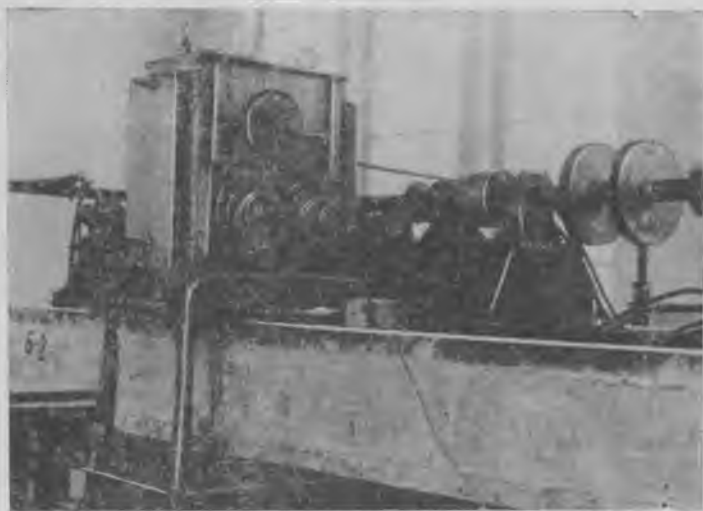


Рис. 1. Брусковая конструкция на испытательном вибростенде

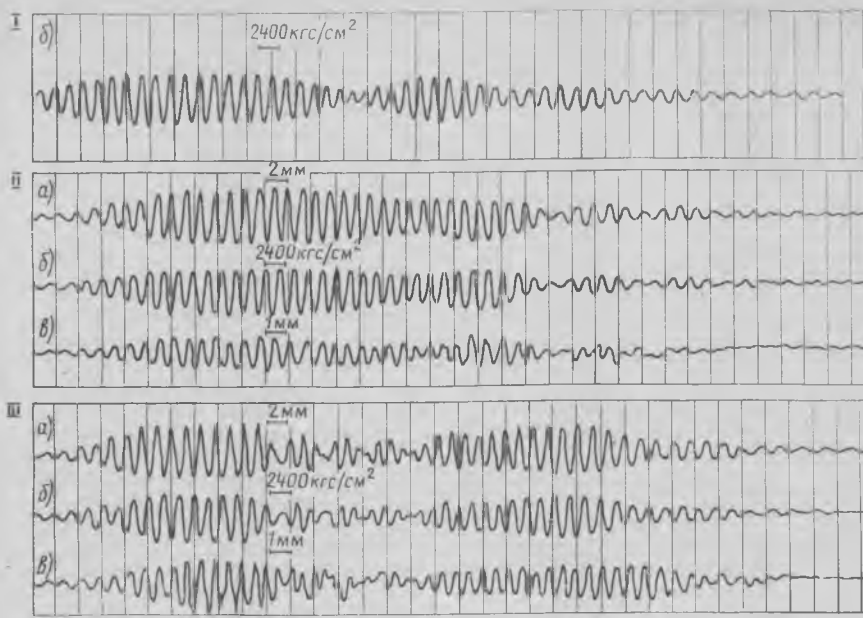


Рис. 2. Осциллограммы амплитуд колебаний (а, в) и напряжений в угловой арматуре (б)  
I, II, III — последовательность перегрузочных циклов (вертикальные линии соответствуют отметчику времени записи колебательного процесса с интервалом 0,1 с)

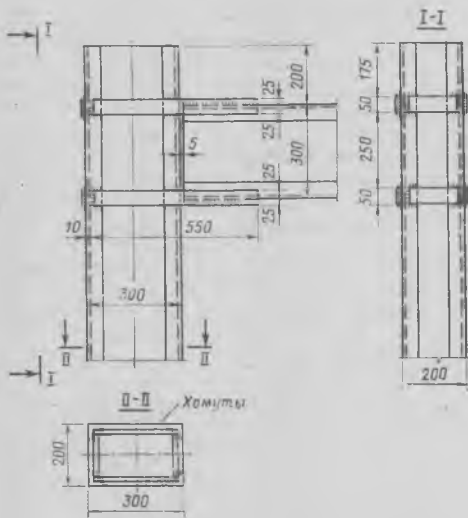


Рис. 3. Стыковочный узел модели рамы из брусковых элементов

Прогибы при кратковременных перегрузочных циклах в брусковых балках равнялись 5—6 мм (см. рис. 2), в обычных — 10 мм, что несколько меньше статических прогибов балок-близнецов, соответственно равных 8 и 12 мм при тех же значениях нагрузок. Это согласуется с данными [4] о том, что при кратковременном приложении циклической нагрузки деформации прогибов не успевают развиться в полной мере в соответствии с величиной нагрузки.

Известно, что стыки сборных элементов, колонн и ригелей рамных конструкций являются одним из слабых звеньев, разрушающихся в первую очередь при землетрясениях и приводящих к обрушению сооружения. Для определения

сейсмостойкости брусковых конструкций проверили работу их стыковых соединений.

В качестве образца для испытания была принята модель Г-образной сборной рамы, собранной из брусковых элементов — стойки и ригеля размером 20×30×140 см приваркой к угловой арматуре стальных накладок (рис. 3,4). Стыковочный узел рамы принят аналогично разработанному Киевским отделением Теплоэлектропроекта и применяемому при возведении главных корпусов ТЭЦ из брусковых элементов.



Рис. 4. Испытание модели Г-образной рамы из брусковых элементов

Привариваемые к стыкуемым элементам рамы соединительные стальные планки сечением 50×8 мм и длиной 50 мм удовлетворяют по прочности стыковое соединение узла рамы при статической величине нагрузки, меньшей или равной 5 т, приложенной на расстоянии 115 см до грани колонны.

На рис. 4 показан вибратор, закрепленный на консоли рамы на расстоянии 115 см от грани колонны, развивающий в процессе работы необходимую нагрузку. В эксперименте испытанию на действие кратковременных перегрузочных циклов подлежало сварное соединение стыка ригеля и стойки рамы. С учетом коэффициента условия работы стали  $m_{кр} = 1,4$  и при статической разрушающей нагрузке 5 т опытная величина нагрузки при перегрузочных циклах была принята равной 7 т.

Перегрузочные циклы создавались посредством работы вибратора в резонансном режиме по вышеописанной методике, одновременно записывались напряжения и амплитуды колебаний в стальных планках и угловой арматуре брусковых элементов. Напряжения в планках при перегрузочных циклах не достигали больших значений и равнялись 750—800 кгс/см<sup>2</sup>, угловой арматуры ригеля в зоне стыка — 500—600 кгс/см<sup>2</sup>; сдвигающие напряжения в планке, действующие в плоскости среза, — около 750 кгс/см<sup>2</sup>.

Тщательный осмотр стыка после 100-кратных перегрузочных циклов показал, что никаких признаков разрушения сварных швов не было, принятое стыковое соединение хорошо выдержало кратковременные перегрузки.

Испытания показали, что брусковые балки, так же как и обычные железобетонные с гибкой арматурой, хорошо выдержали кратковременные перегрузочные циклы, характерные при сейсмических воздействиях. Амплитуды колебаний балок не превышали, а даже были несколько меньше статических прогибов.

Испытание стыкового соединения, моделирующего узел рамы из сборных брусковых элементов, также показало надежность его работы при сейсмических перегрузках. Это позволяет рекомендовать применение брусковых элементов и их стыков на строительстве объектов в сейсмических районах и рассчитывать их сейсмостойкость как обычных железобетонных конструкций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переяславцев Н. А. Брусковые железобетонные конструкции с внешним армированием. — Энергетическое строительство, 1973, № 3.
2. Абашидзе А. И., Ландау С. З. Выносливость брусковых железобетонных конструкций при вибрационных воздействиях. — Бетон и железобетон, 1978, № 7.
3. Медведев С. В. Ускорения колебаний грунта при сильных землетрясениях. Труды института физики Земли АН СССР, 1960, № 10.
4. Корчинский И. Л., Вивский В. А., Фридман Б. А. Методика исследования работы предварительно-напряженных конструкций при сейсмических воздействиях. Сейсмостойкость предварительно-напряженных железобетонных конструкций. Материалы симпозиума Международной федерации по преднапряженному железобетону (ФИП). Тбилиси, 1972.

## Сборная панель покрытия из тонких преднапряженных пластин

Для сокращения материалоемкости и массы покрытия были проведены исследования сборной панели таврового сечения, составленной из двух тонких преднапряженных железобетонных пластин, одна из которых являлась плитой панели, другая — ее ребром\* (рис. 1).

Панели подобной конструкции предполагается использовать в качестве элементов покрытия промзданий пролетом 12, 18, 24 м и шагом колонн 6, 12 м. Их устанавливают на бортовые элементы, расположенные по рядам колонн, и объединяют по длинным сторонам, сваривая их закладные детали, в короткую многопролетную цилиндрическую оболочку.

Плиты и ребра панели изготавливают плоскими в горизонтальном положении на стендах методом непрерывного армирования. Элементы панелей доставляют в кондукторах на стройплощадку и на посту укрупнительной сборки объединяют. Укладываемые на ребра плиты изгибают по цилиндрической поверхности и прикрепляют к ребрам сваркой закладных деталей.

Для исследования работоспособности панели в НИИЖБ был изготовлен опытный образец панели пролетом 12 м и шириной 3 м (рис. 2). При изготовле-

\* А. с. № 713973. Железобетонная ребристая плита. Г. А. Гамбаров. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № 5.

нии, транспортировании, монтаже и эксплуатации отдельной панели и оболочки проверяется их работоспособность по нескольким расчетным схемам, включающим действие сосредоточенной силы, в середине свободного края панели, одностороннюю ее загрузку, работу смонтированной оболочки между ребрами-диафрагмами и др.

Работу отдельной панели рассматривали только под воздействием равномерно распределенной нагрузки. В продольном направлении работы панели приблизительно оценивали как балки таврового сечения переменной жесткости. В поперечном направлении панели рассчитывали как полную оболочку с заделкой по одной длинной стороне, свободным краем по другой и шарнирно-опертой по торцам:

$$D = \nabla^2 \nabla^2 w - \nabla_0 \Phi = q;$$

$$\nabla_0 w + \frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \Phi = 0.$$

Элементы панели выполняли на механизированном стенде НИИЖБ с помощью самоходной арматурно-намоточной машины. Толщину плиты (32 мм) определили как сумму двух защитных слоев и двух диаметров арматурных стержней. Плиту армировали в двух направлениях высокопрочной канатной арматурой класса К-7 диаметром 6 мм. Пред-

варительное обжатие бетона плиты в поперечном направлении принято равным  $65 \text{ кгс/см}^2$ , что соответствует ее армированию двумя канатами с шагом 250 мм. Обжатие бетона плиты в продольном направлении ( $65\text{--}70 \text{ кгс/см}^2$ ) определили с учетом компенсации растягивающих напряжений по верхней грани плиты в результате ее искривления.

Сначала наматывали продольную, а затем поперечную арматуру, симметрично располагая ее относительно срединной плоскости плиты. В местах монтажных петель плиту армировали легкими сетками из проволоки ВР-1 диаметром 3 мм. В местах стыковки с ребром в середине плиты устанавливали закладные детали из листового стали толщиной 8 мм, размером  $150 \times 80 \text{ мм}$  с приваренными к ним двумя анкерами из полосоной стали  $4 \times 30 \text{ мм}$ .

Плиту изготавливали из бетона марки М400 с гранитным заполнителем крупностью 5—10 мм. Бетонную смесь уплотняли передвижной по бортовой оснастке виброрейкой. Натяжение рабочей арматуры и промежуточные фиксаторы обеспечили строго проектное положение арматурных канатов относительно поперечного сечения плиты.

После двухнедельной выдержки под мокрыми опилками при прочности бетона  $300\text{--}350 \text{ кгс/см}^2$  преднапряженную арматуру отпускали сначала по два крайних продольных каната с каждой



Рис. 1. Панель покрытия из тонких преднапряженных пластин

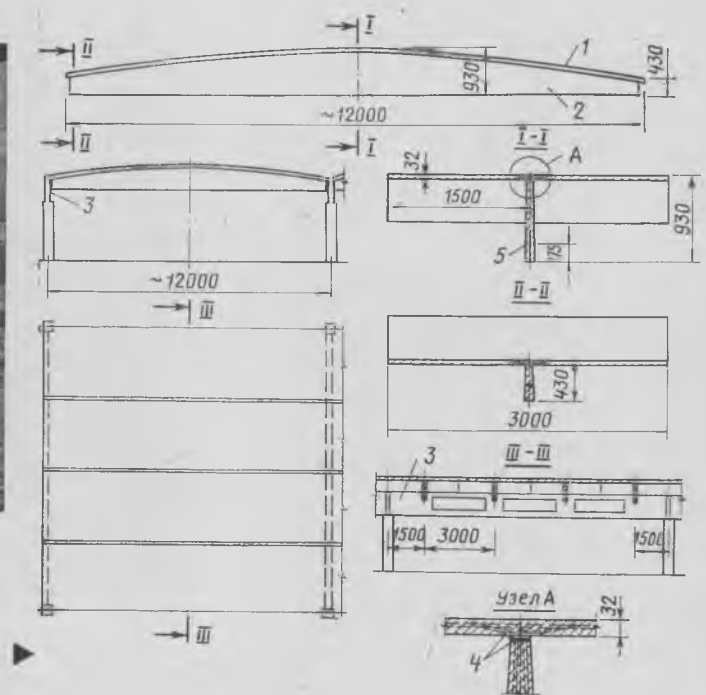


Рис. 2. Опытный образец панели пролетом 12 м  
1 — плита панели; 2 — ребро; 3 — бортовой элемент; 4 — закладные детали; 5 — равнодействующая продольной арматуры

стороны, затем всю поперечную арматуру и оставшуюся продольную.

Ребро панели также изготавливали на стенде в горизонтальном положении. Верхнюю грань ребра выполняли параболической со стрелой 500 мм. Ребро армировали 16 канатами класса К-7, диаметром 6 мм в двух уровнях с равнодействующей, отстоящей от нижней грани ребра на 175 мм. Для усиления приопорных участков и снижения обжата бетона при отпуске в торцах ребра устанавливали четыре стержня из стали класса А-III диаметром 12 мм, длиной 1,2 м.

Для восприятия раскливающих усилий, возникающих в момент отпуска арматуры, верхние и нижние канаты заключали в замкнутые хомуты из проволоки диаметром 3 мм. Поперечную арматуру выполняли в виде сеток из проволоки диаметром 4 мм с переменным шагом вертикальных стержней от 50 до 200 мм. По криволинейной грани ребра устанавливали закладные детали.

Ребро изготавливали из такого же бетона, уплотняемого речными и площадочными вибраторами. После набора 70%-ной прочности арматуру отпускали, зону анкеровки фиксировали тензотерами, установленными на бетон по линиям арматурных канатов.

Панель собирали на месте изготовления ее частей. На первом этапе с помощью балансирующей траверсы за четыре точки подняли и установили в вертикальное положение ребро панели, зафиксировав его от потери устойчивости четырьмя растяжками. Опорами ребра являлись металлические фермочки, имитирующие бортовые элементы оболочки. На втором этапе за восемь точек с помощью той же балансирующей траверсы подняли и зафиксировали над ребром плиту панели (рис. 3). После выравнивания относительно ребра плиту начали медленно опускать. При этом под действием собственной массы, все больше и больше опираясь по длине на ребро, плита искривлялась, плотно прилегая к его криволинейной грани. Из-за отсутствия поста укрупнительной сборки, обеспечивающего малые взаимные перемещения плиты и ребра для подгонки закладных деталей, процесс укладки повторяли. После установки плиту присоединили к ребру путем сварки закладных деталей, расположенных в 15 точках по длине. При тщательном обследовании верхней поверхности плиты после ее искривления трещин не обнаружено.

Затем панель испытывали равномерно распределенной нагрузкой. Перед испытанием ее приподняли и вновь установили на торцевые металлические фермочки без шарниров так, что вся нагрузка от собственной массы панели передавалась только через опорные части ребра. После этого зазор между торцом плиты и верхним поясом фермочки заполнили раствором, исключив вертикальное перемещение плиты по торцам. Такое опирание панели через опорный стол с укладкой торца плиты по всей длине на бортовой элемент предполагается в сборной цилиндрической оболочке рассматриваемой конструкции. Одну опору с установленной на ней фермочкой выдвигали подвижной на катках.

Деформации панели измеряли тензотренисторами и тензотерами, перемещение — прогибомерами. Из-за наличия



Рис. 3. Процесс монтажа плиты и ребра панели

двух осей симметрии панели и испытательной нагрузки основную часть приборов разместили в одной четверти плиты, а также на ребре у торцов по линиям главных растягивающих напряжений и в зоне действия максимальных изгибающих моментов.

Панель загружали этапами от торцов к середине бетонными грузами массой 100 кг с выдержкой под нагрузкой в течение 15 мин на каждом этапе. В процессе испытания прогибы панели нарастали плавно и составляли на каждом этапе в средней части 3—4 мм. Прогибы плиты на свободном краю в средней части на каждом этапе превышали прогибы по линии ребра на 0,3—0,4 мм. Первые грузы укладывали посередине плиты, а затем попарно на каждую из сторон.

На третьем этапе испытания при нагрузке, соответствующей  $M_T$ , трещины в ребре не появились. Далее панель загрузили полезной расчетной нагрузкой 350 кгс/м<sup>2</sup> (без учета собственной массы). На этом этапе прогиб в средней части панели по линии ребра составил 10,8 мм, или менее 0,001 пролета. Превышение прогиба свободного края плиты относительно прогиба ребра в этом месте оказалось равным 1,21 мм. Прогиб свободного края плиты на расстоянии 2,4 м от опоры был максимальным и составил 3,9 мм. Трещины по линиям главных растягивающих напряжений и по нижней грани ребра не появились. Изменений в сварных швах и в бетоне около закладных деталей не наблюдалось.

После выдержки под нагрузкой в течение 1 мес панель разгрузили, а затем подвергли вторичным испытаниям до нагрузки 750—770 кгс/м<sup>2</sup>, соответствующей 1,6 расчетной. Первые вертикальные трещины с шириной раскрытия 0,05—0,1 мм в средней части ребра появились при нагрузке около 510 кгс/м<sup>2</sup>, или 1,1 расчетной. На последующих этапах появились новые трещины. При нагрузке 700—720 кгс/м<sup>2</sup> ширина раскрытия трещин в середине пролета достигла 0,3—0,45 мм, прогиб панели в центре составил 53,4 мм, или  $\frac{1}{294} l$ .

Анализ полученных данных показал, что опытные значения прогибов плиты

ниже расчетных. Испытания выявили качественные различия в напряженно-деформированном состоянии плиты, полученном экспериментальным и расчетным путем, поскольку максимальными оказались прогибы свободного края плиты не в середине, а в четверти пролета. Фактические прогибы и напряжения в середине панели по ребру занижены по сравнению с расчетными под влиянием опорных моментов, появившихся в результате бесшарнирного опирания ребра панели на торцевые фермочки.

Испытаниями выявлен упругий характер работы панели под расчетной нагрузкой. Изготовление и сборка опытного образца показали возможность создания новой технологии изготовления длинномерных настилов из тонких преднапряженных пластин.

При изготовлении панелей по частям с последующей сборкой уменьшаются их сечения и упрощается транспортирование конструкций к месту строительства, а изгиб пластин позволит возводить сборные цилиндрические оболочки из двухосно преднапряженного бетона со строго зафиксированным каркасом.

Материалоемкость панелей описанной конструкции пролетом 12, 18 и 24 м ниже материалоемкости панелей существующих конструкций. Собственная масса 1 м<sup>2</sup> опытного образца панели составила 118 кг, общий расход стали с учетом закладных деталей равен 5,2 кг/м<sup>2</sup>. При этом фактическая собственная масса панели повышена по сравнению с расчетной, поскольку в некоторых местах не удалось сохранить проектную толщину плиты.

В настоящее время намечено строительство экспериментального здания с покрытием из панелей описанной конструкции пролетом 12 м. Одесский ПИ-3 разрабатывает проектную документацию здания, а КТБ Минпромстроя — экспериментальную технологическую линию для производства панелей и других элементов объекта. Изготовление панелей и строительство здания будет осуществлять объединение Рязанстрой,

УДК 691.327:666.972.16

Г. Д. ДИБРОВ, чл.-корр. АН УССР; И. А. БЕСПРОСКУРНЫЙ, канд. техн. наук;  
Л. Д. ЛЕВЕНЕЦ, инж. (Днепропетровский инженерно-строительный ин-т);  
В. В. КРУТЬ, инж. (ВНИИПАВ); И. Э. МАРОН, ген. директор  
ПО Днепроэнергостройиндустрия

## Улучшение свойств бетона введением азотсодержащих ПАВ

Для пластификации бетонной смеси, повышения прочности и морозостойкости бетона, а также его коррозионной стойкости при воздействии сульфатных сред большой интерес представляют азотсодержащие ПАВ — пенназолины [1]. Водонерастворимые пенназолины можно использовать в качестве добавок в бетон в виде эмульсий или водорастворимых солей\* [2].

Исследовали эмульсии и соли пенназолина 17-20. В качестве вяжущего использовали портландцемент Балаклейского завода марки М400, а также сульфатостойкий портландцемент Ново-Амвросиевского завода марки М400. Заполнителями служили щебень гранитный Чаплинского карьера фракций 5—10 и 10—20 мм (соотношение по массе 40:60) и кварцевый песок с  $M_{кр} = 2,2$ . Исследования проводили на образцах-кубах с размером ребра 10 см, изготовленных из равноподвижных бетонных смесей состава Ц:П:Щ = 1:1,93:3,34 при В/Ц = 0,41—0,55 с расходом цемента 350 кг/м<sup>3</sup> и осадкой конуса 2—3 см. Образцы подвергали тепловлажностной обработке по режиму 2+3+6+2 ч с температурой изотермического прогрева 80°C.

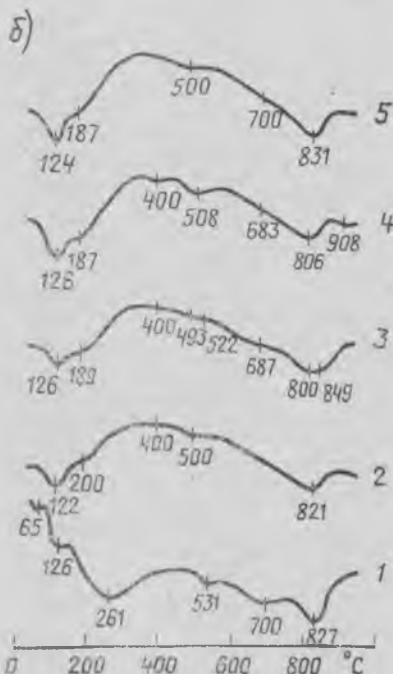
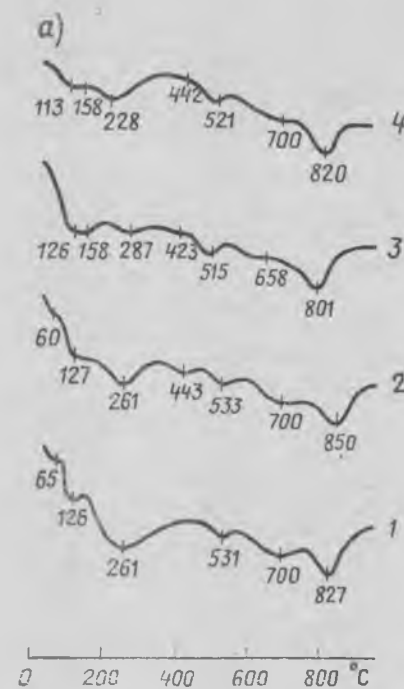
Степень гидрофобизации бетона с добавками эмульсии и солей пенназолина 17-20 измеряли на поперечных распилах образцов и характеризовали равновесным краевым углом смачивания  $\theta$  и смачиванием  $B$ .

Из табл. 1 видно, что соль пенназолина 17-20 обладает лучшими пластифицирующими и гидрофобизирующими свойствами, чем эмульсия.

Таблица 1

Вид добавки	Количество добавки, % массы цемента	В/Ц смесей	$\theta$ , град	$B = \cos\theta$
Без добавки	—	0,55	13	0,974
Эмульсия пенназолина 17-20	0,05	0,52	58	0,53
	0,15	0,48	63	0,454
	0,25	0,46	69	0,358
	0,05	0,49	74	0,267
Соль пенназолина 17-20	0,15	0,43	79	0,191
	0,15	0,43	79	0,191
	0,25	0,41	83	0,122

Рентгенографический и дифференциально-термический анализы показали, что применение соли и эмульсии пена-



Термограммы цементного камня  
а — с эмульсией пенназолина 17-20;  
б — с солью пенназолина 17-20; 1 — без добавки; 2 — 0,05% добавки; 3 — 0,15% добавки; 4 — 0,25% добавки; 5 — без добавки; на сульфатостойком цементе

золина 17-20 изменяет характер гидратации цемента (см. рисунок). Повышенные степени гидратации цемента при введении пенназолина 17-20 объясняется его диспергирующим действием на клинкерные минералы. Использование соли пенназолина 17-20 способствует значительно уменьшению содержания гидроалюминатов кальция (температура дегидратации 261°C). При содержании 0,15 и 0,25% солей пенназолина количество гидроалюминатов кальция сравнимо с их содержанием в образцах на сульфатостойком цементе. Уменьшение образования гидроалюминатов кальция связано, вероятно, с комплексообразованием имидазолинов и амидов, входящих в состав пенназолина 17-20. При введении эмульсии пенназолина 17-20 наблюдается незначительное уменьшение содержания гидроалюминатов кальция (температура дегидратации 261, 287°C). Это вызвано тем, что эмульсия пенназолина 17-20 находится в менее активной молекулярной форме, чем соли, имеющие ионную форму.

Изучение поровой структуры бетона показало, что введение пенназолина 17-20 в виде соли и эмульсии улучшает поровую структуру растворной составляющей бетона в результате преимущественного образования мелких пор.

При введении эмульсии пенназолина 17-20 прирост прочности составил 10—28% (в зависимости от дозировки добавки), а при введении соли — 12—32% (табл. 2). Этому способствует снижение В/Ц благодаря пластифицирующему действию добавок, повышение степени гидратации портландцемента, комплексообразование и улучшение поровой структуры растворной составляющей бетона.

Таблица 2

Вид добавки	Количество добавки, % массы цемента	Прочность бетона на сжатие, МПа		
		после тепловлажностной обработки	через 28 сут	через 90 сут
Без добавки	—	29,3	33,2	35
Эмульсия пенназолина 17-20	0,05	32,2	35	36,2
	0,15	37,3	40,1	40,9
	0,25	36	38,3	38,9
	0,05	32,9	35,7	36,8
Соль пенназолина 17-20	0,15	38,7	40,8	42
	0,15	38,7	40,8	42
	0,25	36,4	38,7	39,5

На морозостойкость и сульфатостойкость испытывали бетоны с рациональной дозировкой пенназолинов, обеспечивающей наибольшую степень гидрофобизации и повышенную прочность. Для эмульсии и соли пенназолина 17-20 рациональная дозировка составляет 0,25% массы цемента. Поскольку в качестве основного вяжущего для морозостойких бетонов ГОСТ 22266—76 рекомендует сульфатостойкий цемент, то часть контрольных и основных образцов изготовляли на этом вяжущем.

Эффективность применения пенназолина 17-20 в виде эмульсии и соли различна (табл. 3). Введение эмульсии пенназолина 17-20 может повысить марку бетона по морозостойкости с  $M_{рз} 100$  (для бетона без добавок) до  $M_{рз} 200$ . Соли пенназолина 17-20 позволяют получать бетон с  $M_{рз} 500$ , т. е. превосходящий по морозостойкости бетон на сульфатостойком цементе.

\* А. с. № 727591. Бетонная смесь. Г. Д. Дибров, И. А. Беспроскурный, М. Ф. Попов и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № 14.



Таблица 3

Вид добавки	Мрз по ГОСТ 10060-76	Коэффициент стойкости после испытания в течение 24 мес в средах с содержанием сульфат-ионов	
		2000 мг/л	20 000 мг/л
Без добавки	100	0,79	0,46
Эмульсия пеназолина 17-20	200	1,02	0,85
Соль пеназолина 17-20	500	1,14	1,01
Без добавки на сульфатостойком бетоне	300	1,05	0,96

Как видно из табл. 3, бетон с добавкой эмульсии пеназолина 17-20 имеет

большую стойкость в сульфатной среде, чем бетон без добавок. Стойкость же бетона с солью пеназолина 17-20 превышает стойкость бетона на сульфатостойком цементе даже в среде с высокой концентрацией сульфат-ионов (20 000 мг/л).

Повышение морозостойкости и сульфатостойкости бетонов на пеназолине 17-20 вызвано гидрофобизацией материала, уменьшением  $V/C$ , повышением степени гидратации цемента, снижением содержания гидроалюминатов кальция, улучшением структурных и физико-механических характеристик бетонов.

Экономический эффект от применения пеназолина 17-20 в качестве добавки составляет 1,35—4,69 р. на 1 м<sup>3</sup> бетона. Соль пеназолина 17-20 используют в качестве добавки в бетон в ПО Днепрорознергостройиндустрия Минэнерго СССР. Пеназолины выпускают на Бердянском опытном нефтемаслозаводе, стоимость 1 т—800 р.

## Выводы

Исследования показали высокую эффективность применяемых добавок при введении их в бетоны на портландцементе Балаклеевского завода. Введение азотсодержащего ПАВ—пеназолина 17-20 в виде эмульсии или соли—позволяет получать бетоны с высокой сульфатостойкостью и морозостойкостью, с прочностью, не меньшей, чем бетон без добавок.

Дальнейшие исследования бетонов с добавками пеназолинов 17-20 на различных видах цементов позволят заменить сульфатостойкий цемент обычным.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент для проектирования опытно-промышленного производства катионных поверхностно-активных веществ—пеназолинов. Шебекино, ВНИИ-ПАВ, 1978.
2. Дибров Г. Д., Беспроскурный И. А., Левенец Л. Д., Круть В. В. Добавка для повышения стойкости бетона и арматуры в бетоне.—Совершенствование базы строительства, 1979, № 7.

УДК 691.327

М. И. БЕЙЛИНА, Т. М. МАМЕДОВ, инженеры; Г. П. КОРОЛЕВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Напрягающий бетон на основе алуниита

Увеличение объема производства напрягающего цемента (НЦ) сдерживается дефицитностью глиноземистых шлаков, на которых в основном базируется выпуск НЦ. В результате совместной работы НИИЖБ, НИИЦемент и ГПИ имени В. И. Ленина разработан способ получения НЦ с использованием дешевых и распространенных, особенно в районах Закавказья и Средней Азии, алуниитовых руд.

Учитывая трудности создания специальных установок для изготовления обожженного алуниита или алуниита с гипсом при  $t=600-950^{\circ}\text{C}$  [1, 2], был создан способ получения готового сульфоалуниитового клинкера (типа сульфоалуминатного) обжигом минеральной смеси при температуре  $1100-1350^{\circ}\text{C}$ . Партия НЦ на сульфоалуниитовом клинкере была выпущена Опытным заводом НИИЦемент и испытана в НИИЖБ. В его состав вместо дорогостоящего глиноземистого шлака входило 20% сульфоалуминатного клинкера, полученного на основе природной алуниитовой породы.

Цементно-песчаный бетон состава 1:1 по массе испытывали по ТУ 21-20-18-80 при следующих режимах тепловлажностной обработки:

а) температура изотермического прогрева  $70^{\circ}\text{C}$  в течение 5 ч после предварительной выдержки, равной 1, 6 и 24 ч. Образцы с предварительной выдержкой в 1 и 6 ч подвергали тепловлажностной обработке в формах в пропарочной камере при подъеме температуры в те-

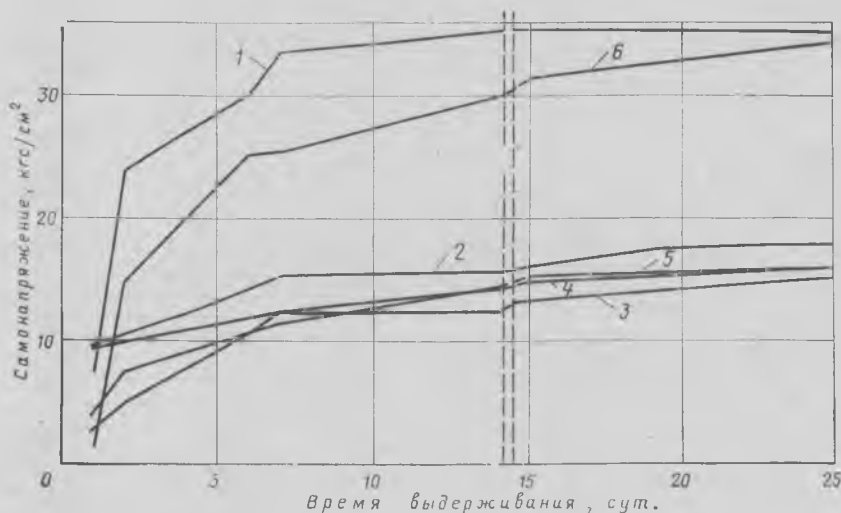
чение 2,5 ч, а образцы с предварительной выдержкой, равной 24 ч, после освобождения из форм прогревали в воде;

б)  $t=95^{\circ}\text{C}$  в течение 5 ч. После предварительной выдержки, равной 1 ч, образцы обрабатывали в пропарочной камере. Температуру поднимали до максимальной в течение 3,5 ч. Продолжитель-

ность изотермического прогрева при максимальной температуре составляла 5 ч;

в)  $t=95^{\circ}\text{C}$  в течение 3 ч. После выдержки в воздушно-влажных условиях в течение 1 сут образцы освобождали из форм и прогревали в воде. Рост «связанной» прочности и самонапряжения во времени для образцов, подвергнутых различным режимам тепловлажностной обработки, представлен на рисунке.

Проведенные исследования показали, что новый вид НЦ на основе алуниита полностью удовлетворяет ТУ 21-20-18-80 и по самонапряжению соответствует НЦ-20. Кроме того, образцы из такого цемента можно уже через 1 ч после изготовления пропаривать при 70 или  $95^{\circ}\text{C}$ , что целесообразно использовать при производстве сборного самонапряженного железобетона.



Самонапряжение и прочность НЦ на сульфоалуниитовом клинкере

1—образцы с предварительной выдержкой в течение 1 ч, пропаренные при  $t=95^{\circ}\text{C}$ ; 2—то же, при  $t=70^{\circ}\text{C}$ ; 3—образцы с предварительной выдержкой в течение 6 ч, пропаренные при  $t=70^{\circ}\text{C}$ ; 4—образцы с предварительной выдержкой в течение 24 ч, прогретые в воде при  $t=70^{\circ}\text{C}$ ; 5—то же, при  $t=95^{\circ}\text{C}$ ; 6—образцы без прогрева

Напрягающий бетон с расходом НЦ на основе сульфалунитового клинкера 500 кг/м<sup>3</sup> и при  $V/C=0,425$  испытывали после тепловлажностной обработки в пропарочной камере через 1 ч после изготовления образцов при 95°C и без нее (подъем температуры 2,5 ч; изотермическая выдержка 5 ч). Результаты испытания бетонных образцов представлены в табл. 1. Образцы до 6 мес твердели в воде при  $20\pm 3^\circ\text{C}$ , после чего часть из них поместили в воздушно-сухие условия при  $20\pm 3^\circ\text{C}$  и влажности 80%. В результате усадки, которая продолжалась в течение 10 сут, образцы, прошедшие тепловлажностную обработку и твердевшие без нее, теряли часть самоупреждения примерно до 40%.

Как видно из табл. 1, самоупреженный железобетон на основе алуниита обладает высокими прочностными характеристиками, которые в возрасте 6 мес увеличиваются по сравнению с  $R_{28}$  более чем на 40%. Кроме того, образцы, подвергнутые тепловлажностной обработке, при 95°C уже через 8 ч получают прочность 14 МПа и 50% самоупреждения. Это должно найти применение при изготовлении самоупреженных изделий на основе такого вида НЦ в заводских условиях.

Исследовали поведение вяжущего и при отрицательной температуре на образцах из цементно-песчаного бетона состава 1:3 при  $V/C=0,5$  с добавкой 7% нитрита натрия. Сразу после изготовления образцы помещали в морозильную камеру и выдерживали при температуре  $-15^\circ\text{C}$  до момента испытаний. Часть образцов хранили в нормальных условиях (при температуре  $+18^\circ\text{C}$ ). Ре-

Таблица 1

Возраст образца	Самоупреждение, МПа		$R_{сж}/R_{и}$ , МПа	
	нормальное твердение	пропаривание при $t=95^\circ\text{C}$ через 1 ч	нормальное твердение	пропаривание при $t=95^\circ\text{C}$ через 1 ч
После ТВО	—	0,55	—	14,5
1 сут	0,1	0,7	4,5	—
3 сут	0,6	0,8	25,2	24
7 сут	0,6	0,8	35,7	33,4
28 сут	0,8	0,9	500/7,9	46,4/7,9
6 мес	1,2	1,2	81,9/10,1	68,2/10,6

Таблица 2

Условия твердения образцов	$\frac{R_{сж}}{R_{и}}$ , МПа, в возрасте, сут				
	7	14	28	56	84
$-15^\circ\text{C}$	36	5,9	9,6	14,6	17,6
	1,26	1,31	2,8	2,7	4
	20,2	—	24,2	—	—
После 28 сут твердения при $-15^\circ\text{C}$ образцы твердели при $+18^\circ\text{C}$	4,4	—	6,44	—	—
	—	—	24,7/6	34/7	—

зультаты испытаний представлены в табл. 2.

При температуре  $-15^\circ\text{C}$  напрягающий бетон с добавкой нитрита натрия медленно набирает прочность (до 35% ма-

рочной в возрасте 1 мес и до 71% на 3 мес замораживания). Однако образцы, твердевшие в течение 28 сут при  $-15^\circ\text{C}$ , после выдержки их в условиях положительной температуры ( $+18^\circ\text{C}$ ) уже через 7 сут приобретают около 85% марочной прочности.

Исследования показали, что НЦ на основе алуниита можно применять также при беспроевном бетонировании в зимних условиях.

#### Выводы

Новый вид напрягающего вяжущего удовлетворяет ТУ 21-20-18-80. Напрягающий бетон на основе этого НЦ обладает прочностью 40 МПа, которая в возрасте 6 мес увеличивается более чем на 40%. НЦ на основе алуниита можно использовать как в монолитном строительстве, так и для заводского изготовления самоупреженных конструкций.

Самоупреженный железобетон на основе этого вяжущего с добавкой нитрита натрия пригоден для строительства при температуре до  $-15^\circ\text{C}$  без применения тепловых методов обогрева бетона.

Использование этого вида НЦ расширяет область его применения, особенно в районах Закавказья и Средней Азии. По данным НИИЦементы, выпуск такого вяжущего только в количестве 15 тыс. т в год на Карадагском цементном заводе сэкономит 417,8 тыс. р.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов В. В., Литвер С. Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самоупреженные железобетонные конструкции. М., Стройиздат, 1975.
2. Глекель Ф. Л. Специальные цементы на основе портландцемента и алуниита. Ташкент, ФАН, 1969.

УДК 691.327.620.18

А. В. ЛАГОЙДА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## О механизме формирования структуры бетона при замораживании

При замерзании бетона находящаяся в нем вода претерпевает фазовое превращение, сопровождающееся увеличением объема на 9,06%. На раннем этапе твердения бетона на лед переходит почти вся вода: химически ее связывается незначительное количество, а из-за не сформировавшейся еще микропористой структуры бетона невозможно заметное переохлаждение воды за счет микрокапиллярного эффекта. Прочность такого бетона в последующем может быть на 15—40% меньше, чем незамораживаемого.

В то же время известны данные о нейтральном или положительном влиянии однократного замораживания бетона непосредственно после укладки смеси на его прочность в дальнейшем

при благоприятных условиях выдерживания. Имеется несколько гипотез [1], объясняющих столь необычное влияние замораживания на прочность бетона, однако они экспериментально не подтверждены.

Было изучено влияние замораживания сразу после укладки смеси на фазовый состав продуктов гидратации, степень гидратации цемента, структуру и прочность бетона. Работы выполняли на цементных композициях с добавкой нитрита натрия, который понижает температуру замерзания воды и широко используется в качестве противоморозной добавки.

Исследования показали, что замораживание в раннем возрасте в последующем не приводит к заметному изме-

нению фазового состава продуктов гидратации (по данным рентгеноструктурного анализа и дериватографии), не оказывает существенного влияния на степень гидратации цемента (по данным количественного рентгеновского анализа).

Методом ртутной порометрии установлен различный характер влияния замораживания на поровую структуру в зависимости от состава. Так, общая пористость замороженных при  $-30^\circ\text{C}$  образцов цементно-песчаного раствора по сравнению с незамораживаемыми, твердевшими при расчетной температуре  $-5^\circ\text{C}$ , незначительно уменьшилась в центральных и поверхностных слоях. Пористость цементного камня увеличилась незначительно (на 20%) в центральной части образца и весьма существенно — более чем в 2 раза — в поверхностных слоях.

В растворной части бетона также имело место уплотнение центральной части образцов, усиливающееся с уменьшением  $V/C$ . Эти данные противоречат прочностным показателям, если не учитывать место отбора проб материала для анализа.

Влияние замораживания на структурную пористость может быть объяснено тем, что в процессе охлаждения бетона происходит перераспределение в нем

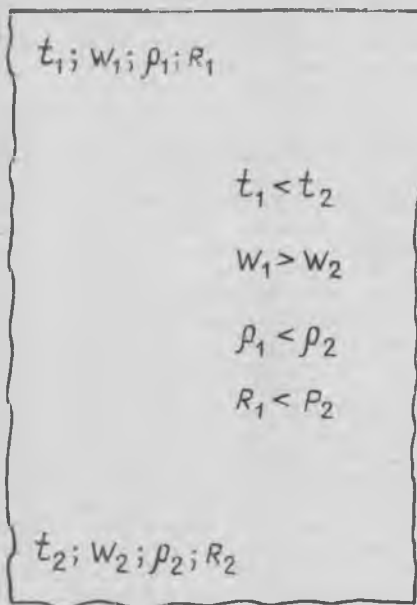


Рис. 1. Физико-механические характеристики замораживаемого бетона  
 $Q$  — теплота;  $t$  — температура;  $W$  — влажность;  $\rho$  — плотность;  $R$  — прочность

воды. Оно обусловлено увеличением количества физико-химически (адсорбционно) связанной воды поверхностью частиц цемента с понижением температуры по фронту охлаждения. Увеличение равновесного влагосодержания ряда капиллярно-пористых тел с понижением температуры доказано экспериментально [12].

Исходя из этого формирование структуры бетона, подвергающегося замораживанию непосредственно после укладки смеси, можно представить следующим образом. При его охлаждении ( $-Q$ ) создается разность температур ( $t_1 < t_2$ ) между поверхностными и внутренними слоями (рис. 1). Понижение температуры приводит к увеличению количества адсорбционно связанной воды в поверхностных охлаждаемых слоях за счет физико-химически связанной (свободной) воды. Если содержание последней недостаточное, возникает влажностный градиент, вода мигрирует из внутренних к поверхностным слоям материала с одновременным уплотнением центральной части. Внутренний массоперенос приводит к увеличению влажности поверхностных слоев за счет внутренних ( $W_1 > W_2$ ), т. е. к формированию более плотного цементного камня в центральных слоях и пористого — в периферийных ( $\rho_1 < \rho_2$ ). Более обводненные наружные слои оказываются менее прочными ( $R_1 < R_2$ ). Фиксируемые при испытании образцов недоборы прочности прежде всего являются результатом неоднородности бетона.

При избыточном содержании физико-механически связанной воды влажностный градиент при охлаждении бетона до замерзания не возникает, а вследствие внешнего массообмена в дальнейшем прочность бетона может даже повышаться.

Для подтверждения предположения о механизме формирования структуры под воздействием замораживания после укладки определялась прочность оетона с подвижностью смеси 9—11 см, приготовленного на порландцементе марки 500, а также с заменой 15 и 30% его расхода тонкомолотым кварцевым песком при неизменном расходе остальных материалов и воды. Введение песка вместо эквивалентной части цемента должно было уменьшить недобор прочности, так как уменьшение расхода цемента при прочих равных условиях должно приводить к созданию меньшего влажностного градиента за счет меньшей адсорбционной способности твердой фазы. Результаты исследований (рис. 2) подтверждают это положение.

Об уменьшении структурных нарушений при замораживании бетона с понижением расхода цемента за счет замены части его золой свидетельствуют опубликованные данные по остаточным деформациям после замораживания [3].

Согласно предполагаемому механизму формирования структуры, недоборы прочности подвергающегося замораживанию бетона должны уменьшаться с увеличением количества воды, приходящейся на поверхность капиллярно-пористого тела. По аналогии с массовой и процентной влажностью капиллярно-пористых тел назовем этот параметр удельным поверхностным влагосодержанием таких тел (в данном случае цемента) с размерностью  $г H_2O/cm^2$  тела.

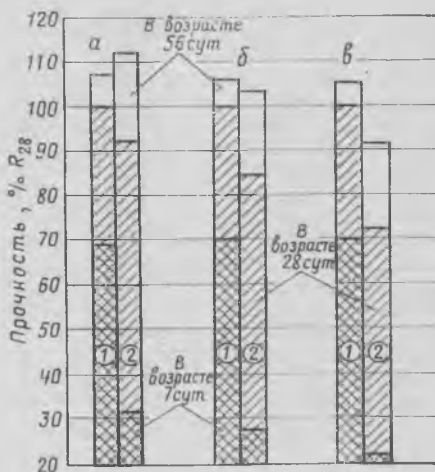


Рис. 2. Прочность бетона ( $B/C=0,5$ ;  $B=180 л/м^3$ ) с добавкой 4%  $NaNO_2$ , приготовленного на порландцементе марки 500 а, б и в — с добавкой соответственно 30, 15 и 0% тонкомолотого кварцевого песка вместо цемента;  
 1 — твердение при 20°C; 2 — твердение в течение 1 сут при -15°C, 6 сут при -5°C, далее при 20°C

На рис. 3 показан график влияния поверхностного влагосодержания цемента на относительную прочность раствора и бетона, подвергавшегося замораживанию, а также твердевшего при расчетной температуре, в том числе и с предварительной выдержкой при положительной температуре. Эти зави-

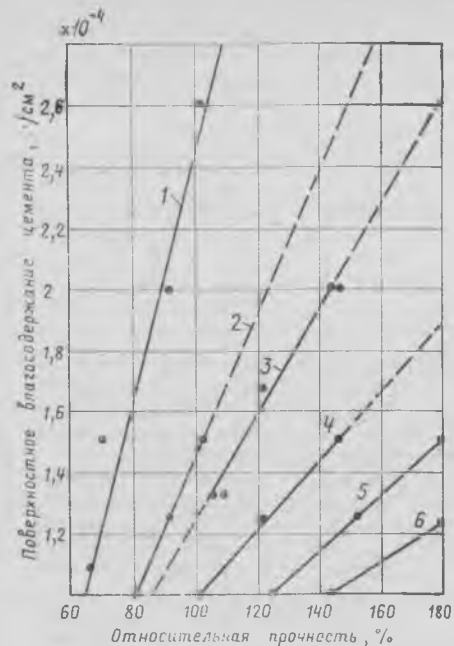


Рис. 3. Зависимость относительной прочности раствора (1) и бетона (2—6) от исходного поверхностного влагосодержания цемента

1 — без добавок, замораживание при -15°C; 2 — 4%  $NaNO_2+0,7%$  C-3, замораживание при -25°C; 3 — 4%  $NaNO_2$ , замораживание при -15°C, на белгородском порландцементе (в остальных случаях на воскресенском); 4 — 4%  $NaNO_2+0,7%$  C-3, твердение при расчетной температуре -15°C; 5 — то же, но после выдерживания 2 сут при 20°C; 6 — то же, но твердение при температуре -25°C

симости получены на основании экспериментальных данных. Удельная поверхность цемента во всех случаях принималась равной  $3000 см^2/г$ , что повлияло на абсолютную величину его поверхностного влагосодержания, но не изменило характера зависимости.

Из рассматриваемого рис. 3 следует, что между начальным поверхностным влагосодержанием цемента и относительной прочностью цементных композиций имеется линейная зависимость. Это свидетельствует о том, что исходное удельное поверхностное влагосодержание цемента, а следовательно и внутренний массоперенос, оказывают влияние не только на процесс формирования структуры композиций, подвергающихся замораживанию, но и твердеющих при отрицательных температурах. Внутренний массоперенос вследствие изменения количества адсорбционно связанной воды имеет место, видимо, не только при охлаждении бетона, но также и при его нагревании, равно как и при охлаждении и нагревании других капиллярно-пористых тел.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов С. А., Лагойда А. В. Бетоны, твердеющие на морозе. М., Стройиздат, 1974.
2. Лыков А. В. Теория сушки. М., Энергия, 1968.
3. Горчаков Г. И., Алимов Л. А., Воронин В. В., Лифанов И. И. и др. Температурные деформации и стойкость бетонов при замораживании в раннем возрасте. Второй международный симпозиум по зимнему бетонированию, т. 2. М., Стройиздат, 1975.

Л. Г. ШПЫНОВА, д-р техн. наук, проф.; О. Л. ОСТРОВСКИЙ, С. Ю. ТЕРЛЫГА, инженеры; Х. С. СОБОЛЬ, канд. техн. наук; Я. Б. ЯКИМЕЧКО, инж.  
(Львовский политехнический ин-т)

## Цемент для производства бетонных работ в зимних условиях

Для сознательного воздействия на структурообразование в цементном камне при зимнем бетонировании необходимо исследовать физико-механические свойства, фазовый состав и микроструктуру отдельных клинкерных минералов и портландцемента, твердевших при минус 15°C. В работах [1, 2] показано, что по кинетике нарастания прочности клинкерные минералы можно разделить на две группы. К первой относятся силикаты кальция и портландцемент, медленно твердеющие при отрицательных температурах, а ко второй —  $C_3A$  и алюмоферриты кальция, прочность которых с понижением температуры нарастает достаточно быстро.

Аналогично кинетике нарастания прочности с понижением температуры изменяется степень гидратации мономинералов. Отмечается уменьшение скорости гидратации  $C_3S$  в начальный период при температуре минус 15°C в 5 раз по сравнению с нормальными условиями, в то время как для  $C_3A$  и алюмоферритов кальция этот показатель практически не изменяется или даже возрастает. Максимальная степень гидратации на морозе наблюдается у  $C_3A$ , а в ряду твердых растворов алюмоферритов кальция она понижается с увеличением содержания  $Fe_2O_3$ .

Структурообразование цементного камня при отрицательных температурах сопровождается процессами сублимации и аблации, с которыми связана кинетика нарастания его прочности, особенно для первой группы минералов и портландцемента. В период сублимации нарастание прочности камня происходит чрезвычайно медленно. Быстрое ее нарастание связано с периодом аблации, при котором одно-

временно происходит поглощение влаги и углекислоты воздуха, что вызывает быструю карбонизацию цементного камня, особенно алитовой фазы.

Для интенсификации процессов твердения в условиях отрицательных температур необходимо прежде всего предотвратить образование льда в цементном камне за счет связывания большого количества воды в метастабильные гидратные образования и обеспечить длительное, но умеренное тепловыделение. Этим условиям наиболее полно удовлетворяют цементы на основе алюмоферритов кальция, обеспечивающие высокую начальную прочность камня. С течением времени резервом нарастания прочности служит алитовая фаза портландцемента. Совместить эти свойства можно путем создания смешанного вяжущего на основе алюмоферритного цемента и портландцемента.

Перспективным путем получения вяжущего, твердеющего на морозе, является также использование теплоты гидратации  $C_3A$  портландцементного клинкера при регулировании сроков схватывания заменой гипса комплексной добавкой СДБ и поташа, вводимых с водой затворения. В результате реакции компонентов комплексной добавки образуются высокодисперсный карбонат кальция и лигносульфонаты калия, обладающие улучшенным пластифицирующим действием. При оптимальном соотношении компонентов водопотребность безгипсового портландцемента с вышеуказанными добавками снижается на 30—40% по сравнению с обычным портландцементом, что обеспечивает повышенную прочность цементного камня.

Ниже в таблице показано влияние состава вяжущего на прочность бето-

на, твердевшего в различных условиях (образцы-кубы с ребром 10 см состава 1:1,0:3,5; осадка конуса 5—5 см).

Из таблицы видно, что безгипсовый портландцемент с добавками 1% СДБ и 1% поташа хорошо твердеет на морозе. Введенные же дополнительно в состав вяжущего 20% алюмоферритного цемента повышает начальную прочность бетона. После замораживания в течение 3 сут с последующим твердением в воде бетон к возрасту 28 сут набирает марочную прочность. Образцы бетона на портландцементе, твердевшие 3 сут при минус 15°C и минус 30°C и затем помещенные в воду, через некоторое время разрушились.

Таким образом, можно сделать вывод, что бетон на смешанном цементе с добавками СДБ и поташа обладает достаточной прочностью, позволяющей выдержать напряжения, возникающие в нем при замораживании. Образцы на смешанном цементе выдержали попеременно замораживание и оттаивание, начиная со вторых суток его твердения. В этих условиях бетон, подвергавшийся замораживанию до минус 15°C, в возрасте 28 сут набрал 95% марочной прочности, а замораживаемый до минус 30°C — 84% марочной прочности.

Выпуск опытной партии алюмоферритного цемента на основе известняка и красного шлама<sup>1</sup>, содержащего 85% алюмоферритов кальция и 15% белита, осуществлен на опытном цементном заводе института Южгипроцемент. Безгипсовый портландцемент с минералогическим составом  $C_3S=61,22\%$ ;  $C_2S=14,63\%$ ;  $C_3A=5,80\%$ ;  $C_4AF=15,74\%$  был выпущен на Ивановском цементно-шиферном комбинате.

Разработанные цементы были применены в тресте Прикарпатстрой на строительстве промышленного здания, где было уложено 50 м<sup>3</sup> бетона и выполнено 1000 м<sup>2</sup> штукатурных работ. Параллельно были отформованы контрольные образцы-кубы с размером ребра 15 см для бетона и размером ребра 7 см для штукатурных растворов. Бетонные и штукатурные работы выполняли при температуре минус 15°C, причем все материалы имели температуру окружающей среды. По истечении 5 сут наблюдались колебания температуры воздуха от минус 15°C до минус 2°C. Бетон, твердевший в таких условиях, в возрасте 1 мес достиг марок М200 и М300, а штукатурные растворы — марки М75.

Таким образом, предлагаемые цементные композиции можно рекомендовать для применения в практике зимнего бетонирования при устойчивых отрицательных и знакопеременных температурах.

<sup>1</sup> Является отходом Запорожского алюминиевого завода, глиноземный модуль  $p=0,47$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Шпынова Л. Г., Белов Н. В., Соболев Х. С., Саницкий М. А. Особенности гидратации портландцемента при отрицательных температурах. — Доклады АН СССР, 1973, т. 245, № 4.
- Шпынова Л. Г., Саницкий М. А., Соболев Х. С. и др. Особенности составов цементов для использования при отрицательных температурах. — Цемент, 1980, № 9.

портланд-цемент	Состав вяжущего, %						Предел прочности при сжатии кубов, кгс/см <sup>2</sup> , твердевших											
	портланд-цемент	алюмоферритный цемент	СДБ	поташ	в нормальных условиях, сут				при минус 15°C, сут			при минус 30°C, сут			При знакопеременных температурах**			
					1	3	7	28	1	7	28	1	7	28	3 сут при -15°C	3 сут при -30°C	-15°C	-30°C
100	—	—	—	—	0,57	125	173	235	295	0	0	15	—	—	—	Разрушились		
—	98	—	—	—	0,42	20	128	260	378	14	38	120	7	15	38	310	273/110/280***	105/245
—	78	—	—	—	0,41	15	68	180	320	25	62	140	12	23	75	335	315/130/305	115/270
—	—	20	—	—	0,39	145	—	160	180	35	90	170	38	65	130	190	185/150/180	130/170

\* Затем 25 сут в воде при  $t=+20^\circ\text{C}$ .

\*\* После первых суток на морозе образцы подвергались циклам знакопеременного твердения до возраста 1 мес (по 12 ч в воде при  $+20^\circ\text{C}$  и 12 ч при  $-15^\circ\text{C}$  или  $-30^\circ\text{C}$ ).

\*\*\* Перед чертой — в возрасте 7 сут, после черты — в возрасте 28 сут.

Н. А. КЛИТИНА, инж. (Бюро внедрения Ростовского Промстройинпроекта);  
Н. В. РОТЫЧ, С. М. ВИЛКОВ, кандидаты техн. наук (Новочеркасский  
политехнический ин-т)

## Использование декоративных цементов с кремнийорганическими добавками

Проведенными нами исследованиями установлено, что высолоустойкость декоративных цементов<sup>1</sup> можно существенно повысить путем ввода в их состав кремнийорганических жидкостей<sup>2</sup>. Однако необходимо было выяснить влияние указанных соединений на различные архитектурно-декоративные и строительно-технические свойства таких цементов.

Опытные партии декоративного цемента с кремнийорганическими добавками были выпущены в цехе белого цемента Щуровского цементного завода. В качестве кремнийорганических добавок использовали полиэтилсилоксан (ПЭС) и отходы его производства в соотношении 1:5, а для сравнения брали известную добавку — полиэтилсилоксанат натрия (ГКЖ-10). Добавки в количестве 0,1% вводили при размоле клинкера в мельнице диаметром 1,8×12 м, производительность 5 т/ч.

Были получены 3 партии цемента: контрольный — без добавок, а также с добавками ГКЖ-10 и смеси полиэтилсилоксана с отходами его производства.

Испытания показали, что кремнийорганические добавки являются эффективными интенсификаторами размола клинкера: при одновременном увеличении тонкости помола производительность цементной мельницы увеличивается на 11,7—13,5%. Цемент с добавкой смеси ПЭС обладает гидрофобностью и повышенной текучестью.

Результаты испытаний различных свойств белого портландцемента опытно-промышленной партии с добавкой 0,1% смеси ПЭС с отходами его производства приведены в таблице.

<sup>1</sup> А. с. № 606931. Декоративное вяжущее. Н. В. Ротыч, С. М. Вилков и др. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1978, № 18.

<sup>2</sup> Пономарев И. Ф., Вилков С. М., Ротыч Н. В. и др. Исследование цветостойкости декоративных цементов и разработка методов ее повышения. Краткие тезисы на V Всесоюзном научно-техническом совещании по химии и технологии цемента. М., Стройиздат, 1976.

Белый портландцемент, содержащий добавку ПЭС + отходы, удовлетворяет требованиям ГОСТ 965—66. Его прочностные показатели соответствуют показателям марки М500, что на марку выше прочности цемента без добавки, и равноценны показателям цемента с добавкой 0,1% ГКЖ-10. Цементный раствор 1:3 на цементе с добавкой ПЭС + отходы имеет более низкое  $V/D$ , что является одной из причин снижения на 2% пористости этих образцов и водопоглощения (на 4% для цементного камня и на 1% для цементного раствора).

У цементных растворов, изготовленных из цемента без добавок и с добавкой ПЭС + отходы, наблюдается особенно большое отличие по водонепроницаемости, которая у раствора с добавками выше в несколько раз.

Сравнительно высокая плотность и водонепроницаемость образцов с добавкой ПЭС + отходы способствуют повышению их трещиностойкости и коэффициента размягчения, который представляет собой отношение механической прочности (при сжатии и изгибе) в водонасыщенном и сухом состояниях.

Как видно из таблицы, степень высколообразования цементов опытно-промышленных партий при вводе добавки ПЭС + отходы существенно снижается. Этот показатель рассчитывался как отношение разности коэффициентов отражения (КО) до и после воздушно-влажного твердения в течение 28 сут к первоначальному КО, умноженное на 100%.

Следует отметить, что цемент с добавкой ПЭС + отходы по ряду показателей и в первую очередь по высолоустойкости превосходит не только цемент без добавки, но и цемент с добавкой ГКЖ-10.

Дополнительное введение пластификаторов (СДБ и мелассы в количестве 0,1%) улучшает физико-механические и декоративные свойства цемента с добавкой ПЭС + отходы, причем в большей

степени при вводе мелассы. Цементный камень такого состава в течение длительного времени практически полностью сохраняет декоративные свойства.

По результатам исследований совместно с Ростовским трестом Отделстрой были разработаны несколько видов фактур на основе декоративного цемента для строительства жилых и промышленных объектов Ростова-на-Дону. Такими фактурами отделаны фасад и интерьеры кинотеатра «Плевен» и другие объекты. Объем отделочных работ составил 12 тыс. м<sup>2</sup>.

Наблюдения за состоянием фактур показали, что при длительной эксплуатации зданий на облицовочных покрытиях не возникает никаких дефектов, все фактуры сохраняли высокие декоративные свойства.

### Выводы

Установлено, что ввод при помоле клинкера белого портландцемента добавки полиэтилсилоксана с отходами его производства в соотношении 1:5 способствует гидрофобизации цементного порошка, повышению производительности мельницы на 13,5% и повышению марки полученного цемента. Цементный камень и раствор на цементе с добавкой ПЭС + отходы имеют более высокие высолоустойкость, водостойкость, трещиностойкость и другие технические и декоративные свойства по сравнению с цементом без добавок и с добавкой ГКЖ-10. Дополнительное введение ПАВ способствует еще более значительному улучшению свойств цементов.

Натурные испытания фактур на основе цемента с добавкой ПЭС + отходы показали сохранение их качества при длительной эксплуатации.

Добавка в цемент, %				V/D раствора 1:3	Предел прочности в возрасте 28 сут, кгс/см <sup>2</sup>		Коэффициент размягчения		Пористость цементного камня, за 48 ч, %	Водопоглощение цементного камня за 48 ч, %	Водопоглощение цементного раствора 1:3 за 48 ч, %	Степень высолообразования цементного камня, окрашенного 10% редко-сайда, через 28 сут воздушно-влажностного твердения, %
ГКЖ-10	ПЭС + отходы (1:5)	СДБ	меласса		при сжатии	при изгибе	по пределу прочности при сжатии	по пределу прочности при изгибе				
—	—	—	—	0,43	412	64,2	0,76	0,72	23,7	18,5	7,4	61,1
0,1	—	—	—	0,4	544	82,6	0,78	0,77	19	11,3	6,1	37,5
—	0,1	—	—	0,4	553	74,6	0,79	0,81	21,7	14,9	6,3	16,7
—	0,1	0,1	—	0,4	465	59,3	0,78	1,09	24	15,1	6,2	25
—	0,1	—	0,1	0,38	546	67,3	0,91	0,98	22,6	13,6	5,5	0

## В Госстрое СССР

Постановлением Госстроя СССР от 31 декабря 1980 г. № 223 утвержден и с 1 января 1982 г. вводится в действие разработанный ЦНИИСом Минтранстроя и ЦНИИ МПС государственный стандарт «Звенья железобетонные водопропускных труб под насыпи автомобильных и железных дорог. Общие технические условия» (ГОСТ 24547—81).

В. В. ПОПОВ, канд. техн. наук; В. И. КОНДРАЩЕНКО, инж.  
(Донецкий Промстройиниипроект);  
В. Н. ЯРМАКОВСКИЙ, Н. Н. КУПРИЯНОВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ);  
А. М. МЕЛЬНИК, канд. техн. наук (ХИСИ)

## Оптимизация влажностного режима при тепловлажностной обработке бетона

Известно, что эффективность тепло-влажностной обработки в значительной степени зависит от условий внешнего массообмена и внутреннего массообмена, происходящих при кондуктивно-конвективном подводе тепла к бетонным и железобетонным изделиям [1].

Поскольку протекающие внутренние и внешние тепло- и массообменные процессы влияют на формирование структуры бетона на ранней стадии его твердения, попытались определить оптимальную относительную влажность среды  $\varphi_{\text{опт}}$  при нагреве изделия. Для исключения испарения влаги из бетона после выравнивания температуры среды и бетона относительную влажность среды  $\varphi$  поддерживали на уровне 100%.

Задачу нахождения  $\varphi_{\text{опт}}$  решали с учетом совместного влияния на структуру твердеющего бетона процессов теплообмена и теплообмена с использованием выражения для интенсивности потока влаги  $q_m$  в коллоидных капиллярно-пористых телах [2]:

$$q_m = q_{m_i} + q_{m_t} = -\alpha_m \rho_0 (\Delta u + \delta \Delta t), \quad (1)$$

где  $q_{m_i}$ ,  $q_{m_t}$  — интенсивность потока влаги, вызванного градиентом влагосодержания и температуры, кг/(м<sup>2</sup>·с);  $\Delta u$  и  $\Delta t$  — градиенты влагосодержания и температуры, являющиеся движущими силами влагопереноса, м<sup>-1</sup> и °С/м;  $\alpha_m$  — коэффициент диффузии влаги, м<sup>2</sup>/с;  $\rho_0$  — плотность сухого материала, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta$  — относительный коэффициент термодиффузии, °С<sup>-1</sup>.

Известно [3], что увеличение интенсивности влажностного режима может привести к необратимому нарушению структуры бетона и, следовательно, к ухудшению его физико-технических свойств, поэтому в качестве критерия оптимизации влажностного режима в процессе ТВО приняли условие  $q_m \rightarrow 0$ , исходя из которого выражение (1) можно записать в виде

$$\Delta u = -\delta \Delta t. \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что для сведения к минимуму внутреннего влагопереноса в бетоне необходимо взаимно компенсировать вызывающие его движущие силы, т. е. температурный градиент, возникающий в бетоне при кондуктивно-конвективном подводе тепла в процессе ТВО, необходимо компенсировать противоположно направленным влажностным градиентом.

Поскольку в процессе ТВО  $\Delta t$  направлен от периферии к центру изделия, температура которого ниже, чем на поверхности, то  $\Delta u$  должен быть направлен от центра к периферии. Это достигается понижением влагосодержания поверхностных зон относительно внутренних в результате испарения с поверхности бетона некоторого количества влаги.

Для установления интенсивности потока испаряемой с поверхности бетона влаги  $q_i$  используют закон Дальтона,

в форму которого вводят коэффициент  $\psi$ :

$$q_i = \alpha' (\psi P_{\text{п}} - \psi P_{\text{с}}), \quad (3)$$

где  $\alpha'$  — коэффициент влагоотдачи, зависящий от гидродинамических условий среды и температуры поверхности бетона  $t_{\text{п}}$  и среды  $t_{\text{с}}$ , кг/(с·м<sup>2</sup>·Па);  $\psi$  — коэффициент, учитывающий снижение парциального давления водяных паров над поверхностью твердеющего бетона [4]:

$$\psi = 0,091 \cdot 10^{\frac{293}{t_{\text{п}} + 273}};$$

$P_{\text{п}}$  и  $P_{\text{с}}$  — парциальное давление насыщенного водяного пара при температурах  $t_{\text{п}}$  и  $t_{\text{с}}$ ; их значения определяют из зависимости:  $P = 2,11 \cdot 1,04^{t-2,4}$  — 2,4 кПа.

На основании условия неразрывности потока, из которого следует, что  $q_i = q_{m_i}$ , а также с учетом условия оптимизации, выведено аналитическое выражение, характеризующее  $\varphi_{\text{опт}}$  в любой момент времени при ТВО бетона:

$$\varphi_{\text{опт}} = \frac{293}{0,091 \cdot 10^{\frac{293}{t_{\text{п}} + 273}} (2,11 \cdot 1,04^{\frac{t_{\text{п}}}{2,4}} - 2,4) - (2,11 \cdot 1,04^{t_{\text{с}} - 2,4})} \cdot \frac{q_{m_t}}{a' (2,11 \cdot 1,04^{t_{\text{с}} - 2,4} - 2,4) 10^3}. \quad (4)$$

При постоянных гидродинамических условиях, влияющих на величину коэффициента  $\alpha'$ , значение  $\varphi_{\text{опт}}$  зависит от  $t_{\text{с}}$ ,  $t_{\text{п}}$  и  $q_{m_t}$ . Первые две переменные легко измерить непосредственно в процессе ТВО, а изменение  $q_{m_t}$  во времени определяют по результатам экспериментов.

Для этого первоначально устанавливают изменение удельного (относительно к единице площади) влагосодержания  $u_{\text{п}} = f(\tau)$  (рис. 1) поверхностного слоя бетона в процессе ТВО. Величину  $u_{\text{п}}$  измеряют на пробах, отобранных с поверхностного слоя гидроизолированных медной фольгой бетонных образцов (гидроизоляция используется для выделения  $q_{m_t}$  из общего влажностного потока  $q_m$ ). Затем методом графического дифференцирования получают искомую зависимость  $q_{m_t} = f(\tau)$  (см. рис. 1).

Экспериментальные исследования для проверки уравнения (4) заключались в установлении динамики изменения  $q_{m_t}$  в процессе ТВО и изучении влияния различных влажностных режимов на физико-технические свойства бетона.

Опыты проводили на высокопрочном шлакопемзобетоне марок М400 (составы № 1 и 4), М500 (состав № 2) и М600 (состав № 3) и для сравнения на тяжелом бетоне марки М400 (состав № 5). В качестве составляющих использовали портландцементы марок М500 (составы № 4 и 5) и М600 (составы № 1—3), Краснолиманский кварцевый песок, шлаковую пемзу ждановского завода «Азовсталь» фракции 5—10 мм (40% по объему) и 10—20 мм (60%) (объемная насыпная масса смеси фракций 850—950 кг/м<sup>3</sup>, прочность в цилиндре 2,2—2,7 МПа),

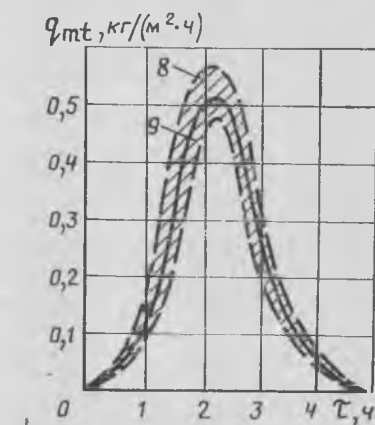
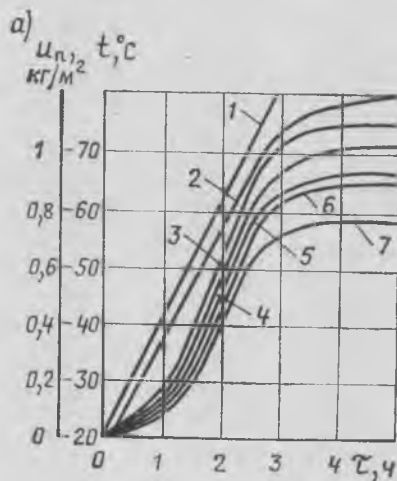


Рис. 1. Изменение во времени температуры, влагосодержания (а) и интенсивности потока влаги (б) в поверхностных слоях бетона в период его нагрева

1 —  $t_{\text{с}}$ ; 2 —  $t_{\text{п}}$ ; 3 —  $u_{\text{п}}$  состава № 1; 4 — № 4; 5 — № 5; 6 — № 2; 7 — № 3; 8 — область изменения  $q_{m_t}$ ; 9 — среднее значение  $q_{m_t}$

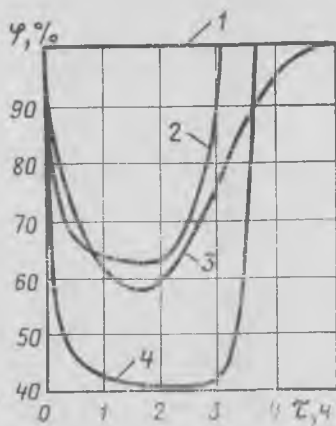


Рис. 2. Изменение во времени  $\phi$  в период нагрева бетона при различных влажностных режимах твердения  
1 — влажностный режим № I (заводской); 2 — режим II (промежуточный по отношению к режиму I и IV); 3 — режим III (оптимальный); 4 — режим IV (сухой прогрев)

гранитный щебень Караньского месторождения тех же фракций и в том же соотношении по объему (табл. 1). Бетонные смеси с  $O.K. = 1 \dots 3$  см приготавливали в бетономесителе принудительного действия. Опытные образцы кубы с ребром 10 см уплотняли на лабораторной виброплощадке.

На первом этапе исследовали изменение во времени  $t_{пл}$  и  $q_{mt}$  при режиме ТВО 2+3+10+2 ч;  $t_{из} = 80^\circ C$ . Для измерения  $t_{пл}$  служили термомары. Из рис. 1 видно, что составы бетонов оказывают незначительное влияние на величину и характер изменения  $q_{mt}$ , поэтому в дальнейшем при расчете  $\phi_{полт}$  в выражении (4) использовали усредненную для всех исследуемых составов зависимость  $q_{mt} = f(\tau)$  (см. рис. 1).

На втором этапе изучали влияние  $\phi$  при нагреве бетона на  $R$ ,  $R_{pp}$  и  $u$ . Для исключения влияния влажности

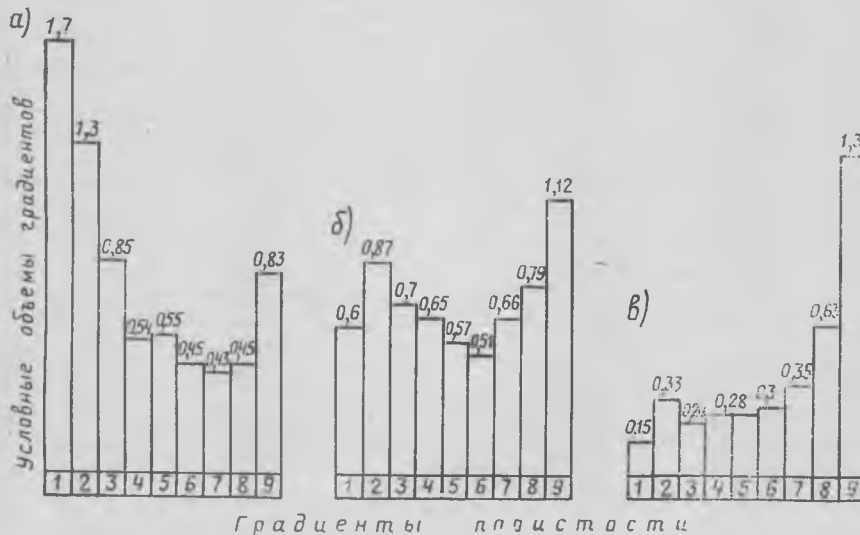


Рис. 3. Диаграммы-характеристики дифференциальной пористости шлакопемзобетона марки М400, подвергнутого ТВО при влажностных режимах твердения I (а), II (б) и III (в)

Таблица 1

№ состава	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетона				В/Ц
	цемент, кг	песок, л	шлаковая пемза, л	гранитный щебень, л	
1	360	383	900	—	0,53
2	450	387	837	—	0,47
3	550	407	810	—	0,4
4	462	353	890	—	0,48
5	380	387	—	915	0,44

Таблица 2

Влажностный режим ТВО	№ состава бетона	$R_c$ , МПа	$R_{pp}$ , МПа	$u$ , % по массе
I	1	39,2	3,91	4,9
	2	48,1	4,2	5,15
	3	58,3	4,39	4,6
	4	37,9	3,42	4,8
	5	42,9	3,92	3,4
II	1	42,8	3,94	4,5
	2	52,3	4,56	4,6
	3	61,8	5,11	4,5
	4	40,4	3,66	4,27
	5	45,7	4,11	3
III	1	49,4	4,74	4,45
	2	55,8	4,82	4,58
	3	65,2	4,92	4,2
	4	52,3	4,19	4,1
	5	48,5	4,38	2,8
IV	1	34,7	2,68	5,02
	2	45,6	3,38	5,21
	3	54	3,42	4,96
	4	35	2,35	4,8
	5	36,9	3,46	3,7

бетона на эти свойства образцы после 28-суточного хранения в нормально-влажностных условиях насыщали в течение 48 ч водой при атмосферном давлении (табл. 2).

Из табл. 2 следует, что лучшие физико-технические показатели имеют образцы, прошедшие ТВО при определен-

ной расчетом оптимальной влажности среды (по влажностному режиму № III). Прочностные характеристики бетонов, подвергнутых ТВО при других влажностных режимах, оказались ниже, а водопоглощение выше.

Для качественного анализа изменений в структуре бетона использовали метод [5], в основу которого положена кинетика капиллярного водопоглощения бетонного образца. На рис. 3 представлены диаграммы-характеристики дифференциальной пористости шлакопемзобетона марки М400 — первый столбик слева представляет собой первый градиент (поры наибольшей крупности), а последующие столбики — градиенты 2—9 (поры в убывающем порядке крупности). Переувлажнение поверхностного слоя бетона при влажностном режиме № I ТВО вызывает резкое увеличение доли крупных пор. В этом отношении самым благоприятным является найденный расчетом оптимальный влажностный режим.

Разработанный способ ТВО бетона с переменной относительной влажностью среды внедрен на Кременчугском заводе ЖБИ-1 для производства преднапряженных панелей ПНС размером 1,5×12 м и на Харьковском заводе ЖБК-1 для изготовления преднапряженных безраскосных ферм промзлааний. При использовании оптимального влажностного режима ТВО вместо обычного пропаривания в результате снижения расхода цемента и технологического пара получен значительный экономический эффект. Так, только на одной пропарочной камере на заводе ЖБИ № 1 ежегодная экономия составляет 10,57 р., на блоке из 12 пропарочных камер на заводе ЖБК № 1 — 30,62 тыс. р.

### Выводы

Разработан метод расчета оптимальной относительной влажности среды при ТВО бетона. На примере высокопрочного шлакопемзобетона и тяжелого бетона выполнена экспериментальная проверка, подтверждающая правильность теоретических предположений.

Использование оптимального влажностного режима ТВО позволяет повысить прочность на сжатие на 12—38%, прочность на растяжение при раскалывании на 14—22% и снизить водопоглощение в пределах 8—15% по сравнению с пропариванием. Особенно целесообразно использование ТВО с переменной влажностью среды для изготовления высокопрочного шлакопемзобетона по сравнению с равнопрочным из тяжелого бетона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малинина Л. А. Тепловлажностная обработка тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1977.
2. Лыков А. В. Явление переноса в капиллярно-пористых телах. М., Гос. изд-во техн. теор. литературы, 1954.
3. Мельник А. М. Повышение качества сборного железобетона и эффективности его изготовления путем регулирования характеристик тепловлажностной обработки. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Харьков, 1980 (ХАДИ).
4. Заседателев И. Б., Петров-Денисов В. Г. Тепло- и массоперенос в бетоне специальных промышленных сооружений. М., Стройиздат, 1973.
5. Туркестанов Г. А. Пористость цементного камня и качество бетона. — Бетон и железобетон, 1964, № 11.

УДК 69.059.38

В. С. НУДЕЛЬ, В. Г. КИСЛИЦЫН, инженеры (з-д ЖБИ им. Ленинского комсомола, Свердловск)

## Совершенствование технологии в процессе реконструкции завода

Планом реконструкции завода предусматривается увеличить выпуск деталей для крупнопанельного домостроения с 385 до 460 тыс. м<sup>2</sup>, а объем производства сборного железобетона с 460 до 625 тыс. м<sup>3</sup>. Одновременно осуществляется переход к выпуску изделий серии 141СВ блок-секционного типа, разработанной ЦНИИЭП жилища. Применяя такие изделия, можно возводить дома различной протяженности и конфигурации, создавая разнообразные архитектурные композиции. Предусмотрен выпуск некоторых высокоэффективных конструкций высокой заводской готовности, осуществление технического перевооружения производства с заменой морально устаревшего оборудования.

Генеральный проектировщик реконструкции — ЭКБ ВПО Союзстройконструкция. Разработка формулирующей оснастки и оборудования возложена на Свердловский филиал ГПКИ Индустройпроект и КБ завода. Предприятие реконструируется в условиях действующего производства без снижения объемов выпуска.

В настоящее время завершена I очередь реконструкции и близится к концу сооружение объектов II очереди. Предусматриваются монтаж нового и модернизация действующего оборудования, внедрение новых технологических решений.

Существовавшая технология изготовления тюбингов лифтовых шахт, разработанная ЦНИИЭП жилища и получившая название «Метод подвижного сердечника», многолетняя, оборудование занимало большие площади и требовало больших эксплуатационных расходов, технология сопряжена со значительными трудозатратами. При этом не обеспечивалось хорошее качество, поскольку не были решены вопросы фиксации закладных деталей, уплотнения бетона в опорной зоне и др. В результате творческого сотрудничества технологических служб завода с Тульским ЭКБ Минтяжстроя СССР создана новая технологическая линия, состоящая из 5 стационарных установок. Особенность установки в том, что наружные щиты формы при распалубке гидроприводом раздвигаются в стороны параллельно стенкам изделия, а не «елестком». Такое перемещение щитов стало возможным благодаря тому, что они опираются на катки, а отводящие тяги попарно соединены между собой вертикальной стяжкой с пазами, в которых могут двигаться ролики, расположенные на концах тяг. Это обеспечивает возможность нахождения форм-

овщика в полости между наружным щитом и сердечником для установки арматурного каркаса и закрепления на сердечнике закладных деталей. В результате получена возможность формирования тюбинга с порогом под дверным проемом, исключены разностенность и непровибрированные участки, производительность каждой установки доведена до 2,5 об/сут. Ведется подготовка к аттестации тюбингов на Высшую категорию качества. КБ завода и Индустройпроект создана и успешно работает круговая конвейерная линия по производству вентиляционных блоков.

Изделие формируется кассетным способом методом «на ребро». Кассеты установлены по кругу, а формовочный агрегат, помещенный внутри, вращается и последовательно обслуживает все кассеты. В результате обеспечивается высокая загрузка оборудования, достигается хорошее качество изделий. Конвейер занимает площадь 400 м<sup>2</sup>, объем производства около 20 тыс. м<sup>3</sup> вентиляционных блоков. Линия демонтировалась на ВДНХ, коллектив авторов награжден серебряными медалями, а завод — дипломом ВДНХ.

В последние годы на заводе уделяется большое внимание вопросам архитектурного оформления фасадов зданий. Панелям наружных стен, отделанным методом «декор» присвоен государственный Знак качества, используется также метод «инкрустации» каменными дроблеными материалами. На заводе пущена технологическая линия по выпуску наружных цокольных панелей, офактуренных крупным камнем фракции 80—150 мм, экранов лоджий и панелей входа с рельефной отделкой. В основу технологии производства заложен виброударный метод с применением шок-стола ШС-10. Для получения рельефных рисунков используются бетонные матрицы, для изготовления которых выделен специальный участок. Такая технология позволяет часто менять рисунок рельефа, что важно для разнообразия архитектурной отделки зданий.

До недавнего времени завод выпускал объемные лоджии в специальных формах-стендах. Недостаток этой технологии в том, что для размещения стенов требуется значительная производственная площадь, они имеют низкую оборачиваемость (1—1,2 в сут). Кроме того формование лоджий осуществляется в два этапа с кантованием стенда, что приводит к излишним трудозатратам. Уплотнение бетона с помощью навесных электровибраторов не обеспечивает не-

обходимого качества поверхности, поэтому требуется дополнительная затирка.

В составе новой серии разработан вариант сборной лоджии из объемных элементов. В настоящее время осуществляется комплекс мероприятий по организации производства элементов лоджии по поточно-агрегатной технологии в индивидуальных формах с применением шок-стола. В результате ее опытного внедрения сокращаются трудозатраты, улучшается качество изделий.

Для изготовления элементов безрулонной кровли в цехе объемных элементов предусмотрен специальный пролет. Технология производства поточно-агрегатная, металлоформы индивидуальные, термообработка осуществляется в парочных камерах ямного типа. Для уплотнения бетона применены малошумные виброплощадки ВПГ-10М, разработанные Полтавским инженерно-строительным институтом, изготовленные собственными силами. Опыт их эксплуатации показал, что отформованные из бетона с О.К. = 2...3 см изделия безрулонной кровли имеют хорошее качество уплотнения.

Для распалубки кровельных панелей (за 6 монтажных петель) на заводе сконструирована специальная траверса, особенность которой в том, что два средних стропла снабжены винтовыми фаркопами. Перед распалубкой краном производят натяжение строп, а затем с помощью фаркопов подтягивают средние стропы, добиваясь равномерного натяжения.

До реконструкции электротехнические панели изготавливали в индивидуальных металлоформах по поточно-агрегатной технологии, при этом качество одной поверхности было низким. КБ завода выполнен проект кассетной установки для выпуска электротехнических панелей. В настоящее время смонтированы две такие машины по 10 отсеков каждая (в отсеке два изделия). Первые изделия получили хорошую оценку строителей.

Кроме того, на заводе освоено производство укрупненных панелей перекрытий лифтового холла (взамен трех элементов), отделка потолочной поверхности панелей перекрытий механизирована, антикоррозионная защита пространственных армокаркасов наружных стен производится на механизированной технологической линии, разработанной Алма-Атинским НИИСтромпроект, организован специализированный участок по изготовлению закладных деталей с применением прогрессивных методов сварки и т. д.



## Групповое натяжение арматуры гидродомкратами

Натягаемая арматура в балках и фермах, изготовленных в силовых формах и на коротких стендах, в отличие, например, от плитных конструкций сосредоточена в небольшом железобетонном сечении. Так, 18-метровую стропильную балку (СБВ-18-2В1), выпускаемую Московским заводом ЖБИ № 18, армируют расположенными в пять рядов 15 натягаемыми стержнями диаметром 18 мм, сосредоточенными в нижнем поясе сечением 30×30 см. При таких условиях в упорах, воспринимающих усилия натянутой арматуры, приходится делать глубокие щели, чтобы в каждой разместить по пять стержней (рис. 1). При этом площадь контакта с временным (технологическим) концевым анкером на арматуре происходит только по двум сторонам, поэтому его опорная поверхность должна быть достаточной для того, чтобы избежать смятия или «затягивания» в щель.

Более двух лет на заводе в качестве анкеров используют опытную партию полуавтоматических зажимов, изготовленную в соответствии с ГОСТ 23117—78. В настоящее время с их помощью ежегодно натягивают до 1000 т арматуры. Для соединения с натягаемым стержнем зажим проталкивают на него до отказа (рис. 2). Достаточная точность натяжения достигается применением арматуры мерной длины с использованием ее торцов в качестве технологической базы для установки зажимов. Заглушка примыкает к торцу арматуры и ограничивает ее заглубление — зажим при этом не может произвольно сместиться вперед, а перемещению назад препятствуют находящиеся в нем подпружиненные захватные губки.

Натяжение стержней балок и ферм производят по 30 шт. с помощью стационарных гидродомкратов, отжимающих от формы подвижную траверсу с упорами, которая при заданной величине хода фиксируется западающими в гнезда щеколдами. Отпуск натяжения при распалубке готовых изделий осуществляют плавно домкратами. Они снимают нагрузку с фиксаторов траверсы и позволяют ей свободно перемещаться к изделиям под действием упругих сил натянутой арматуры.

Концевой отрезок арматуры из зажимов удаляют при отжиге захватных губок трехрожковой вилкой. Губки при этом расходятся и зажатый между ними отрезок арматуры попадает в направляющий желоб, а из него — в ящик — накопитель отходов (рис. 3). Использование вилки позволяет избежать соскабливания окалины и металла зубьями губок, при этом меньше загрязняются внутренние полости зажима. Наплывы металла при отрезке арматуры электродуговой сваркой пропускают через прорезь вилки и они не мешают освобождению зажима.

Наряду с зажимами завод широко применяет анкер «обжатая обойма». При

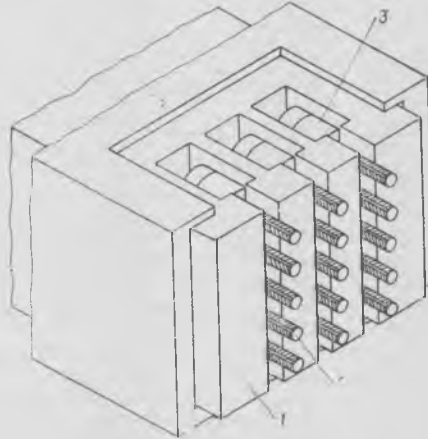


Рис. 1. Упор формы со щелевидными пазами для многорядного расположения арматуры

1 — упор; 2 — арматура; 3 — технологический анкер

заданном напряжении арматуры класса А-IV  $\sigma_0 = 540 \pm 50$  МПа, при зажимах оно выше, чем при обжатых обоймах и ближе к заданному, хотя в обоих случаях и удовлетворяет этому условию. В то же время его нельзя считать достаточным для оценки качества натяжения — при небольшой площади растянутой зоны бетонного сечения по-разному натянутые стержни могут вызвать боковые изгибные напряжения и привести к выгибу конструкции из плоскости. Показателем рав-



Рис. 2. Соединение зажимов с арматурой и укладка ее в упоры

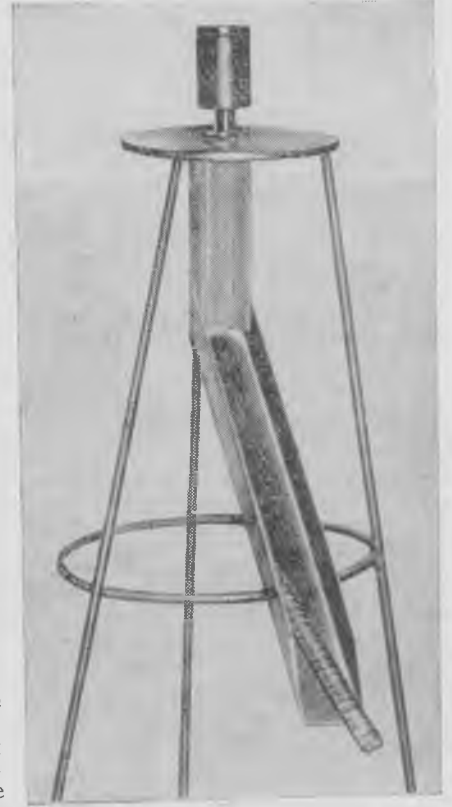


Рис. 3. Освобожденный отрезок арматуры в направляющем желобе при падении в ящик-накопитель отходов

номерности натяжения стержней по среднеквадратическому отклонению при натяжении с помощью зажимов —  $\sigma = \pm 36,35$  МПа, при использовании обжимных обойм —  $\pm 61,2$  МПа. Более низкие напряжения и увеличенное рассеяние значений объясняются пластической деформацией на упорах обжатых обойм и опорных колец, изготовленных из мягкой стали. Зажим же имеет более развитую опорную поверхность, а корпус его термически обработан и не подвергается смятию на контакте с упором.

Для осуществления равномерного группового механического натяжения необходимо обеспечить одинаковую длину между опорными поверхностями технологических анкеров, а также небольшую изменчивость их податливости под нагрузкой. При работе арматуры в границах зоны упругости изменение напряжения вследствие указанных причин выражается зависимостью

$$\Delta \sigma_0 = f(\Delta S_1, \Delta S_2),$$

где  $\Delta S_1$  — изменчивость податливости технологического анкера;  $\Delta S_2$  — разница

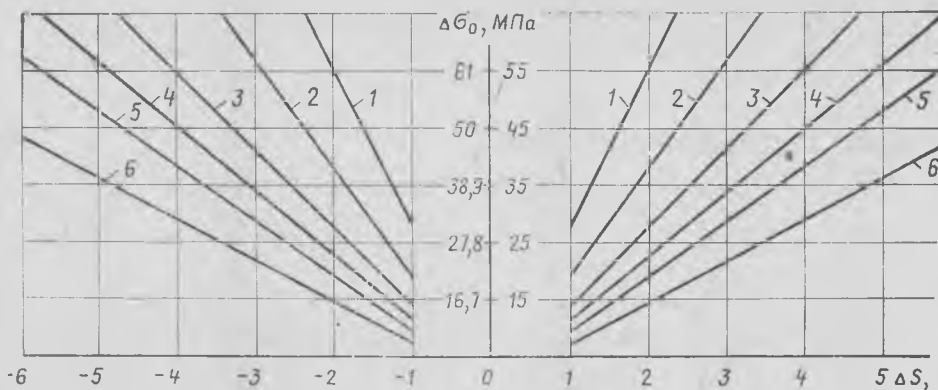


Рис. 4. Изменчивость напряжения арматуры  $\Delta\sigma_0$  в зависимости от суммарных отклонений технологических параметров  $\Delta S$ : а — при  $E=2 \cdot 10^5$  МПа; б — при  $E=1,8 \cdot 10^5$  МПа; 1 —  $l=6,5$  м; 2 —  $l=9,5$  м; 3 —  $l=13$  м; 4 —  $l=16$  м; 5 —  $l=19$  м; 6 —  $l=25$  м

расчетного и фактического расстояния между опорными поверхностями анкеров.

При однозначном отклонении  $\Delta S_1$  и  $\Delta S_2$ ;

$$\Delta\sigma_0 = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2}{l} E$$

( $l$  — расстояние между внешними поверхностями упоров).

Податливость зажима  $S_1$  характеризуется величиной смещения захватных губок по отношению к корпусу зажима вследствие радиального обжатия находящейся в нем арматуры и упругой деформации губок и корпуса (для данной арматуры и степени натяжения она постоянна). Исследованиями установлено, что  $\Delta S_1 = \pm 0,5$  мм\*. Следовательно, должно соблюдаться условие

$$\Delta\sigma_0 - \frac{\Delta S_1}{l} E \geq \frac{\Delta S_2}{l} E,$$

где  $\Delta\sigma_0$  — допуск на величину контролируемого напряжения  $\sigma_0$ ;  $\Delta\sigma_0 = \pm 50$  МПа по проекту;  $l=19$  м (пролет изделия 18 м);  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

При  $\Delta S_1' = -0,5$  мм,  $\Delta S_2' = 4,3$  мм; при  $\Delta S_1'' = 0,5$  мм,  $\Delta S_2'' = -4,3$  мм, т. е. чтобы не выйти за пределы допуска на контролируемое напряжение, разница между расчетным и фактическим расстоянием между опорными поверхностями зажимов не должна превышать  $\pm 4,3$  мм.

Как известно, зажимы надеваются до прищипывания к торцам напрягаемого стержня, следовательно, расстояние между их опорными поверхностями определяется длиной арматурных стержней, которые отличаются от номинальной на  $\pm 4,3$  мм. Исследованиями установлено, что без применения особых мероприятий, повышающих производственную точность заготовки стержней, фактический допуск по длине не превышает расчетный.

На рис. 4 показаны графики  $\Delta\sigma_0 = f(\Delta S)$  для различных расстояний между опорными поверхностями технологических анкеров при изготовлении преднатяженных конструкций длиной 12—24 м. При производстве элементов мень-

ших пролетов при механическом натяжении арматуры необходимо соблюдать повышенную точность заготовки, что возможно и при распространенной отрезке (рубке) ножницами. Часто, однако, работы ведутся затупленным инструментом, деформирующим концы арматуры, на которые не всегда удается свободно надевать анкеры. Высокую точность и гладкую плоскость торцов обеспечивают фрикционные или анодно-механические пилы. Хорошие результаты получаются при использовании для этих целей станка, изготовленного Чарцаванским инструментально-производственным объединением, который позволяет отрезать абразивным кругом стержни диаметром 40 мм и более. При этом область резания закрыта кожухом, защищающим рабочее место от пыли и шума.

Обследованием зажимов, выдержавших более 500 циклов, установлено, что они пригодны для дальнейшей эксплуатации. При визуальном осмотре наиболее подверженных износу зубьев захватных губок заметных повреждений не обнаружено, не было случая скольжения арматуры по зубчатой поверхности губок — в месте захвата на арматуре остаются четкие клиновидные вмятины.

В процессе работы зажимов необходимы периодическая очистка и смазка скользящих поверхностей захватных губок. Так, при изготовлении балок в формах с паровой рубашкой в бортах эти работы проводятся 3—4 раза в год, при производстве ферм — ежемесячно, поскольку зажимы подвергаются воздействию пара. Для ритмичной работы не следует применять арматуру со сплюснутыми или отогнутыми концами, а для сохранения зажимов — не производить по ним ударов при случайном заедании. В результате хронометража, проведенного в заводских условиях, установлено что для разборки, очистки, смазки и сборки партии зажимов (60 шт.) необходимо 2—2,5 чел.-ч.

Внедрение улучшенной технологии на одном участке позволило заводу получить экономию трудовых затрат, металла и электроэнергии. Благодаря замене анкеров разового применения зажимами достигнута годовая экономия 22,5 р. (на

один зажим). Поскольку зажимы позволяют работать с более прочной арматурой, то экономия стала по предложенной технологии можно значительно увеличить как в результате использования арматуры более высоких классов, так и благодаря повышению точности ее натяжения и сближению таким образом расчетных величин по прочности и трещиностойкости преднатяженных конструкций.

Следует остановиться на возможности увеличения ширины щелей в упорах. В настоящее время стараются, чтобы они были не более верхнего предельного поперечного размера напрягаемой арматуры для сохранения достаточной опорной поверхности для анкера разового использования. Зачастую, однако, случайно деформированная арматура не может свободно проходить в щели упоров, тогда приходится проталкивать ее в щели, а после работы — удалять.

Внедрение новой технологии улучшило условия труда — исключены утомительные и однообразные работы по заготовке и обжиму анкеров; уменьшен шум работающих ножниц и прошивочных прессы, сокращены внутризаводской транспорт и производственные площади.

## Выводы

В результате внедрения предложенных мероприятий при изготовлении преднатяженных железобетонных конструкций можно экономить трудозатраты, сталь, электроэнергию и улучшить условия труда, поэтому следует совершенствовать механизацию заготовки арматурных канатов мерной длины, подачу и укладку в упоры силовых форм и стенов.

Более подробные сведения можно получить на заводе ЖБИ № 18 по адресу: 107143, ул. Николая Химушина, 2/7.

## В Госстрое СССР

Постановлением Госстроя СССР от 9 марта 1981 г. № 32 утверждены и с 1 января 1982 г. вводятся в действие разработанные институтами Фундаментпроект Монтажспецстроя СССР и Ленинградский Промстройпроект Госстроя СССР укрупненные сметные нормы на здания и сооружения промышленного назначения, Сборник № 1-22.2 «Свайные фундаменты многоэтажных гражданских зданий и зданий административно-бытового назначения с железобетонным каркасом», вып. 1,

\* Скляр Б. Л. Повышение точности натяжения арматуры методом компенсации потерь, связанных с податливостью зажимов. — Бетон и железобетон, 1968, № 10.

## Опыт освоения конструкций многоэтажных зданий серии ИИ-04

Воронежским территориальным управлением строительства в содружестве с проектными организациями ведется работа по сокращению числа типоразмеров изделий серии ИИ-04. В 1969 г. Воронежский Гипропром выпустил сокращенный Каталог сборных железобетонных изделий для Воронежской области по серии ИИ-04. В дальнейшем совершенствование конструкций проводилось по пути снижения материалоемкости и уменьшения трудозатрат на монтаж. В 1971—1975 гг. Гипропром разработал каталоги изделий рамно-связевого и связевого вариантов для каркаса с сечением колонн  $40 \times 40$  см; при этом номенклатура изделий составила 157 типоразмеров. В 1978 г. выпущены каталоги для каркаса с колоннами сечением  $30 \times 30$  см и под нагрузку  $1600 \text{ кг/м}^2$ . В настоящее время номенклатура изделий связевого варианта, принятая для Воронежской области, составляет

268 типоразмеров изделий (157 типоразмеров для колонн сечением  $40 \times 40$  см и 111 — для колонн сечением  $30 \times 30$  см).

В 1980 г. трестом Оргтехстрой предложены рациональные схемы разрезки колонн каркасов 5—12-этажных зданий (см. рисунок). Их освоение позволит значительно сократить число типоразмеров, необходимых для монтажа. Число монтажных стыков колонн уменьшится в среднем в 1,8 раза, и соответственно снизится трудоемкость монтажа. Номенклатура колонн для новых схем разрезки включена в территориальный каталог сборных железобетонных изделий.

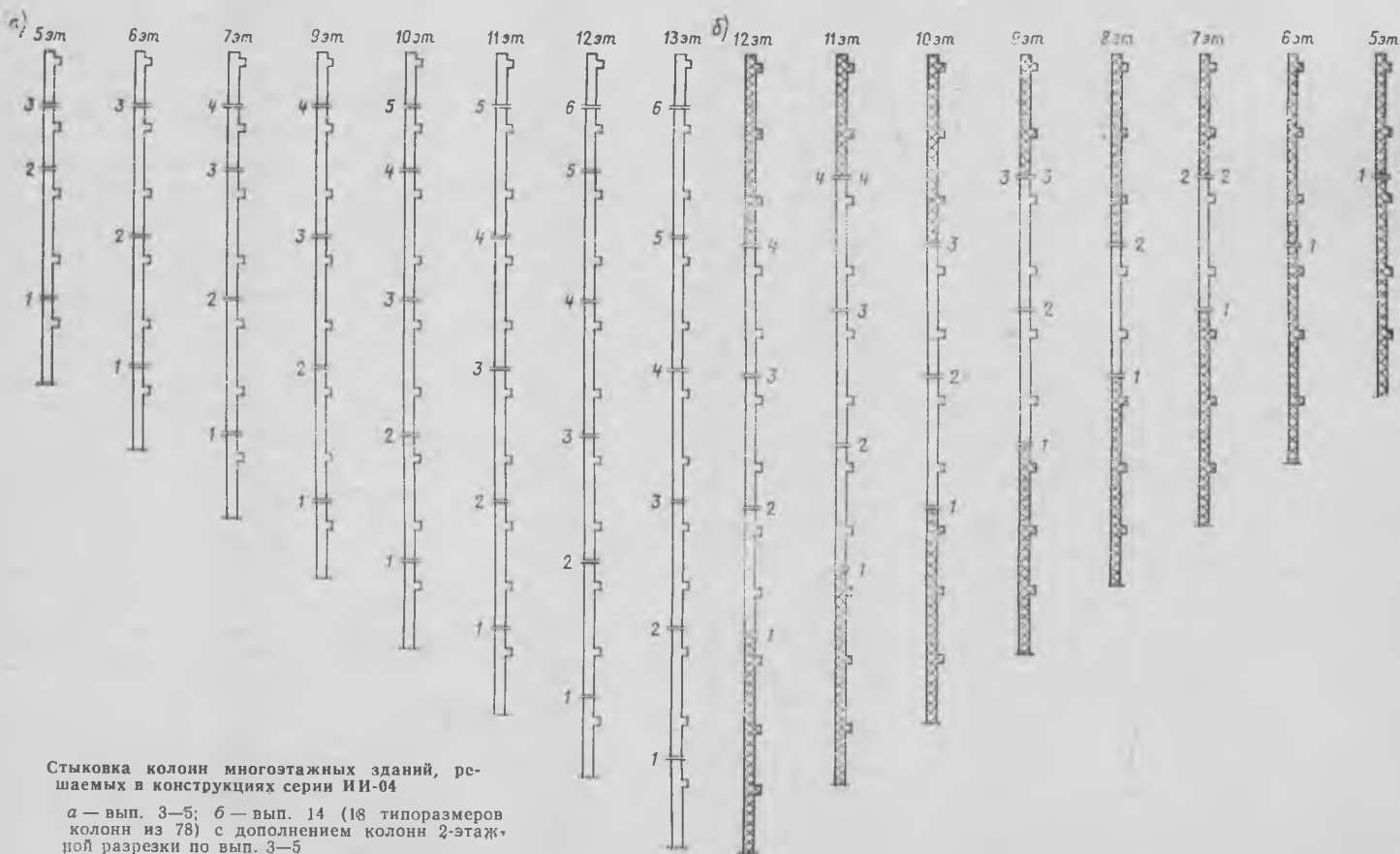
Совершенствованию технологии производства изделий во многом способствует изучение опыта передовых предприятий Минстроя СССР, Главмоспромстройматериалов и других организаций и ведомств, заключение долгосрочных договоров о творческом содружестве с научными и проектными институтами и организациями (Воронежский Гипро-

пром, ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов, трест Оргтехстрой, Воронежгражданпроект и др.).

Изготовление многопустотных плит перекрытий ведется по поточно-агрегатной технологии на заводе ЖБИ № 1. Выпуск изделий полной заводской готовности будет организован в строящемся цехе с конвейерной линией.

На первом этапе освоения серии при введении общественных зданий для устройства перегородок применяли кирпич. С вводом в эксплуатацию завода ЖБК появилась возможность изготовления железобетонных перегородок для производственных и керамзитобетонных — для других объектов. Выпуск керамзитобетонных перегородок налажен в типовых кассетах СМЖ. Производство железобетонных перегородок организовано в нетиповых формах-кассетах, рабочие чертежи которых разработаны трестом № 6 «Стройдеталь»; формы изготовлены на механическом заводе № 6.

Для серии ИИ-04 Всесоюзным каталогом предусмотрено, как известно, применение гипсобетонных перегородок. Трестами № 6 «Стройдеталь», Оргтехстрой и Гипропром были разработаны (по опыту Саратовского территориального управления строительства) ВНС на перегородки зданий с высотой этажа 3,3 и 3,6 м и на доборные перегородки, что позволило использовать сборные перегородки в зданиях с любой высотой этажа (до 6 м). Выпуск доборных керамзитобетонных перегородок организован в нетиповых формах-кассетах. Колонны, ригели и детали лестничных клеток изготавливают заводы ЖБК и ЖБИ



Стыковка колонн многоэтажных зданий, решаемых в конструкциях серии ИИ-04

а — вып. 3—5; б — вып. 14 (18 типоразмеров колонн из 78) с дополнением колонн 2-этажной разрезки по вып. 3—5

№ 5 на неспециализированных участках. Проблемы улучшения качества этих изделий решаются в результате совершенствования конструкций металлической оснастки и механизации арматурно-сварочных работ.

Керамзитобетонные панели наружных стен зданий серии ИИ-04 выпускают в цехе стеновых панелей завода ЖБИ по поточно-агрегатной технологии. Требуемая точность геометрических размеров панелей достигается за счет конструкции форм и заглаживания открытой при формовке поверхности вращающимся валиком. Панели формируются «лицом вниз». При этом применяются различные виды отделки лицевой поверхности — под окраску (гладкая и рельефная) и облицованная ковровой плиткой (керамической или стеклянной). В 1980 г. освоено производство панелей, облицованных плитками из белого известняка (инкермановский камень) и из розового армянского туфа. Выпущена опытная партия стеновых панелей с отделкой лицевой поверхности стеклянной крошкой на основе ПВА с применением различных пигментов и белого цемента.

В настоящее время особое внимание обращено на совершенствование конструкций металлических форм и технологии арматурных работ. При конструировании типовых форм для изготовления изделий серии ИИ-04 основные принципы следующие: унификация узлов и деталей металлических форм; применение глухих стальных профилей; создание групповых форм с оптимальной раскладкой, соответствующей грузоподъемности механизмов и формирующего оборудования. Изготовление закладных деталей форм, нестандартного оборудования и их ремонт полностью централизованы на механическом заводе № 6.

Сборка пространственных каркасов ригелей и колонн осуществляется в манипуляторах-кондукторах, изготовленных по доработанным чертежам Свердловского филиала Индустройпроекта. На заводе ЖБК ведутся пусконаладочные работы на автоматизированной линии СМЖ-493 для изготовления арматурных каркасов колонн.

Керамзитобетонные стеновые панели, плиты многослойного настила, колонны сечением 40×40 см, лестничные марши и площадки удостоены государственного Знака качества. Объем конструкций серии ИИ-04, аттестованных на I категорию качества, составил 24,5 тыс. м<sup>3</sup> железобетона.

Дальнейшее совершенствование технологии производства и качества изделий связано с использованием вспученного перлита, выпускаемого специальным цехом завода ЖБК. На заводе предпринята попытка производственно-экспериментального изготовления керамзитоперлитобетонных стеновых панелей. Состав керамзитоперлитобетона подобран в трестах Оргтехстрой и № 6 «Стройдеталь», на заводе ЖБК при участии ЦНИИЭП жилища. Лабораторные испытания по определению коэффициента теплопроводности керамзитоперлитобетона марок М50 и М75 производили совместно с Воронежским инженерно-строительным институтом.

Несколько партий керамзитоперлитобетонных стеновых панелей серии СТ-02-31 были изготовлены на заводе ЖБК. Эксперимент дал возможность

составы керамзитобетона для стеновых панелей с объемной массой на 200 кг/м<sup>3</sup> меньше, чем у керамзитобетона. После распулбки изделий усадочных и механических трещин не обнаружено.

Следует, однако, отметить, что стоимость материалов, затрачиваемых на производство 1 м<sup>2</sup> панелей из керамзитоперлитобетона, выше идущих на изготовление аналогичных панелей из керамзитобетона на 1,24 р. Это обстоятельство, а также некоторое несоответствие технологии действующего производства дополнительным требованиям, связанным с применением вспученного перлита, являются сдерживающими факторами для широкого применения новых панелей.

На строительстве школы в качестве теплоизоляционного материала использована опытная партия перлитофосфогелевых плит, выпускаемых опытно-экспериментальным цехом завода ЖБК, сооруженным по проекту ЦНИИСК. Мощностью одной конвейерной линии — 8000 м<sup>3</sup> изделий в год. Плиты, выпускаемые в соответствии с ГОСТ 21500—76, предназначены для теплоизоляции покрытий промышленных и общественных зданий. Сырьем для производства плит служат вспученный перлитовый песок, ортофосфорная экстракционная кислота, растворимый силикат натрия, гидрофобизирующие добавки ГКЖ, вода и оберточная бумага.

Физико-механические показатели перлитофосфогелевых плит

Объемная масса в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	400—450
Предел прочности при изгибе, МПа	более 0,4
Предел прочности при сжатии, МПа	0,6—0,7
Коэффициент теплопроводности при температуре 25°С±5°	менее 0,107
Водопоглощение по объему, %	5—8
Влажность по массе, %	3

Воронежское территориальное управление строительства предусматривает дальнейшее увеличение объема полного сборного строительства. Несмотря на значительную работу по сокращению числа типоразмеров изделий серии ИИ-04, оно все еще остается значительным.

В настоящее время заводы стройиндустрии по своему техническому оснащению готовы к тому, чтобы значительно повысить качество выпускаемой продукции, осваивать прогрессивные материалы. Необходимым условием этого является организация ритмичного снабжения предприятий качественными заполнителями (фракционированный чистый гранитный щебень), цементами высоких марок, термически упрочненными сталями, эффективными добавками.

Следует усовершенствовать прейскуранты цен на материалы и изделия, поскольку существующие прейскуранты не стимулируют освоения новых изделий. По действующим прейскурантам себестоимость некоторых изделий намного превышает отпускную цену, в результате чего деятельность заводоизготовителей становится убыточной.

Весьма важной проблемой является обеспечение арматурных цехов совершенным технологическим оборудованием — правильно-отрезными станками, многоэлектродными сварочными машинами, подвесными сварочными клещами и т. д.



УДК 666.97.035.55.003.1

## Экономия тепловой энергии

ЦИНИС Минтрансстроя в течение ряда лет проводит работу по экономии тепловой энергии при тепловлажностной обработке конструкций на заводах сборного железобетона. За это время подготовлен ряд нормативных и рекомендательных документов, обобщен опыт заводов сборного железобетона министерства по экономии тепловой энергии.

В «Рекомендациях по сокращению теплотребования на заводах сборного железобетона Минтрансстроя» (М., ЦНИИС, 1976) дана методика выявления резервов экономии тепловой энергии и предложен комплекс организационных, технических и технологических мероприятий по сокращению расхода тепла. «Рекомендации» широко используются на предприятиях стройиндустрии министерства.

В «Методических рекомендациях по оценке эффективности и выбору способа тепловлажностной обработки изделий на заводах сборного железобетона Минтрансстроя» (М., ЦНИИС, 1978) дана методика сопоставления способов тепловой обработки при полном расчете себестоимости изделий и сравнении составляющих приведенных затрат по ступеням, а также при выделении доли себестоимости изделий, непосредственно связанной с тепловой обработкой. Этот документ используется проектными организациями и заводами сборного железобетона министерства.

В «Методических указаниях по нормированию расхода тепловой энергии на заводах сборного железобетона Минтрансстроя» (М., ЦНИИС, 1979), утвержденных Минтрансстроем для обязательного применения на всех предприятиях, изложены принципы нормирования расхода тепла, требования к содержанию теплотребляющих устройств, даны примеры эффективности устранения потерь тепла.

Кроме того, в институте выполнен ряд других работ, направленных на экономию топливно-энергетических ресурсов. За справками обращаться: 129329, Москва, Игарский проезд, 2, ЦНИИС, тел. 180-93-60.

## Возведение монолитных конструкций в вечномерзлых грунтах

При освоении районов Севера и Дальнего Востока, находящихся в зоне вечной мерзлоты, остро встает вопрос о разработке и выборе метода выдерживания монолитных фундаментов. Авторами обобщен научно-производственный опыт возведения монолитных буронабивных свай и ленточных фундаментов в зоне контакта с мерзлым основанием при строительстве промкомплекса в Норильске [1], опор на Центральном и Восточном участках трассы БАМа и монолитных фундаментов в Воркуте.

В качестве фундамента применяли буронабивные сваи диаметром 650, 800 и 1000 мм из бетона марки М300 с 3,5% -ной добавкой  $\text{Na}_2\text{NO}_3 + \text{CaCl}_2$ . Бетонную смесь подвижностью 10—12 см, имеющую начальную температуру 12—16°C, укладывали в заранее пробуренную скважину практически непрерывно. Для наблюдения за температурным режимом выдерживания сваи в скважину в зоне контакта бетона с грунтом устанавливали стальную трубу с датчиками температуры по всей высоте сваи.

После окончания бетонирования выступающую над поверхностью земли часть сваи утепляли 25-сантиметровым слоем опилок. Бетон основания сваи до нижней границы сезоннопромерзшего грунта выдерживали по методу термоса. Верхнюю часть сваи, включая выступающую над поверхностью земли часть, подвергали электропрогреву.

Наблюдения показали, что характер остывания бетона во всех точках нижней части сваи был примерно одинаков. Различие заключалось в скорости остывания, которая была несколько выше у основания сваи (по сравнению с основной массой бетона) вследствие интенсивного оттока тепла с торца сваи, вызванного большей долей охлаждаемой поверхности, приходящейся на единицу объема бетона. Если у торца сваи нулевая температура в бетоне на контакте с вечномерзлым грунтом фиксировалась через 4—5 сут, то в основной массе — через 7—8 сут. При выдерживании бетона в течение 20—30 сут температура бетона в обеих зонах на контакте с грунтом была (-2) — (-3)°C.

В нижней части отмечалось постоянное снижение температуры, а в верхней — увеличение до 35—40°C в течение 40—48 ч с последующим снижением до 0°C в течение 6—8 сут. Такой режим прогрева обеспечил получение бетоном в верхней части сваи на контакте с грунтом прочности, превышающей 70% марочной (удельный расход электроэнергии 120—150 кВт·ч/м<sup>3</sup>). В нижней части сваи, включая нижнюю границу сезоннопромерзшего грунта, бетон на контакте с

грунтом к этому времени имел меньшую прочность. Благодаря введению добавки, позволяющей твердеть вяжущему при температуре до (-3) — (-4)°C бетон в этой части сваи приобрел прочность не ниже 70% марочной через 25 сут, а через 60 сут она приближалась к расчетной. Этот способ оказался простым, надежным и может быть рекомендован для строительства в районах Севера.

Несмотря на то, что введение химических добавок расширяет границы области применения метода термоса [2], но возможная миграция солей из уложенного бетона в мерзлый грунт резко сокращают их при использовании основания по 1-му принципу, что требует дополнительных исследований. Поскольку бетон твердеет до -5°C, а температура вечномерзлого грунта на глубине более 5 м, как правило, выше, в некоторых случаях (при большой массивности конструкций) при устройстве буронабивных свай можно применять метод термоса без добавок. Этому способствует продолжительный период остывания бетона до 0°C благодаря эффекту термоса, достигаемому вследствие накопления грунтом тепла, внесенного бетонной смесью, и

тепловыделением при твердении бетона. Опыт возведения свайных опор через реки Кованта и Левый Орокот при строительстве трассы БАМа подтвердил справедливость этого. При сооружении опор моста через р. Кованта применяли сваи диаметром 1200 мм, длиной 15 м из бетона марки М300,  $B/C = 0,5$ ;  $O.K. = 16...20$  см.

Бетонирование производили в осенний период методом ВПТ с начальной температурой смеси 15—20°C. В процессе выдерживания в течение первых 3 сут наблюдалось повышение температуры на 5—10°C, в последующие 15—18 сут — снижение до 3°C. В 28-суточном возрасте прочность при сжатии кернов, взятых с глубины 5 м, составила 100—105% проектной при расходе цемента марки М 400 450 кг/м<sup>3</sup>. Аналогичные данные были получены при сооружении свайных опор диаметром 1500 мм, длиной до 15 м через р. Левый Орокот. Таким образом, при температуре вечномерзлого грунта, близкой к 0°C, количество тепла, выделенного бетоном, оказывается достаточным для приобретения требуемой прочности без введения химических добавок.

Если сроки набора проектной прочности бетоном, выдерживаемым по методу термоса, либо не удовлетворяют темпам строительства, либо возникает опасность его раннего замораживания (особенно в оголовке сваи), становится необходимым применение активного прогрева бетона, например электродного на глубину 3—5 м. Однако электротермообработка бетона в условиях вечномерзлого грунта имеет особенности, связанные с процессами теплопереноса.

МИСИ на объектах БАМа провел научно-производственные эксперименты с целью выявления возможности возведения буронабивных свай с выявлением режима их выдерживания.

Буронабивные сваи диаметром 1000 мм, длиной 8 м бетонировали в зимний период на площадке УПТК треста Мостострой-10 в Тынде. Для устройства скважины использовали станки ударно-канатного бурения БС-1М. Скважины в верхней части укрепляли стальными трубами и закрывали деревянными щитами. Повторное бурение перед бетонированием сваи показало наличие в скважинах воды до отметки -3,5 м от поверхности грунта, слоя льда толщиной 40—50 см над водой и 10—15 см по стенкам.

На рис. 1 показано температурное состояние грунта во время бетонирования скважин. Перед установкой к арматурному каркасу с помощью деревянных прокладок крепили 3 электрода. В сухую

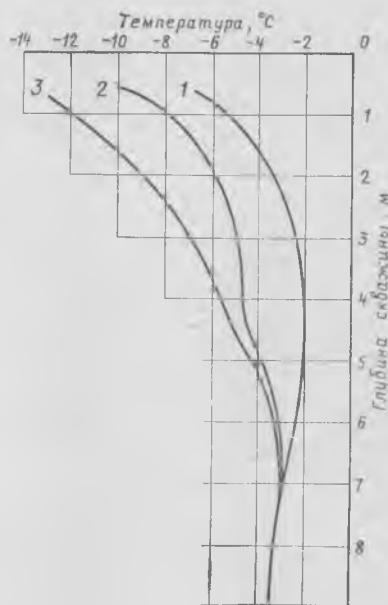


Рис. 1. Температурное состояние грунта в первой декаде февраля в Тынде 1 — в природном состоянии со снеговым покровом; 2 — на отсыпанной границе стройплощадке без снежного покрова; 3 — средняя по контакту с укладываемым бетоном

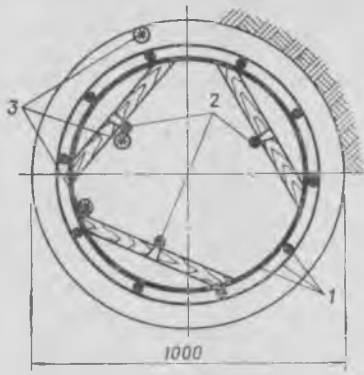


Рис. 2. Поперечное сечение буронабивной сваи в Тынде  
1 — арматурный каркас; 2 — электроды; 3 — температурные трубки; 4 — деревянные прокладки

скважину с арматурными каркасами за два приема укладывали бетонную смесь (температура 8—18°C) путем свободного ее сброса из автобетономесителя с последующим виброуплотнением в верхней части сваи. При бетонировании буронабивных свай применяли бетон марки М300 без добавок состава Ц:П:Щ=1:1,9:2,2 при расходе портландцемента марки М400 450 кг/м<sup>3</sup>, В/Ц=0,5; О.К.=

=8...12 см. Во избежание интенсивных потерь тепла в период прогрева и выдерживания бетона оголовки, выступающий над землей свай, утепляли минеральной ватой.

Для ускорения твердения бетона использовали электропрогрев на всю глубину сваи. Electroдами служили 3 стальных стержня диаметром 20 мм, расположенные в вершинах правильного треугольника (рис. 2).

По графику строительства необходимо было получить прочность бетона не ниже 80% проектной в возможно более короткий срок, без учета набора прочности бетоном — к моменту смерзания его с вечномерзлым грунтом. Электропрогрев осуществляли со скоростью подъема температуры, не превышающей 8°C/ч, и температуре изотермического выдерживания 45—50°C [3]. К электродам подводилось напряжение 103 В от трехфазного трансформатора ТМОБ-63. Для оценки температурного режима в различных сечениях сваи устанавливали термодатчики, помещенные в стальную трубу диаметром 50 мм, длиной 8 м с заглушенным нижним торцом.

На рис. 3 показана характерная кинетика температурного поля бетона. Общая продолжительность активного прогрева 2—3 сут, при этом в первые сутки температура бетона в зоне контакта с мерзлым грунтом была на 5—8°C ниже, чем в зоне арматурного каркаса (35—45°C). При прогреве до 4—6 сут различия практически не наблюдалось. После прекращения электропрогрева бетон сваи остывал до 0°C в течение 12—18 сут. Такой режим выдерживания обеспечил прочность 80—85 и 70—75% марочной соответственно в основной части и в оголовке сваи.

Аналогичные эксперименты провел НИИЖБ при возведении монолитных фундаментов в Воркуте. В этом районе

до 1976 г. в основном были распространены ленточные фундаменты с толщиной стенки 0,4—0,9 м, глубиной залегания 4—7 м. Бетон марок М150—М200 на воркутинском портландцементе марки М400 с О.К.=2,8 см и начальной температурой 10—15°C укладывали враспор с грунтом или в опалубку, установленную в открытом котловане или в траншее (рис. 4). После установки и выверки арматуры бетонирование производили непрерывно. Затем открытую поверхность фундамента укрывали толью в два слоя и утепляли опилками.

На рис. 4 приведен характерный температурный режим, обеспеченный сочетанием сквозного (до 1,5 м) и периферийного (на всю глубину фундамента) прогрева электродами диаметром 8 мм, устанавливаемыми с шагом 350—400 мм. Electroды для периферийного электропрогрева фиксировали на контакте с грунтом (бетонирование враспор) или на опалубке. Подводимое к электродам напряжение 110 В оставалось неизменным на всем протяжении активного прогрева и обеспечивало режим прогрева, состоящий из подъема температуры до 50°C в течение 3—4 сут и остывания до 0°C в течение 15—20 сут. Наблюдения показали, что уже через 5—6 сут остывания основная масса бетона приобрела прочность 75—80% — на контакте с мерзлым грунтом.

## Выводы

При возведении монолитных буронабивных свай глубиной до 50 м, диаметром свыше 600 мм достаточно применять метод термоса без введения или с введением в бетон незначительного количества добавок.

Выступающую над поверхностью земли сваю целесообразнее подвергать электропрогреву на глубину, превышающую границу сезоннопромерзшего грунта на 1 м.

При бетонировании свай и ленточных фундаментов с залеганием до 7 м следует использовать электропрогрев.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт применения буронабивных свай в вечномерзлых грунтах/А. И. Семенов, В. Е. Полуэктов, О. И. Павленко и др. — Промышленное строительство, 1974, № 11.
2. Мирон в С. А. Механизм замерзания и твердения бетона при отрицательных температурах. — Материалы II Международного симпозиума по зимнему бетонированию. М., Стройиздат, 1976.
3. Руководство по устройству буронабивных свай большого диаметра. М., Стройиздат, 1977.

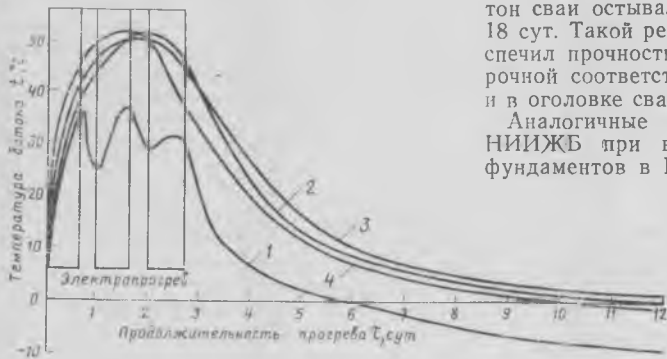


Рис. 3. Режим выдерживания бетона сваи Ø 1000 мм на глубине 0,5 (1), 6—7 (2), 3—4 (3) и 1,5—2 (4) м

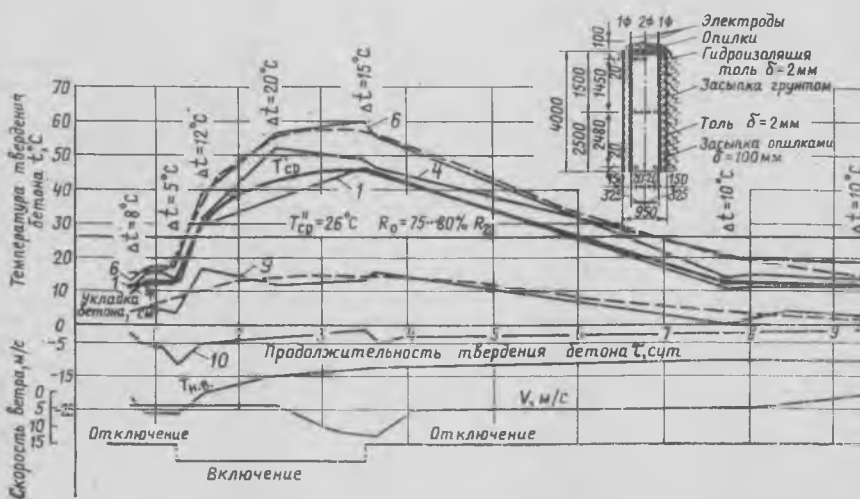


Рис. 4. Температурное поле при электропрогреве ленточного фундамента (Воркута)

УДК 624.075.23:539.4

В. М. БАТАШЕВ, д-р техн. наук  
(Днепропетровский инженерно-строительный ин-т)

## Расчет прочности элементов круглого и кольцевого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой

В практике строительства применяются колонны кольцевого и круглого сечения, в которых часть продольной арматуры распределена равномерно по периметру, а другая сосредоточена вблизи сжатой и растянутой граней сечения (см. рисунок). В нормативных документах имеются расчетные формулы, в которых учитывается только распределенная арматура. В связи с этим был проведен расчет железобетонных элементов кольцевого и круглого сечения, содержащих распределенную и сосредоточенную арматуру.

Величина напряжения растянутой арматуры в предельном состоянии элемента зависит от высоты сжатой зоны сечения и других факторов. Выполненные ранее исследования показали, что эта зависимость в элементах сплошного (прямоугольного, круглого) и пустотелого (кольцевого) сечений различна [1]. Это обстоятельство нашло отражение при составлении формул для расчета элементов кольцевого сечения с распределенной арматурой, приведенных в СНиП II-21-75. По этой же причине величина напряжения арматуры растянутой зоны в элементах кольцевого и круглого сечений определяется по разным формулам, полученным эмпирическим путем.

Для расчета элементов круглого сечения используют общую зависимость напряжения арматуры от расчетной высоты сжатой зоны сечения и других факторов, приведенную в СНиП. Напряжения распределенной арматуры в круглом сечении вычисляют с учетом интегральной оценки, как это сделано в Руководстве [2]. Учитывая, что формулы (129) — (132) предназначены для расчета элементов из бетона марок не более М400, армированных ненапрягаемыми стержнями, зависимость напряжения арматуры от расчетной высоты сжатой зоны, приведенную в формулах

(67) — (69) СНиП, можно упростить. Для этого в формулу (67) подставляют расчетное значение  $\xi_0$ , вычисленное по формуле (31) для бетона марки М400. После преобразования ее записывают в виде

$$\sigma_a = a \left( \frac{0,7}{\xi} - 1 \right) \leq R_a, \quad (1)$$

где  $a = 1100$  МПа: при  $m_{61} = 0,85 a = 1400$  МПа;  $\xi$  — относительная высота сжатой зоны сечения:

$$\xi = \frac{1 - \cos(\pi \alpha_k)}{1 + x_a/r};$$

$\alpha_k, x_a, r$  — см. по рисунку.

Относительную площадь сжатой зоны круглого сечения  $\alpha_k$  вычисляют из уравнения проекций внешних и внутренних сил на продольную ось элемента. Формулу для расчета  $\alpha_k$  в элементе круглого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой получают, подставив дополнительно в формулу (131) Руководства [2] значения усилий в сосредоточенной арматуре сжатой и растянутой зон:

$$\alpha_k = \frac{N + R_a F_{a,k} + \sigma_a F_a}{R_{пр} F + 2,55 R_a F_{a,k}} - \frac{R_{a,c} F'_a + R_{пр} F \frac{\sin(2\pi \alpha_k)}{2\pi}}{R_{пр} F + 2,55 R_a F_{a,k}}, \quad (2)$$

где  $F_{a,k}, F'_a, F_a$  — площади поперечного сечения соответственно распределенной арматуры и сосредоточенной арматуры сжатой и растянутой зон;  $\sigma_a$  — напряжение сосредоточенной арматуры растянутой зоны, определенное по формуле (1); остальные обозначения приняты в соответствии с Руководством [2].

Поскольку в формуле (2) учитывается значение  $\sigma_a$ , зависящее от  $\alpha_k$ , расчет

$\alpha_k$  выполняют итерационным методом. Она справедлива при  $\alpha_k \leq 0,65$ ; при  $\alpha_k > 0,65$  следует пользоваться формулой

$$\alpha_k = \frac{N + \sigma_a F_a - R_{a,c} F'_a}{R_{пр} F + R_a F_{a,k}} + \frac{R_{пр} F \frac{\sin(2\pi \alpha_k)}{2\pi}}{R_{пр} F + R_a F_{a,k}}. \quad (3)$$

Прочность внецентренно-сжатого элемента круглого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой проверяют из условия

$$N e_0 \leq \frac{2}{3} R_{пр} F r \frac{\sin^3(\pi \alpha_k)}{\pi} + R_a F_{a,k} \left( \frac{\sin(\pi \alpha_k)}{\pi} + k \right) r_a + R_{a,c} F'_a x'_a + \sigma_a F_a x_a, \quad (4)$$

где  $k = 1,6 (1 - 1,55 \alpha_k) \alpha_k < 1$ . При  $\alpha_k > 0,65 k = 0$ .

Формулами (2) — (4) для внецентренно-сжатия можно пользоваться для расчета изгибаемых ( $N=0$ ) и внецентренно-растянутых ( $N$  со знаком минус) элементов при  $\alpha_k > 0$ . Учет прогиба внецентренно-сжатых элементов производится по рекомендациям Руководства [2].

Для расчета прочности элементов кольцевого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой применяют формулы (42) — (44) и (67) — (69) СНиП. При этом в формулы (67) и (69) для элементов кольцевого сечения подставляют опытные данные. Как показали исследования [1], в пустотелых элементах кольцевого сечения прочность бетона оказывает незначительное влияние на характер зависимости  $\sigma_a = \varphi(\xi)$ , поэтому для этих элементов формулы (67) — (69) предлагается откорректировать при  $\xi_0 = 0,75$ :

$$\sigma_a = a \left( \frac{0,75}{\xi} - 1 \right) + \sigma_0, \quad (5)$$

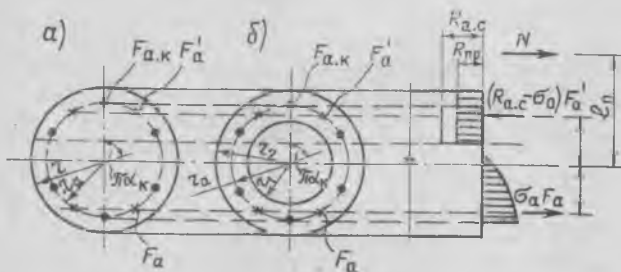
где

$$\xi = \frac{r_2 - r_{cp} \cos(\pi \alpha_k)}{r_2 + x_a}.$$

При  $\xi < 0,75$  и  $m_{61} = 1 a = 600$  МПа; при  $m_{61} = 0,85 a = 750$  МПа; при  $\xi > 0,75$  значения коэффициента  $a$  увеличиваются в 2 раза. Формулу для вычисления относительной площади сжатой зоны кольцевого сечения с распределенной и сосредоточенной арматурой получают, подставив в выражение (43) СНиП значения усилий в сосредоточенной арматуре:

$$\alpha_k = \frac{N + (\sigma_0 + A_a R_a) F_{a,k}}{R_{пр} F + (R_{a,c} + B_a R_a) F_{a,k}} - \frac{(R_{a,c} - \sigma_0) F'_a + \sigma_a F_a}{R_{пр} F + (R_{a,c} + B_a R_a) F_{a,k}}. \quad (6)$$

Вычисление  $\alpha_k$  по формуле (6) выполняют итерационным методом. Она справедлива при  $0,15 \leq \alpha_k \leq \alpha_{k, \max}$  ( $\alpha_{k, \max} = \frac{A_a}{B_a}$ ). Коэффициенты  $A_a, B_a$  определяют по формулам (47), (48)



Поперечные сечения элементов и расчетная эпюра напряжений  
 $a$  — круглое сечение;  $b$  — кольцевое сечение;  $\bullet$  — распределенная арматура;  $\times$  — сосредоточенная арматура

СНиП. При  $\alpha_k < 0,15$  используют формулу:

$$\alpha_k = \frac{N + (\sigma_0 + k_a R_a) F_{a.k}}{R_{пр} F + R_{a.c} F_{a.k}} - \frac{(R_{a.c} - \sigma_0) F'_a + \sigma_a F_a}{R_{пр} F + R_{a.c} F_{a.k}} \quad (7)$$

где  $k_a$  определяют по формуле (45) СНиП при  $\alpha_k = 0,15$ .

При  $\alpha_k > \alpha_{k, макс}$  величину  $\alpha_k$  подсчитывают по формуле (6) с учетом  $A_a = B_a = 0$ . Напряжение  $\sigma_a$  в формулах (6), (7) находят по формуле (5), принимая для арматуры с физическим пределом текучести  $\sigma_a \leq R_a$ . Для арматуры

с условным пределом текучести при  $\xi \geq \xi_y$   $\sigma_a$  подсчитывают по формуле (5);  $\xi_y$  вычисляют по формуле (5) с учетом  $\sigma_a = 0,8R_a$ ;  $\xi_y = \xi$ . При  $\xi_R < \xi < \xi_y$  величину  $\sigma_a$  находят по формуле (68) СНиП;  $\xi_R$  определяют по формуле (5) при  $\sigma_a = R_a + 400$ . Прочность внецентренно-сжатого элемента кольцевого сечения с сосредоточенной и распределенной арматурой проверяют из условия

$$N e_0 \leq (R_{пр} F r_{ср} + R_{a.c} F_{a.k} r_a) \times \frac{\sin(\pi \alpha_k)}{\pi} + R_a F_{a.k} k_a z_a + (R_{a.c} - \sigma_0) F'_a x'_a + \sigma_a F_a x_a \quad (8)$$

При  $\xi < \xi_R$   $\sigma_a = m_{a4} R_a$ ; коэффициенты  $m_{a4}$ ,  $z_a$ ,  $k_a$  вычисляют по формулам СНиП. По приведенным выражениям можно рассчитывать также изгибаемые и внецентренно-растянутые элементы при  $\alpha_k > 0$ . Экспериментальная проверка предложенных формул дала положительные результаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баташев В. М. Прочность, трещиностойкость и деформации железобетонных элементов с многорядным армированием. Киев, Будівельник, 1978.
2. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). М., Стройиздат, 1977.

УДК 69.057.12-122

Л. Л. ПАНЬШИН, канд. техн. наук (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов)

## Перераспределение усилий между элементами несущей системы каркасно-панельного здания

Автором исследованы здания со связевым каркасом серии ИИ-04 или I.020-1, в которых все горизонтальные нагрузки воспринимаются сборными внецентренно-сжатыми стенами — диафрагмами. В основу алгоритма положена кусочно-линейная зависимость между изгибающим моментом  $M$  и кривизной  $\chi$ , состоящая из двух-трех участков (рис. 1). Анализ экспериментальных данных свидетельствует, что такой расчетный график с достаточной для практических целей точностью аппроксимирует действительную диаграмму деформирования внецентренно-сжатого элемента. Координатами параметрических точек графика служат моменты и кривизны, отвечающие образованию трещин ( $M^{тр}$ ;  $\chi^{тр}$ ), началу пластической стадии деформирования ( $M^{нп}$ ;  $\chi^{нп}$ ) и разрушению ( $M^{пр}$ ;  $\chi^{пр}$ ).

Моменты и кривизны, определяющие две первые параметрические точки расчетного графика, находят по СНиП II-21-75.

Предельная кривизна в настоящее время не нормируется, однако деформации конструкций на стадии, близкой к разрушению, описаны в источнике [1], где даны подробные рекомендации.

Расчет здания выполняют методом поэтапного нагружения возрастающими горизонтальными нагрузками при постоянных продольных силах в диафрагмах. Этот метод не является итерационным, поскольку расчет включает конечное число этапов; жесткость элементов на каждом этапе нагружения постоянна.

Особенности алгоритма рассмотрим на примере симметричного здания, деформирующегося без закручивания. В качестве параметра, характеризующего горизонтальную нагрузку, примем момент  $M^0$  в уровне основания здания, который в дальнейшем будем сокращенно именовать нагрузкой.

В начале очередного этапа, которому соответствует нагрузка  $M_k^0$ , внутренний момент и кривизна для одной диафрагмы (группы однотипных по жесткостным характеристикам и условиям нагружения диафрагм) совпадают с координатами определенной параметрической точки графика деформирования. Приращение нагрузки  $\Delta M_k^0$  на дан-

ном этапе равно дополнительной нагрузке, при которой момент и кривизна в той же или в другой диафрагме (группе диафрагм) становятся равными координатам следующей параметрической точки графика.

При таком подходе на каждом этапе нагружения несущая система здания является линейно-деформируемой [2]. Различие заключается в том, что вместо жесткости  $B_i$  диафрагмы при изгибе во все формулы следует подставлять касательные жесткости  $\Delta B_i$ , численно равные угловым коэффициентам соответствующих участков графиков деформирования:

$$\Delta B_i = \frac{M_i^{нп} - M_i^{тр}}{\chi_i^{нп} - \chi_i^{тр}}; \quad (1)$$

$$\Delta B_i = \frac{M_i^{пр} - M_i^{нп}}{\chi_i^{пр} - \chi_i^{нп}}. \quad (2)$$

Формулой (1) следует пользоваться, если изгибающий момент  $M_{i,k-1}$  в диафрагме в начале очередного этапа нагружения принадлежит второму ( $M_i^{тр} < M_{i,k-1} < M_i^{нп}$ ), а формулой (2) — последнему ( $M_i^{нп} < M_{i,k-1} < M_i^{пр}$ ) участку графика деформирования. Для первого участка графика касательная жесткость совпадает с начальной ( $\Delta B_i = B_i$ ). Приращение нагрузки на очередном этапе равно минимальному значению, вычисленному для каждой диафрагмы

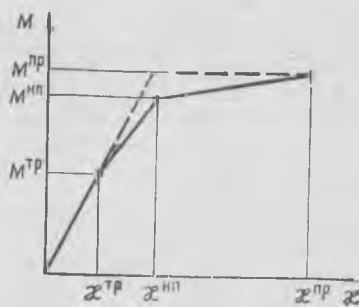


Рис. 1. Расчетный график деформации для диафрагмы  
— — — упруго-пластическая зависимость



несущей системы (общее число диафрагм  $n$ ):

$$M_k^0 = \min (M_i^* - M_{i, k-1}) \Delta D / \Delta B_i \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (3)$$

где  $\Delta D = \sum_{j=1}^n \Delta B_j$  — суммарная касательная жесткость несущей системы здания;  $M_i^* = M_i^{TP}$ ,  $M_i^* = M_i^{HP}$  или  $M_i^* = M_i^{HP}$ , если  $M_{i, k-1}$  в диафрагме принадлежит соответственно первому, второму или последнему участку графика деформирования.

Моменты в диафрагмах в конце этапа:

$$M_{ik} = M_{i, k-1} + \frac{\Delta M_k^0 \Delta B_i}{\Delta D} \quad (4)$$

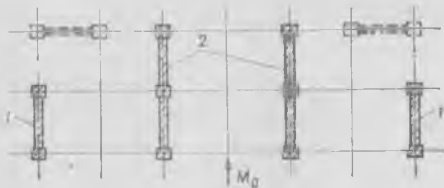


Рис. 2. Конструктивная схема здания с диафрагмами длиной 6 (1) и 12 (2) м

Если в какой-нибудь диафрагме они достигнут предельного значения ( $M_{ik} = M_i^{HP}$ ), то нагрузка данного этапа является предельной нагрузкой здания.

Нередко возможны упрощения. Например, при больших сжимающих усилиях диафрагмы разрушаются без образования трещин, и расчетные графики деформирования имеют только два наклонных участка. Дальнейшие упрощения связаны с использованием идеализированной упруго-пластической зависимости (рис. 1). В этом случае приходим к расчетным моделям, включающим пластические шарниры.

**Пример расчета.** Для 12-этажного здания с каркасом по серии ИИ-04 конструктивная схема которого показана на рис. 2, графики деформирования для диафрагм состоят из двух участков, поскольку трещины в диафрагмах не образуются. Координаты параметрических точек графиков представлены в таблице. Эти графики изображены на рис. 3.

**Первый этап.** Нагрузка на здание и моменты в диафрагмах нулевые, жесткости диафрагм равны начальным ( $\Delta B_1 = B_1 = 8 \cdot 10^7$  кН·м<sup>2</sup>;  $\Delta B_2 = B_2 = 40 \cdot 10^7$  кН·м<sup>2</sup>), суммарная жесткость

$$\Delta D = \sum_{j=1}^2 \Delta B_j =$$

$= 2 (8 \cdot 10^7 + 40 \cdot 10^7) = 96 \cdot 10^7$  кН·м<sup>2</sup>. Приращения нагрузок вычисляем по формуле (3), принимая  $M_i^* = M_i^{HP}$ . Вводя в расчет параметры 6-и 12-метровой диафрагм соответственно, получим:

$$\text{при } i = 1 \quad \Delta M^0 = \frac{M_1^{HP} \Delta D}{\Delta B_1} =$$

$$= 125\,000 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\text{при } i = 2 \quad \Delta M^0 = \frac{M_2^{HP} \Delta D}{\Delta B_2} =$$

$$= 45\,000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Приращение нагрузки на первом этапе и суммарная нагрузка здания в конце этапа  $\Delta M_1^0 = M_1^0 = 45\,000$  кН·м. Моменты в диафрагмах вычисляем по формуле (4):

$$M_{11} = \Delta M_1^0 \Delta B_1 / \Delta D =$$

$$= 45\,000 \cdot 8 \cdot 10^7 / (96 \cdot 10^7) = 3750 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{21} = \Delta M_1^0 \Delta B_2 / \Delta D =$$

$$= 45\,000 \cdot 40 \cdot 10^7 / (96 \cdot 10^7) = 18\,800 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

**Второй этап.** Поскольку моменты в 6-метровых диафрагмах по-прежнему принадлежат первому участку графика деформирования ( $M_{11} = 3750$  кН·м;  $M_1^{HP} = 10\,400$  кН·м), их жесткость равна начальной ( $\Delta B_1 = B_1$ ); для 12-метровых диафрагм жесткость соответствует второму участку графика:

$$\Delta B_2 = \frac{M_2^{HP} - M_{21}^{HP}}{\chi_2^{HP} - \chi_2^{HP}} = 6,1 \cdot 10^7 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$$

Суммарная жесткость несущей системы  $\Delta D = 28,4 \cdot 10^7$  кН·м<sup>2</sup>. Вычисляем приращения нагрузок по формуле (3), принимая  $M_i^* = M_i^{HP}$  и  $M_i^* = M_2^{HP}$ :

$$\text{при } i = 1 \quad \Delta M^0 = \frac{(M_1^{HP} - M_{11}) \Delta D}{\Delta B_1} =$$

$$= 23\,600 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$\text{при } i = 2 \quad \Delta M^0 = \frac{(M_2^{HP} - M_{21}) \Delta D}{\Delta B_2} =$$

$$= 22\,000 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

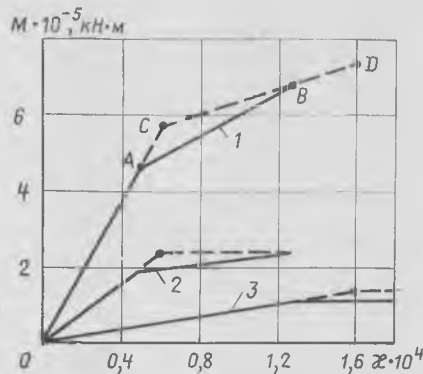


Рис. 3. Зависимость между суммарной нагрузкой и кривизной несущей системы здания (1) и графики деформирования для диафрагм длиной 6 (2) и 12 (3) м

№ диафрагмы	Продольная сила $N \cdot 10^{-3}$ , кН	Начальная жесткость $B_0 \cdot 10^{-7}$ , кН·м <sup>2</sup>	Изгибающий момент $M \cdot 10^{-3}$ , кН·м	Кривизна $\chi \cdot 10^{-4}$ , м
1	8	8	10,4/13*	1,3/3*
2	12	40	18,8/23,5	0,47/1,25

\* Перед чертой — в начале пластической стадии, после черты — при разрушении.

Приращение нагрузки на втором этапе равно  $\Delta M_2^0 = 22\,000$  кН·м, суммарная нагрузка в конце этапа составляет  $M_2^0 = M_1^0 + \Delta M_2^0 = 67\,000$  кН·м и моменты в диафрагмах при этом вычисляются по формуле (4):

$$M_{12} = M_{11} + \frac{\Delta M_2^0 \Delta B_1}{\Delta D} = 9950 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{22} = M_{21} + \frac{\Delta M_2^0 \Delta B_2}{\Delta D} = 23\,500 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Поскольку моменты в 12-метровой диафрагме достигли своего предельного значения, несущая способность здания  $M_{\text{макс}}^0 = M_2^0 = 67\,000$  кН·м.

Выполненные вычисления позволили получить зависимость между горизонтальной нагрузкой  $M^0$  здания и кривизной его несущей системы (см. рис. 3). Анализ этой зависимости показывает, что несущая способность здания  $M_{\text{макс}}^0 = 67\,000$  кН·м (точка B) на 49% больше нагрузки  $M^0 = 45\,000$  кН·м, соответствующей границе линейной работы конструкций (точка A). Эта нагрузка несколько меньше предельной нагрузки  $M^0 = 56\,500$  кН·м (точка C), полученной расчетом в упругой стадии методом [2].

Для сравнения на рис. 3 пунктиром представлены идеализированные упруго-пластические графики деформирования диафрагм и итоговая зависимость для расчетной модели здания с пластическими шарнирами. Значения несущей способности совпали (при других конструктивных параметрах возможно незначительное отличие). Следует отметить, что несущая способность на 10% меньше нагрузки  $M^0 = 73\,000$  кН·м (точка D), при которой пластические шарниры образуются во всех диафрагмах. Это указывает на невозможность применения в данном случае метода предельного равновесия, поскольку вследствие ограниченного запаса пластичности разрушение 12-метровых диафрагм происходит до того, как пластические шарниры появятся в 6-метровых диафрагмах.

## Выводы

Вследствие перераспределения усилий в железобетонных диафрагмах предельная нагрузка здания существенно увеличивается, поэтому разработка нелинейных алгоритмов расчета является одним из важнейших направлений совершенствования методики проектирования каркасно-панельных зданий.

Пластические свойства железобетона можно с достаточной для практических целей точностью учесть, опираясь на кусочно-линейные диаграммы, которые в частном случае могут принимать форму идеализированных упруго-пластических зависимостей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистяков Е. А., Мамедов С. С. Деформации вращательно-сжатых элементов в стадии, близкой к разрушению. — В кн.: Теория железобетона. Под ред. Михайлова К. В., Дмитриева С. А. М., Стройиздат, 1972.
2. Паньшин Л. Л. Прочность, устойчивость и деформации зданий со связевым каркасом. — Бетон и железобетон, 1978, № 7.

УДК 693.565.002.56

В. Т. ДЬЯЧЕНКО, инж. (НИИЖБ); И. И. ЦИМБЕРГ, Л. А. ГАМУС,  
В. В. САБЕЛЬНИКОВ, инженеры (ПО «Баррикада»);  
Е. П. КОММ, В. С. КУПРИЯНОВА, инженеры  
(ПКТБ Главленстройматериалов)

## Стенд для градуировки приборов, контролирующих силу натяжения арматуры

Одним из основных показателей, определяющих качество преднапряженных железобетонных конструкций, является сила натяжения арматуры. Для ее контроля используют функциональные зависимости физических параметров арматуры, фиксируемых приборами от силы натяжения арматуры.

ГОСТ 22362—77 предусматривает два метода измерения: метод поперечной оттяжки арматуры и частотный метод. Первый метод устанавливает зависимость между силой, оттягивающей арматуру на заданную величину в поперечном направлении, и силой ее натяжения. Сила, оттягивающая арматуру и фиксируемая прибором, равна [1]

$$T \approx \frac{4P\delta}{l}$$

где  $P$  — сила натяжения арматуры;  $\delta$  — прогиб арматуры;  $l$  — длина контролируемого участка арматуры.

При малой жесткости арматуры зависимость показаний прибора от силы натяжения соответствует заданному прогибу и длине арматуры. Поперечную оттяжку можно производить на полной длине арматуры, натянутой между упорами формы и на базе упоров самого прибора.

Частотный метод основан на определении зависимости между частотой собственных колебаний и напряжением в арматуре. Частота собственных колебаний арматуры [2]:

$$f \approx \frac{177,3}{l} \sqrt{\sigma} = \frac{177,3}{l} \sqrt{\frac{P}{S}}$$

где  $\sigma$  — напряжение в арматуре;  $S$  — площадь поперечного сечения арматуры.

При малой жесткости арматуры ча-

стота собственных колебаний прямо пропорциональна напряжению в арматуре (силе натяжения) и обратно пропорциональна ее длине. Диапазон контролируемой силы определяется классом и диаметром арматуры.

Как видно, при измерении силы натяжения методом поперечной оттяжки и частотным методом шкалу прибора определяют не только его технические характеристики, но и параметры контролируемой арматуры. Вместе с тем для арматуры различных классов, диаметров и длины приходится использовать единый прибор. Для обеспечения такого контроля необходимы приборы с большим числом шкал. Создание такого прибора переносного типа технически и технологически сложно, поэтому его снабжают единой шкалой и индивидуальными градуировочными характеристиками для каждого класса и диаметра, а при контроле прибором без собственной базы — и для каждой длины арматуры. Для градуировки приборов, контролирующих силу натяжения арматуры различных характеристик в НИИЖБ разработан стенд [3], который введен в опытно-промышленную эксплуатацию на ПО «Баррикада» с участием ПКТБ Главленстройматериалов (см. рисунок). Стенд предназначен для градуировки проволочной, стержневой и канатной арматуры диаметром от 3 до 36 мм с максимальной силой

натяжения 454,3 кН. Сменные образцовые динамометры рассчитаны на 454,3; 181,72; 90,86; 45,43 кН. Измерительные приборы имеют класс точности 0,5 (образцовые динамометры III разряда). Размещение арматуры горизонтальное с минимальной фиксируемой длиной 500 мм.

Натяжение арматуры и подготовка к градуировке осуществляются следующим образом. Включается гидронасосная станция и под давлением масла поршень гидродомкрата перемещается вместе с винтом и втулкой. Втулка увлекает за собой образцовый динамометр, вслед за ним стакан с зажимом и арматуру. Поскольку арматура с другого конца закреплена крайним фиксатором и зажимом, то она натягивается. До начала градуировки обеспечивают максимальное натяжение арматуры, учитывая образцовый динамометром, и включают гидронасосную станцию. После выдержки в течение 10—15 мин арматуру разгружают.

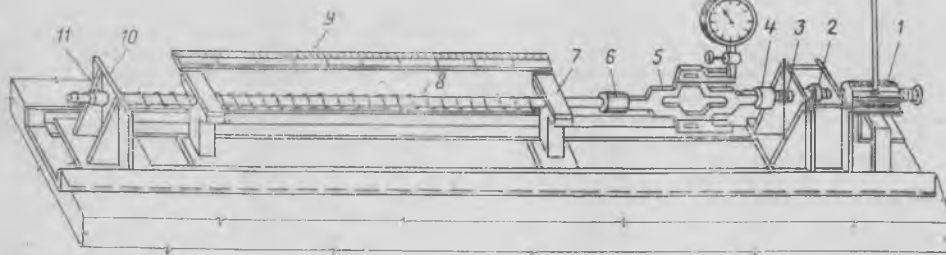
Для градуировки приборов ПРД (ПРДУ) на стенде размещают съемные подставки. Затем включают гидронасосную станцию и устанавливают первую ступень нагружения. При достижении необходимой силы натяжения гидродомкрат выключают.

Для градуировки приборов без собственной базы арматуру закрепляют промежуточными фиксаторами длины. После измерений на очередной ступени нагружения их освобождают.

Градуировка приборов осуществляется сопоставлением показаний градуированного прибора и образцового динамометра на каждой ступени нагружения во всем диапазоне. Максимальная сила натяжения определяется условным пределом текучести арматуры. Минимальная сила натяжения соответствует  $\frac{1}{3}$  максимального значения. Число этапов нагружения составляет 8—10. Градуировка приборов осуществляется по ГОСТ 22362—77 и оформляется в виде таблиц или графиков вышестоящей организацией. Консультацию по конструированию стенда можно получить в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская, д. 6. Стоимость изготовления — 3—5 тыс. р. (в зависимости от длины стенда).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошенко С. Н., Лессельс Дж. Прикладная теория упругости. Л., Гостехиздат, 1939.
2. Тимошенко С. Н. Колебания в инженерном деле. М., Наука, 1967.
3. Дьяченко В. И., Дьяченко П. Я. Измерение силы натяжения арматуры при изготовлении предварительно-напряженных железобетонных изделий. М., Стройиздат, 1968.



Стенд для градуировки приборов, контролирующих силу натяжения арматуры

1 — силовая рама; 2 — гидродомкрат; 3 — винт; 4 — втулка; 5 — образцовый динамометр; 6 — стакан с крышкой и зажимом; 7 — промежуточный фиксатор длины арматуры; 8 — натягиваемая арматура; 9 — мерная линейка; 10 — крайний фиксатор; 11 — зажим НИИЖБ; 12 — гидронасосная станция

УДК 620.179.1.003.1

Д. А. КОРШУНОВ, канд. техн. наук;  
Е. М. МАЙДАНИК, Е. З. БАСЕНКО, инженеры (НИИСК)

## Экономическая эффективность неразрушающего контроля изделий

Совершенствование контроля качества строительной продукции, в частности железобетона, на основе неразрушающих испытаний требует технико-экономического обоснования. Экономический эффект определяют по межотраслевой, отраслевой (СН 509-78) или ведомственным методикам, содержащим общие расчетные формулы. Для их использования необходимо выявить сопоставимые условия сравнения вариантов технических решений и рассчитать элементы затрат.

Большое внимание в исследованиях НИИСК было уделено определению трудоемкости и себестоимости испытаний\*. Трудоемкость подсчитывали по данным хронометража с использованием ЕНиР. Себестоимость находили как сумму затрат на заработную плату (в большинстве случаев до 90% и более общих затрат), стоимость основных и вспомогательных материалов, энергетических затрат и цеховых расходов (см. таблицу). Трудоемкость включает все работы, необходимые для получения результатов испытаний и ликвидации их последствий на конструкции. При определении себестоимости цеховые расходы рассчитаны применительно к регулярным испытаниям на заводе ЖБИ годовой производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup>.

При расчете трудовых и денежных затрат необходимо учитывать число конструкций и участков испытаний на каждой из них, а также число испытаний на одном участке (см. таблицу). Общее число участков для партии изделий при контроле прочности бетона неразрушающими методами должно

\* Методические рекомендации по расчету экономической эффективности применения неразрушающего контроля бетона и железобетона. Киев, НИИСК, 1980.

быть, как правило, не менее 30 (ГОСТ 21217-75).

Эти данные позволяют выполнить многие практически важные расчеты, техника которых иллюстрируется характерными примерами с использованием методики СН 509-78. Индексы «б» и «н» обозначают величины для базового и нового вариантов.

**Пример 1.** На заводе ЖБИ годовой производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup> осуществляется статистический контроль изделий по отпускной прочности бетона (марка М300). Средний объем бетона в партии изделий  $B=20$  м<sup>3</sup>, нормированная отпускная прочность  $R=21$  МПа, партийный коэффициент вариации прочности  $\bar{V}_n=14\%$ .

Базовым является определение прочности бетона по результатам испытаний образцов-кубов с ребром 10 см. Из каждой партии испытывают 2 серии по 3 образца в каждой ( $m^6=6$ ). Требуемая прочность бетона по ГОСТ 18105-72  $R^6=23,1$  МПа.

Для 70% изделий ( $A^n=70$  тыс. м<sup>3</sup>) применяют неразрушающие методы по ГОСТ 22690.2-77. Из партии испытывают 10 изделий по 3 участка на каждом, по 5 измерений на участке ( $m^n=150$ ). Требуемая прочность бетона по ГОСТ 21217-75  $R^n=22$  МПа.

В соответствии с Прейскурантом № 06-08, для бетона марки М250 и более увеличение прочности бетона на 0,1 МПа повышает его цену  $C_6$  на 0,03 р/м<sup>3</sup>. При расчете фактически достигнутого эффекта необходимо определять уменьшение расхода цемента, соответствующее снижению прочности бетона, и учитывать его стоимость.

Годовой объем испытаний  $V_n=m \times X A/B$ : для базового варианта 21 тыс., для нового — 525 тыс.

Годовой экономический эффект от применения неразрушающего контроля

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= B_n^6 C_n^6 - B_n^n C_n^n + (R^6 - R^n) C_6 A^n = \\ &= 14,9 \text{ тыс. р.}, \text{ или } 0,21 \text{ р/м}^3. \end{aligned}$$

Следует отметить, что он достигается благодаря снижению требуемой прочности бетона, несмотря на повышение себестоимости контроля, для проведения которого требуется увеличение количества контролеров (при годовом фонде рабочего времени  $\Phi=1871$  ч):

$$\chi = (B_n^n T_n^n - B_n^6 T_n^6) / \Phi \approx 4.$$

**Пример 2.** Для исходных данных примера 1 определим эффективность замены механических испытаний по ГОСТ 22690.2-77 (базовый вариант) ультразвуковыми по ГОСТ 17624-78 с помощью прибора УК-10П (сквозное прозвучивание). При этом  $m^n=30$  для партии изделий, за год  $B_n^n=105$  тыс. Стоимость прибора  $K^n=1300$  р.

Годовой экономический эффект:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= B_n^6 C_n^6 - B_n^n C_n^n + E_n (K^6 - K^n) = \\ &= 8,3 \text{ тыс. р.}, \text{ или } 0,12 \text{ р/м}^3. \end{aligned}$$

Очень существенно, что достигается сокращение трудоемкости испытаний, которая не больше, чем при испытании образцов. Дополнительное снижение трудозатрат возможно в результате механизации ультразвуковых испытаний.

**Пример 3.** Прибор ИЗС-10Н позволяет контролировать толщину защитного слоя бетона в изделиях магнитным методом при диаметре арматуры 4-32 мм. Годовой объем испытаний при коэффициенте использования прибора во времени  $k_t=0,7$  составляет  $B_n^n = k_t \Phi T_n^n = 37,4$  тыс., стоимость прибора  $K^n=400$  р., средний срок его службы  $T^n=8$  лет;

Он заменил ИЗС-2 ( $K^6=90$  р.,  $T^6=5$  лет), для определения толщины защитного слоя бетона при диаметре арматуры 6-16 мм (85% измерений), при диаметре 4-5 и 18-32 мм приходится выполнять измерения с вырубкой борозд.

Экономический эффект от использования прибора ИЗС-10Н подсчитывается с учетом повышения его производительности  $B_n^n/B_n^6 = T_n^6/T_n^n = 1,14$  и срока службы (см. прил. 2 к СН 509-78):

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= K^6 \frac{B_n^n}{B_n^6} \frac{P^6 + E_n}{P^n + E_n} + \\ &+ \frac{C_n^6 - C_n^n}{P^n + E_n} B_n^n - K^n = 2285 \text{ р.} \end{aligned}$$

Контролируемый показатель	Характеристика испытаний	Число испытаний на участке, не менее	Трудоемкость $T_n^*$ , чел.-ч*	Себестоимость $C_n, P^*$
Прочность бетона	Образцы-кубы с ребром 10 см по ГОСТ 10180-78	3	208	215
	По ГОСТ 22690.2-77 с помощью эталонного молотка Кашкарова	5	23	24,3
	Ультразвуковой импульсный метод по ГОСТ 17624-78 с помощью прибора УК-10П для сквозного прозвучивания	1	48	40,6
Толщина защитного слоя	Вырубка борозд в бетоне	1	153	121
	Магнитный метод по ГОСТ 22904-78	1	44/38,5**	45,4/39,5**

\* Характеристики приведены на 1000 испытаний.

\*\* Перед чертой — с помощью прибора ИЗС-2, после черты — ИЗС-10Н.

УДК 69.056

Т. Е. КАРАМАНЯН, инж. (ВНИИЖелезобетон);  
А. А. ДУДКО, канд. техн. наук (Оргэнергострой, Москва)

## Влияние складирования на качество составляющих бетона

Для обеспечения заданной прочности бетонных и железобетонных изделий требуются оптимальное соотношение зерен и постоянно зернового состава заполнителя в каждом замесе. При несоблюдении этого растет расход цемента, поскольку его принимают по наиболее неблагоприятному сочетанию фракций заполнителя. Ежегодный перерасход цемента из-за плохого качества заполнителей в нашей стране составляет около 4 млн. т [1]. Значительная доля перерасхода обусловлена отсутствием совершенного складского хозяйства на дробильно-сортировочных заводах и заводах ЖБИ.

На заводы ЖБИ, как правило, поступает смесь фракций 5—20 мм. Так, предприятия Москвы для производства всех видов тяжелого бетона получают только 2,2% основных фракций, остальной объем — это смеси двух и даже трех смежных фракций [2]. Их применение упрощает работу складов заводов ЖБИ, но существенным недостатком смесей является самопроизвольное разделение по крупности при хранении [3].

На дробильно-сортировочных заводах при конвейерном складировании зерна щебня, имеющие различную массу, под действием силы тяжести и инерции распределяются неравномерно по площади и по высоте конуса, более легкие (мелкие) зерна остаются в середине, а крупные попадают в основание. При конвейерной погрузке в железнодорожные вагоны самотекотом поступает около 40% продукции [3].

При совпадении вершины конуса с грузочным отверстием в вагоны в первую очередь попадает мелкий материал. Из «мертвых зон» склада щебень обычно перемещают бульдозером. Установлено, что при каждом перемещении щебня на расстояние 50 м в нем образуется около 5% зерен размером менее 5 мм [4].

При разгрузке на заводе ЖБИ, складировании и подаче в бетоносмесительный цех также наблюдается неоднократное изменение зернового состава заполнителей, причем прогнозировать его практически невозможно.

Таким образом, зерновой состав заполнителя, поступающего на заводы ЖБИ, значительно отличается от приведенного в сопроводительных документах (рис. 1).

В то же время при производстве щебня на дробильно-сортировочных заводах работа оборудования в одном контролируемом режиме обеспечивает стабильные показатели зернового состава продукции, которые постоянно проверяются лабораторией.

ГОСТ 8267—75 и другие стандарты на крупный заполнитель ограничивают для смеси 5—20 мм (высшая категория качества): закругление — 5%; замелчение — 3,5; остаток на сите 12,5 мм — 50...70%. Это соответствует содержанию зерен 5—10 мм от 12 до 28%, а на сите 25 мм не должно быть остатка.

Однако отбор проб щебня для ситового анализа при контроле качества и аттестации продукции производится, согласно ГОСТ 8269—76, с ленты конвейера дробильно-сортировочного завода, отгружающего продукцию с высоты 7—12 м на открытый склад конусного или хребтового типа, т. е. до сегрегирования.

Авторы исследовали зерновой состав смеси 5—20 мм высшей категории качества Вяземского карьероуправления по данным Московских заводов ЖБИ № 11 (1975—1979 гг.) и № 5, 6 (1978—1979 гг.). При соблюдении четырех ограничений ГОСТ 8267—75 по зерновому составу в пробах, отобранных с конвейера завода-производителя, на заводах ЖБИ такое же качество отмечалось только в 14% проб; трех (замелчение, закругление и отсутствие остатка на сите 1,25  $D_{наиб}$ ) — в 17,5%; двух (замелчение и закругление) — в 36,5%; одного (замелчение) — в 31%; в 1% проб все ограничения были нарушены. Ограничение по замелчению менее 3,5% соблюдалось в подавляющем числе проб на всех заводах. Это объясняется тем, что замелчение смеси, как и основной фракции 5—10 мм, состоит на 80—90% из зерен размером 2,5—5 мм. Чем ниже содержание в смеси

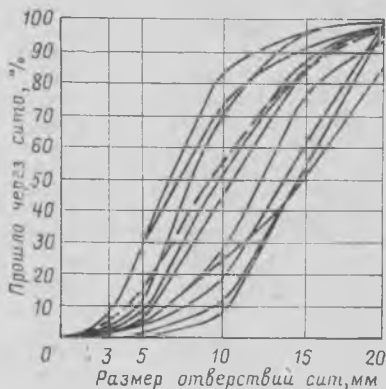


Рис. 1. Зерновой состав смеси 5—20 мм, отобранной при подаче в бетоносмесительный цех  
— отдельные пробы; — — — — —  
средний состав по данным дробильно-сортировочного завода

этой фракции, тем меньше ее замелчение (рис. 2). Теоретическая зависимость построена исходя из того, что для основной фракции 5—10 мм при нормально работающем виброгрохоте, оборудованном ситами с ячейками 5 мм, замелчение зерен достигает 15%. Следует также учитывать, что замелчение щебня, определяемое на заводах ЖБИ, всегда должно быть больше, чем на дробильно-сортировочных заводах, вследствие самоизмельчения и истирания зерен, связанных с погрузкой, транспортировкой и выгрузкой. Расположение подавляющего большинства точек на рис. 2 ниже теоретической прямой свидетельствует о том, что для снижения величины замелчения щебня применяли сита с квадратными ячейками размером более 5 мм и замелчающие зерна и вместе с частью товарной продукции переводили в отсеив. На Вяземском карьероуправлении для приготовления смеси 5—20 мм используют резиновое струнное сито с зазором 4,5—5 мм (эквивалентное сити с квадратной ячейкой 6—7 мм), а затем из отсеивов извлекают фракцию 3—10 мм, которая поставляется другим потребителям.

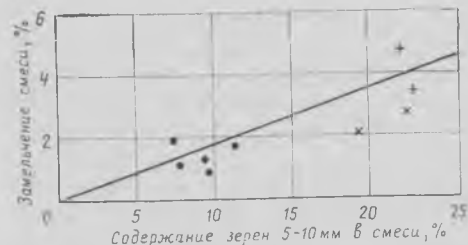


Рис. 2. Зависимость между величиной замелчения (3 м<sup>2</sup>) и содержанием зерен 5—10 мм в смеси 5—20 мм на складах заводов ЖБИ № 11 (●), 6 (+) и 5 (×)

Закругление смеси 5—20 мм, как и основной фракции 10—20 мм, состоит из зерен размером 20—28 мм, которые прошли сквозь квадратную ячейку 20 мм сита виброгрохота и задержались при лабораторном отсеиве на сите с круглыми отверстиями 20 мм. Наиболее крупные зерна (исключительно лещадной формы) прошли при сортировке по диагонали ячейки. Закругление основной фракции обычно не превышает 8—10%. Закругление смеси связано с содержанием в ней зерен 10—20 мм и обычно составляет 6—9%.

При складировании смеси 5—20 мм в высоких конусах в основании преобладает материал с закруглением 12—17%, весьма низким замелчением (0,5—1,5%) и малым содержанием зерен 5—10 мм.

Если при использовании на заводах ЖБИ основных фракций 5—10 и 10—20 мм соотношение между ними устанавливается на основе подбора смеси, имеющей минимальную пустотность (рекомендуемое соотношение 35 и 65%), то обычно предприятия, получающие смесь 5—20 мм по ГОСТ 8267—75, используют материал со значительно меньшим содержанием зерен 5—10 мм — 15—20%. Многократная сегрегация приводит к тому, что пустотность смеси колеблется в весьма широких пределах. На рис. 3 приведено изменение этого показателя, который при средних значениях 46,6; 44,58; 44,9%

находится в пределах 36—52%, что затрудняет подбор смеси и вынуждает заводы допускать перерасход цемента.

В настоящее время назрела необходимость принятия мер по повышению однородности используемых заполнителей. Первый путь решения этой задачи — производить на дробильно-сортировочных заводах только узкие фракции, которые меньше сегрегируют, чем смеси при существующей системе складского хозяйства. Второй — это продолжение производства смесей, причем с целью упрощения работы заводов ЖБИ и комплексного использования сырья изготавливать по примеру высокоразвитых зарубежных стран готовые смеси заполнителя, включающие и песчаную фракцию (полностью, либо только зерна размером 2,5—5 мм), приготовляемую из отсева. При этом дробильно-сортировочные заводы будут работать по безотходной технологии. Это мероприятие особенно актуально, поскольку более половины объема в нашей стране составляют мелкие и очень мелкие пески с  $M_{кр} = 1,4 \dots 0,8$ , причем их месторождения расположены в районах интенсивного строительства.

При использовании мелких песков укрупняющая добавка размером 2,5—5 мм, поступающая в бетонную смесь вместе с щебнем, может при условии стабильности зернового состава существенно снизить расход цемента. По стандартам BS882 (Англия), ASTM D-448 и C-33 (США) в смеси 5—20 мм допускается до 10% замельчающих зерен, для подобных смесей эти допуски в стандартах Франции и ФРГ — 15—20%.

Следует отметить, что подавляющее число дробильно-сортировочных заводов в высокоразвитых промышленных странах уже 25—30 лет работают только по такой технологии, используя следующие мероприятия по сохранению однородности зернового состава продукции: отсыпка конусных и хребтовых складов производится с помощью поворотного-поднимающихся конвейеров, горизонтальные конвейеры в зоне разгрузки оборудуются каскадными спусками; подштабельные конвейеры располагаются в железобетонных или металлических трубах, причем для сокращения объема материала в «мертвых зонах» и повышения однородности увеличивают число загрузочных отверстий. Хорошие результаты дает применение разгрузчика — штабелеукладчика, обо-

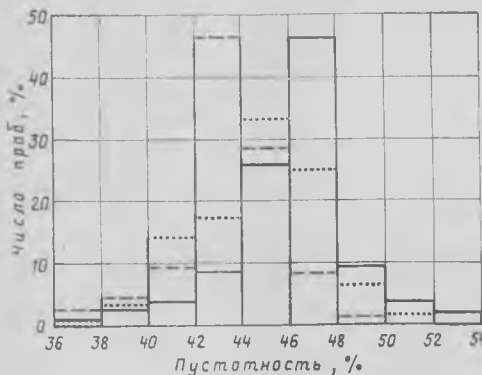


Рис. 3. Изменение пустотности смеси 5—20 мм по пробам, отобраным на складах заводов ЖБИ № 11 (—), 6 (⋯) и 5 (- - -)

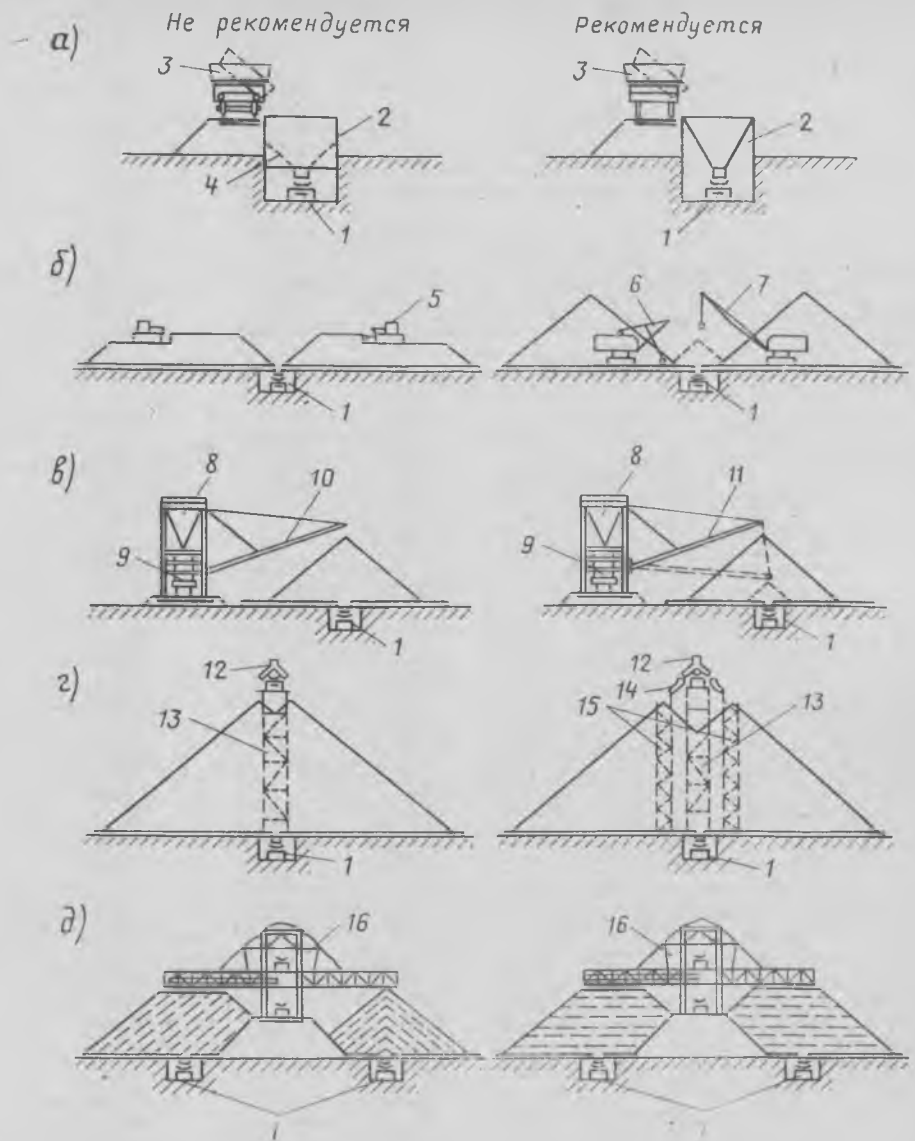


Рис. 4. Приемы, способствующие сохранению однородности заполнителей

а — в приемных бункерах; б — при формировании штабелей; в — при отсыпке склада штабелеукладчиками; г — при отсыпке склада с эстакады; д — при формировании склада двухконусными штабелеукладчиками; 1 — конвейер; 2 — приемный бункер; 3 — думпкар; 4 — откос материала в бункере; 5 — бульдозер; 6 — экскаватор; 7 — грейферный кран; 8 — разгрузчик-штабелеукладчик; 9 — вагон; 10 — неподвижная стрела; 11 — подъемная стрела; 12 — сбрасывающая тележка; 13 — эстакада; 14 — лоток; 15 — каскадные спуски; 16 — штабелеукладчик

рудованного ковшовым элеватором и опускающимся конвейером, а также колесных погрузчиков и грейферных кранов вместо бульдозеров. Таким образом, в отечественной и зарубежной практике имеется достаточное число способов сокращения сегрегации смесей заполнителя на складах (рис. 4).

Для сохранения зернового состава заполнителей требуется внедрение указанных мероприятий на всех стадиях их производства и применения.

#### Выводы

Существующая технология складирования щебня приводит к расслаиванию заполнителей на складах дробильно-сортировочных заводов, заводов ЖБИ и при перегрузках.

Устранение этого явления повысит качество изделий и позволит получить экономии цемента при приготовлении бетонных смесей как минимум на 20—30 кг/м<sup>3</sup> без существенных капитальных вложений.

При условии снижения сегрегации щебня дробильно-сортировочные заводы будут поставлять на заводы ЖБИ не только смеси фракций щебня, но и щебеночно-песчаные смеси оптимального состава, что даст возможность сократить склады заводов ЖБИ, упростит дозирование составляющих бетонной смеси и послужит дополнительным резервом дальнейшего улучшения изделий и снижения расхода цемента.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беречь цемент. — Строительная газета от 1/VIII 1920 г.
2. Подлесных В. А., Левин Л. И. Обобщение опыта использования заполнителей бетона на предприятиях Главмосстройматериалов. — В сб. МДНТП: Повышение эффективности использования сырья и качества нерудных строительных материалов. М., 1980.
3. Лукашева Т. Т. Исследования процессов сегрегации и усреднения гравия и щебня в открытых конусных складах. — В сб. трудов ВНИИЖелезобетона, вып. 16, 1970.
4. Зошук Н. И. Требования к щебню для высокомарочных бетонов. — Строительные материалы, 1971, № 4.

УДК 691.327.666.9-123

Н. И. ЗОЩУК, канд. техн. наук; В. Д. КУЗНЕЦОВ, инж.  
(Белгородский технологический ин-т строительных материалов)

## Влияние формы и крупности зерен дробленого песка на свойства песчаного бетона

В районах, где имеется только очень мелкий природный песок, представляет интерес использование в качестве мелкого заполнителя бетона дробленого песка. Производство дробленого песка из мелких фракций щебня — дорогостоящий процесс, и в ближайшие годы он не найдет широкого применения. Большого внимания заслуживает использование в технологии бетона отсева камнедробления. Основным недостатком его является повышенное содержание зерен лещадной и игловидной форм (при дроблении кристаллических сланцев — около 70%). В то время, как значение формы зерен щебня в технологии бетона всесторонне исследовано, влияние формы зерен песка на состав и свойства бетона изучено недостаточно.

Авторами использован отсев дробления кристаллических сланцев, являющийся попутно извлекаемой породой при разработке железной руды КМА открытым способом. Производство щебня из этой породы, начатое в Белгородской области, является основным источником крупного заполнителя бетона. Модуль крупности природного песка в этом районе — 1,1—1,2, поэтому использование отсева сланцедробления в качестве мелкого заполнителя бетона позволит получить значительный экономический эффект.

Для исследований использовали портландцемент Белгородского завода активностью 47 МПа, нормальной плотности 25%, отсев сланцедробления с  $M_{кр} \approx 3$  и суперпластификатор С-3. Для получения песка с незначительным содержанием зерен лещадной и игловидной форм отсев крупностью 0,6—5 мм сжимали в цилиндре вертикально действующей нагрузкой 15 МПа. При этом содержание лещадных и игловидных зерен уменьшилось с 70 до

30%. Отсев с  $M_{кр}=2,2$  и 3,2 достигался смешиванием отдельных фракций в таком соотношении, чтобы удельная поверхность была одинаковой.

Для получения математических моделей одновременного влияния нескольких факторов на удобоукладываемость бетонной смеси и прочность бетона использовали полный четырехфакторный эксперимент. В качестве плана эксперимента выбрали ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Нижний и верхний уровни варьирования переменных факторов следующие: содержание цементного теста  $V_{ц.т.}=0,4...0,6$ ;  $C/B=1,5...2,5$ ;  $M_{кр}=2,2...3,2$ ; содержание лещадных зерен  $S=30...70\%$ . Отсев с  $M_{кр}=3,2$  содержал 10% зерен менее 0,14 мм, а с  $M_{кр}=2,2$  таких частиц и зерен фракции 2,5—5 мм не имел. В первом случае отмечалась прерывистая гранулометрия с повышенным содержанием зерен крупностью 2,5—5 мм. Отсев с  $M_{кр}=3,2$  из зерен с 70% лещадных и игловидных зерен имел такую же удельную поверхность, как и отсев с  $M_{кр}=2,2$  и 30% зерен лещадной и игловидной форм.

В связи с тем, что значительное число составов имело нулевую осадку конуса, модель удобоукладываемости по этому параметру практического интереса не представляла, поэтому использовали модели жесткости бетонной смеси, прочности бетона в возрасте 28 сут нормального твердения при изгибе и при сжатии. Удобоукладываемость бетонной смеси определяли с помощью малого конуса, имеющего нижний диаметр 100 мм, высоту 150 мм. Прочность бетона при изгибе и при сжатии устанавливали на образцах размером 40×40×160 мм.

В результате получены математические модели:

$$\begin{aligned} J &= 1598 - 408M_{кр} (1 - 0,09M_{кр}) + \\ &+ 595 C/B (1 - 0,12 C/B) - 33S - \\ &- 3056V_{ц.т} (1 - 0,51V_{ц.т}) + 7,2M_{кр} S + \\ &+ 19,6M_{кр} V_{ц.т} - 75M_{кр} C/B + \\ &+ 20,4S V_{ц.т} - 2,3S C/B + 107 C/BV_{ц.т}; \\ R_{изг} &= 4,9 + 10,6M_{кр} (1 - 0,245M_{кр}) - \\ &- 0,4S (1 - 0,015S) - 121,4V_{ц.т} \times \\ &\times (1 - 0,58V_{ц.т}) + 22,5 C/B (1 - \\ &- 0,33 C/B) + 0,3M_{кр} S - 13,5M_{кр} V_{ц.т} - \\ &- 1,7M_{кр} C/B + 1,5S V_{ц.т} - \\ &- 0,3S C/B + 70V_{ц.т} C/B; \\ R_{сж} &= 211,3 - 32,2M_{кр} - 6,2S - \\ &- 466V_{ц.т} (1 - 0,93V_{ц.т}) + 88 C/B \times \\ &\times (1 - 0,34 C/B) + 1,8M_{кр} S - \\ &- 94M_{кр} V_{ц.т} + 9,6S V_{ц.т} - 1,7S C/B + \\ &+ 325V_{ц.т} C/B. \end{aligned}$$

Жесткость бетонной смеси уменьшается с увеличением содержания зерен лещадной и игловидной форм в песке. Наибольшее совместное влияние на жесткость смеси оказывают  $C/B$  и содержание вяжущего, а наименьшее — форма зерен песка и другие переменные факторы. С увеличением модуля крупности песка повышается предел прочности при изгибе и снижается предел прочности при сжатии.

В табл. 1 приведены средние значения пустотности и водопотребности отсева, удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона. Анализ полученных данных показал, что форма зерен отсева не оказывает существенного влияния на свойства отсева, удобоукладываемость мелкозернистой бетонной смеси и прочность песчаного бетона. Более заметное влияние крупности отсева, выраженное модулем крупности, объясняется изменением его гранулометрического состава и максимального размера зерен. При  $M_{кр}=3,2$  наибольший размер зерен 5, наименьший — 0,14 мм; наблюдается прерывистая гранулометрия. Отсев с  $M_{кр}=2,2$  представлен зернами 0,14—2,5 мм.

Однако модуль крупности и удельная поверхность являются недостаточными полными характеристиками зернового состава дробленого песка. Целесообразнее пользоваться показателями медианного размера зерна  $d_z$  и неоднородности зернового состава  $\sigma$ . Полученные данные для дробленого песка совпадают с результатами исследований влияния зернового состава природного песка на свойства мелкозернистого бетона<sup>1</sup>.

Пустотность и водопотребность дробленого песка уменьшаются с повышением неоднородности зернового состава и медианного размера его зерен. Уменьшение пустотности песка посто-

Таблица 1

$M_{кр}$ отсева	Содержание зерен лещадной формы, %	Пустотность отсева, % в состоянии		Водопотребность отсева, %	О. К., см	Ж, с	$R_{изг}$ , МПа	$R_{сж}$ , МПа
		насыпном	виброуплотненном					
2,2	30	52,5	42,6	14,7	0,2/8*	128/1	5,9/8,3	32,7/36,2
	70	53,2	42,2	15,5	0/6,9	150/2	6,5/7,2	34,8/35,7
3,2	30	45,7	34,8	9,7	0,6/12	28/0	8,2/7	40/37,8
	70	47,5	35,8	13	0,4/9,5	8/0	8,1/7,2	42,2/40,7

\* Перед чертой — содержание вяжущего 0,4; после черты — 0,6.

<sup>1</sup> Кикас В. Х., Вихвелин Р. А., Лаул И. А. Влияние зернового состава песка на свойства мелкозернистого бетона на сланцевом портландцементе. — В сб.: Теория и технология получения строительных материалов из зол твердых топлив. Таллин, 1979.

янной удельной поверхности обеспечивает более эффективное использование вяжущего, поэтому улучшается удобоукладываемость бетонной смеси, в результате чего повышается прочность бетона. Эффект от снижения пустотности компенсирует даже некоторое увеличение удельной поверхности песка.

При дроблении кристаллических сланцев на промышленной установке образуется отсев с  $M_{кр} \approx 3$  и содержанием 10—12% частиц менее 0,14 мм. Используя полученные математические модели на основе отсева сланцедробления и портландцемента активностью 47 МПа, подобраны производственные составы песчаного бетона марок М200, М300 и М500 для Губкинского завода ЖБИ. Во все составы вводили суперпластификатор С-3 в количестве 0,3% массы цемента (табл. 2).

Таблица 2

Марка бетона	Состав бетона, кг/м <sup>3</sup>			О. К., см	Ж, с	Предел прочности бетона, МПа
	цемент	отсев	вода			
М200	330	1789	231	—	20	4,2/23*
М300	432	1650	285	11	—	4,6/29
М500	595	1478	250	3	5	8/51

\* Перед чертой —  $R_{пк}$ , после черты —  $R_{сж}$ .

Из табл. 2 видно, что на основе отсева дробления породы, которая ранее считалась непригодной для производства заполнителей бетона, получены песчаные бетоны марок М200—М500. Расход цемента при этом не превышает фактического для обычного бетона аналогичных марок. Это объясняется низким качеством природного местного песка и влиянием суперпластификатора на удобоукладываемость песчаного бетона с искусственным песком.

## Выводы

Форма зерен не оказывает существенного влияния на свойства дробленого песка, удобоукладываемость мелкозернистой бетонной смеси и прочность бетона.

Повышение крупности дробленого песка при наличии мелких фракций значительно улучшает свойства песка и песчаного бетона на его основе.

Зерновой состав дробленого песка не может быть полностью охарактеризован модулем крупности и удельной поверхностью, поскольку эти величины нельзя применить для подбора состава бетона с заданными свойствами.

На основе необогащенного отсева камнедробления с использованием суперпластификатора С-3 и портландцемента марки М500 можно получать смеси требуемой подвижности для песчаного бетона марок до М500 включительно без существенного перерасхода цемента.

УДК 693.547.32

М. М. МАСЛЕННИКОВ, канд. техн. наук  
(Средневолжский филиал Бюро внедрения ЦНИИОМТП)

## О классификации способов и устройств для предварительного разогрева смесей

Одним из перспективных методов электротермообработки бетона является предварительный разогрев бетонных смесей. Созданы теоретические основы технологии изготовления сборного железобетона и бетонирования монолитных конструкций с предварительным разогревом смеси [1, 2], разработаны различные нормативные документы по его применению в производстве [3, 4].

Однако в построечных, особенно в заводских условиях этот метод не нашел широкого применения. По нашему мнению, это вызвано отсутствием достаточной номенклатуры серийно выпускаемого технологического оборудования и противоречивыми требованиями к его разработке. Например, многочисленные разновидности бункерабады для предварительного разогрева смеси, применяемые на строительной площадке, имеют, как правило, конструктивные недостатки (неравномерное распределение бетонной смеси между электродами и соответственно неравномерный ее разогрев, значительные контактное сопротивление, расход электроэнергии и др.).

Для анализа современного состояния уровня техники и совершенствования способов и устройств для предварительного разогрева смесей перед укладкой были проанализированы и классифицированы технологические решения по патентной и технической литературе СССР.

Было выявлено 101 авторское свидетельство по предварительному разогреву бетонной смеси, в том числе: 42 — на способы, 59 — на устройства. Наибольшее число авторских свидетельств выдано на устройства в 1972—1975 гг.; на способы — в 1969—1975 гг. Большинство предложенных устройств для разогрева бетонной смеси паром и электроэнергией заимствованы из ранее сложившейся технологии и выполнены в виде бетоносмесителей, ленточных конвейеров и шнеков, бетоноводов, лотков и вибрототков, различных емкостей (бадей, барабанов и т. п.).

Способы разогрева бетонной смеси для построечных и заводских условий можно классифицировать по виду теплоносителя, по моменту разогрева в стадийных процессах, по характеру производства разогрева, по способу передачи тепла, по степени организационной сложности.

По виду теплоносителя разогрев бетонной смеси осуществляют паром, электроэнергией, теплом от сгорания

газа, высокотемпературными теплоносителями. Паром в настоящее время разогревают бетонную смесь в заводских условиях в бетоносмесителях. Некоторые авторы предлагают разогревать смесь при перемещении к месту укладки, а также непосредственно в процессе ее укладки. Разогрев с помощью электроэнергии предложено осуществлять переменным током промышленной частоты, переменным током повышенной частоты, постоянным током переменной полярности, индукционно-вихревыми токами. Переменным током промышленной частоты бетонную смесь разогревают непосредственно при изготовлении в процессе ее перемещения к месту укладки, в процессе формирования и укладки, непосредственно в форме или опалубке. В настоящее время этот способ наиболее распространен и технологичен. Постоянным током переменной полярности смесь разогревают в обычном бункере. На корпус бункера и пластину-электрод подают знакопеременное напряжение постоянного тока с интервалом 5—6 с. Смесь разогревают до температуры 70—90°С в течение 15—25 мин. Можно использовать переменный ток высокой и повышенной частоты.

С помощью индукционно-вихревых токов предложено разогревать бетонную смесь в наклонных вибрототках во время транспортирования ее к месту укладки. Разогрев смеси паром и электроэнергией выполняют одновременно с вибрированием, вакуумированием, магнитной и ультразвуковой обработкой. Однако применение таких способов в настоящее время в заводских и построечных условиях затруднено из-за отсутствия типового оборудования и достаточно изученных приемов и режимов работы. Возможны способы разогрева бетонной смеси теплом от сгорания природного газа. Этот теплоноситель перспективен, например, для газоносных районов нашей страны. Можно применять высокотемпературные теплоносители в виде нагретых масел, эмульсий.

По моменту разогрева бетонную смесь подвергают тепловой обработке на всех стадиях — от постепенного смешивания подогретых компонентов до разогрева в опалубке либо в форме. На всех стадиях можно применять одно- или многократную виброобработку смеси для восстановления ее реологических свойств. Кратковременное

восстановление реологических свойств бетонной смеси позволяет снизить содержание воды при обеспечении необходимой удобоукладываемости.

По характеру производства разогрев бетонной смеси можно осуществлять в непрерывном и циклическом режимах. Выбор режима обуславливается особенностями технологии изготовления изделий и бетонирования конструкций. Предложено разогревать бетонную смесь электрическим током, проходящим между подвижными или неподвижными электродами. Кроме того, смесь можно разогревать через разделительную стенку, например паром или индукционно-вихревыми токами, путем контактной теплопередачи. В работах [1, 2] показана рациональность вибрирования электродов или бетонной смеси во время ее разогрева.

По организационной сложности способы предварительного разогрева бетонной смеси целесообразно разделять на простые, сложные и комплексные. Простыми способами выполняется один процесс — разогрев бетонной смеси одним теплоносителем; сложными способами — несколько процессов, например разогрев и вакуумирование или разогрев и виброобработка. Комплексными способами осуществляется поэтапная обработка бетонной смеси, например разогрев при обычном давлении, затем разогрев с повышенным давлением и изменением вида и напряженности тока.

Выбор способа разогрева и устройства для его осуществления диктуется технологической схемой изготовления изделий, производительностью линии и другими параметрами и должен решаться в каждом конкретном случае отдельно.

Недостатком предварительного пароразогрева является трудность обеспечения постоянного  $V/C$  бетонной смеси, а разогрева посредством электродов — постоянное их обрастание цементным раствором, что повышает контактное сопротивление и значительно увеличивает расход электроэнергии. Целесообразнее разогревать бетонную смесь контактным способом в движении, например в наклонных лотках индукционно-вихревыми токами либо токами высокой или сверхвысокой частоты. При этом способе процесс разогрева не зависит от состава смеси, потребление электроэнергии более равномерное, отсутствует контактное сопротивление и др.

По-видимому, более рационально разогревать бетонную смесь непосредственно у места укладки или во время формирования. Это позволит сократить тепло- и массопотери, облегчит укладку и уплотнение бетонных смесей в опалубочные формы.

#### Выводы

Технология бетонирования с предварительным разогревом бетонной смеси должна охватывать весь комплекс тех-

нологических вопросов: подбор составов бетона, выбор реологических свойств, режимов разогрева и последующего выдерживания; способов разогрева и устройств для его осуществления; проектирования эффективного и оптимального технологического процесса; рациональных способов изготовления железобетонных конструкций, с учетом специфики применяемой технологии и конструктивных особенностей изделий и конструкций и т. п.

Необходимо разработать руководство по технико-экономическому обоснованию технологии бетонирования монолитных конструкций и изготовления изделий в заводских условиях с учетом способов и устройств для разогрева смесей. В решении этого вопроса должна быть координация всех организаций, занимающихся этими проблемами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арбеньев А. С. Технология бетонирования с электроразогревом смеси. М., Стройиздат, 1975.
2. Крылов Б. А., Ли А. И. Форсированный электроразогрев бетона. М., Стройиздат, 1975.
3. Руководство по электротермообработке бетона. М., Стройиздат, 1974.
4. Руководство по пароразогреву бетонных смесей при производстве сборного железобетона. М., Стройиздат, 1978.

## Стандарты

УДК 691.327:539.376(083.74)

А. А. ГВОЗДЕВ, д-р техн. наук, проф.; Р. Л. СЕРЫХ, канд. техн. наук (НИИЖБ);  
Е. Н. ЩЕРБАКОВ, К. М. КАЦ, кандидаты техн. наук;  
Р. С. ОДИНЦОВ, инж. (ЦНИИС Минтрансстроя);  
Р. О. КРАСНОВСКИЙ, канд. техн. наук (ВНИИФТРИ Госстандарта СССР);  
В. А. БОГОСЛОВСКИЙ, инж. (Госстрой СССР)

## Методы определения деформаций усадки и ползучести бетонов

С 1 января 1982 г. вводится в действие новый ГОСТ 24544—81 «Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести». Стандарт распространяется на все виды бетонов, включая подвергающиеся в процессе эксплуатации нагреву, насыщению водой или нефтепродуктами. Такой ГОСТ разработан впервые.

За последние 30 лет в нашей стране накоплены экспериментальные данные по ползучести и усадке бетонов. Однако различная методика исследований, условия проведения экспериментов, а также отсутствие данных о некоторых характеристиках бетона и его компонентов не позволяют выполнить сравнительный анализ и обобщить получен-

ные результаты, оценив их достоверность. Поскольку определение деформаций усадки и ползучести связано с трудоемкими испытаниями, требующими длительного времени и специального оборудования, подобная потеря информации крайне нежелательна.

В связи с появлением новых разновидностей бетонов, обладающих специфическими особенностями, особенно важен единый подход к оценке качества таких бетонов. Основной целью создания ГОСТ 24544—81 является унификация методик исследования и обработки результатов при определении деформаций усадки и ползучести.

В настоящее время характеристики усадки и ползучести бетона ГОСТами

и рабочими чертежами не регламентируются и в построечных условиях не контролируются. Они учитываются только при расчете конструкций и сооружений на стадии проектирования. Унификация методики определения деформаций усадки и ползучести необходима в первую очередь для научно-исследовательских работ и последующего обобщения экспериментальных данных для норм проектирования. ГОСТ 24544—81 можно отнести к опережающим, так как он регламентирует методы, которые в настоящее время применяются в основном для исследовательских работ, и только в будущем будут широко использоваться в производственной практике.



Данные о деформациях усадки и ползучести бетона, приведенные в действующих нормативных документах и используемые в расчетах конструкций, относятся в основном к обычным тяжелым бетонам. Однако повысить эксплуатационную надежность и снизить материалоемкость железобетонных конструкций на основе уточнения их расчетов можно только при наличии данных о большинстве значащих факторов, определяющих усадку и ползучесть различных бетонов. Одной из форм накопления служит банк стандартных справочных данных, собираемый в рамках государственной службы стандартных справочных данных. В нем содержатся результаты экспериментальных исследований, проводимых в научно-исследовательских и производственных лабораториях с применением унифицированных методов. Новый ГОСТ 24544—81 обеспечит успешное проведение этой работы в области длительных деформаций бетонов.

На стадии научно-исследовательских работ невозможно учесть, для какой конкретно конструкции будут впоследствии использованы результаты экспериментов, поэтому определение деформаций усадки и ползучести бетона нецелесообразно привязывать к конкретному сооружению и условиям его эксплуатации. Исходя из этого стандарт предусматривает определенную формализацию основных условий эксперимента. Это необходимо и для контроля качества бетона в заводских лабораториях. Стандарт не исключает возможности проведения исследований применительно к конкретным условиям (отличным от стандартных) с использованием соответствующего оборудования, опытных образцов и т. д. Однако в этих случаях для сравнительной оценки полученных результатов необходимо проводить параллельные эксперименты и по стандартной методике.

По структуре ГОСТ 24544—81 состоит из шести разделов и пяти приложений. В разделе «Методы отбора и изготовления образцов» установлено, что для определения усадки и ползучести используют образцы только из бетонной смеси. Образцы, выпиленные или выбуренные из эксплуатируемых конструкций, нельзя считать стандартными, поскольку невозможно учесть пред историю их загрузки, которая влияет на результаты определения ползучести бетона. Исключение составляют образцы из ячеистого бетона, которые можно высверливать или выпиливать из специально изготовленных контрольных блоков.

Деформации усадки и ползучести следует определять на образцах-призмах с размером ребра основания 40, 70, 100, 150 и 200 мм и отношением его к высоте призмы, равным 1:4, не гидроизолированных от естественного влагообмена с окружающей средой. Для предотвращения неконтролируемого испарения влаги через торцевые поверхности образцов (при неплотном прилегании их к плитам нагружающего устройства) на них наклеивают металлические пластинки. Размеры образцов выбирают в зависимости от наибольшей крупности заполнителя в пробе бетонной смеси в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78.

В том же разделе регламентируется число образцов для испытания на ползучесть и усадку. При этом отмечается, что все образцы одной серии (включая образцы-кубы для определения прочности) с момента изготовления необходимо хранить в одинаковых температурно-влажностных условиях. При определении только усадки бетона образцы вплоть до начала испытания следует хранить в условиях, исключающих возможность испарения влаги из бетона. Методика отбора, изготовления и хранения образцов принята по ГОСТ 10180—78.

В разделе «Оборудование, приборы и материалы» приведены принципиальные схемы нагружающих устройств и требования к испытательному оборудованию. Стандарт предлагает определять длительные деформации на специальных установках и измерять их стационарно установленными приборами. Использование переносных деформметров не предусмотрено, поскольку это может вносить большую погрешность в результаты измерений.

Предлагается использовать четыре основных типа испытательного оборудования для определения деформаций ползучести: рычажное (с неравноплечным рычагом), позволяющее с достаточно высокой точностью поддерживать постоянство нагрузки, а также определять деформации ползучести при нагреве образцов; пневмогидравлическое, позволяющее автоматически контролировать нагрузку, действующую на образец, и требующее для размещения меньшей площади по сравнению с рычажным оборудованием; пружинно-гидравлическое, которое благодаря малым габаритам можно использовать при определении деформаций ползучести бетона в различных (в том числе и переменных) условиях окружающей среды. Наряду с этим можно использовать широко распространенное в настоящее время пружинное испытательное оборудование.

Указания по оснащению образцов для испытаний измерительными приборами, контролю прочности бетона по ГОСТ 10180—78 и ГОСТ 24452—80 приведены в разделе «Подготовка к испытаниям». Методика подготовки образцов из ячеистого бетона для определения усадки принята аналогично ГОСТ 12852—77.

В разделе «Проведение испытаний» регламентированы условия испытаний, которые согласуются со стандартами СЭВ, рекомендациями РИЛЕМ Р 12 и СН 365-67. Испытания проводят в специальном помещении, с постоянной температурой и относительной влажностью воздуха ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  и  $60 \pm 5\%$ ). Образцы загружают для испытания на ползучесть при достижении бетоном проектной марки по прочности на сжатие (как правило, в возрасте 28 сут). При этом напряжение в образце должно составлять  $0,3 \pm 0,005$  при изменной прочности бетона в момент загрузки, определяемой ГОСТ 24452—80. Регламентируются сроки наблюдения; так при определении только деформаций усадки измерение следует начинать не позже, чем через 4 ч после расплубливания образцов при общей продолжительности наблюдения 120 сут. Однако если три

последовательных измерения показывают приращение деформаций, не превышающее погрешности измерительных приборов, испытания можно прекратить до этого срока. Продолжительность испытания при определении деформаций ползучести должна быть не менее 180 сут. Это связано с тем, что скорость нарастания деформаций усадки и ползучести к этим срокам, как правило, заметно затухает. На незагруженных образцах-близнецах деформации усадки следует измерять одновременно с деформациями ползучести. При этом начальный отсчет деформаций усадки необходимо производить непосредственно после загрузки образцов на ползучесть. Продолжительность испытания при определении деформаций ползучести при нагреве и температурной усадке должна быть не менее 60 сут.

В разделе «Обработка результатов» приведены формулы для вычисления относительных деформаций усадки и ползучести. По их средним значениям строят графики, позволяющие экстраполировать результаты измерений и определять предельные деформации графоаналитическим способом, изложенным в прил. 4.

Результаты экстраполяции можно использовать как для расчетного определения деформаций в любой промежуточный момент времени, так и для сроков, превышающих продолжительность испытаний. Соответствующие формулы приведены в стандарте.

Ввиду того, что испытания можно проводить на образцах, отличных от базового, в стандарте приведены среднестатистические переходные коэффициенты, учитывающие влияние размера образца на деформации усадки и ползучести. Указанные коэффициенты вводят только к предельным деформациям.

В разделе «Требования безопасности труда» приведены основные мероприятия, обеспечивающие безопасное проведение испытаний.

Обязательное прил. 1 предусматривает требования к методам определения деформаций усадки и ползучести бетона при нагреве, а также отражает специфику подготовки образцов к проведению подобных испытаний.

Для повышения эффективности анализа и обобщения результатов экспериментов в обязательном прил. 2 приведен перечень данных, характеризующих свойства цемента, заполнителя, бетонной смеси и бетона, которые необходимо дополнительно фиксировать при проведении испытаний. Форма журнала для записи результатов измерений указана в прил. 3. В справочном прил. 5 приведены основные термины стандарта и их определения.

Применение единых методов испытаний позволит получать достоверные и сопоставимые результаты измерения длительных деформаций, существенно облегчит накопление, обработку и анализ экспериментальных данных, повысит надежность прогнозирования и нормирования деформаций различных видов бетона. Учет этих данных в расчетах позволит повысить в конечном счете технико-экономические показатели железобетонных конструкций, добиться экономии бетона и арматуры.

УДК 666.97.033(480)

## Кассетные установки для изготовления железобетонных изделий

В нашей стране действует около 6000 кассетных установок с годовым объемом производства 9 млн. м<sup>3</sup>. Однако они характеризуются высокой металлоемкостью, длительностью режимов тепловой обработки, сложностью обслуживания.

Интересны конструкции кассетных установок, разработанные финской фирмой «Партек». Они предназначены для изготовления изделий домостроения широкой номенклатуры — панелей внутренних стен и перекрытий, вентиляционных блоков, элементов для сборки балконов и др. В зависимости от условий и назначения установки могут иметь различное число формовочных полостей с широким диапазоном размеров высотой 2,8; 3, 3,2 и 3,6 м и длиной от 4 до 3 м с шагом 0,5 м. Наиболее распространены формы размером 2,8×7,5 м. Компонировочно установки можно выполнять в виде одно- или двусторонних стендовых форм с числом полостей 6, 10, 6+6 и 10+10, либо установок непрерывного формования с 50 и выше промежуточными полостями, представляющими собой члечные кассетно-конвейерные линии.

Кассетные установки (рис. 1) состоят из жестких опорных стенок и промежуточных перегородок, установленных на роликовые опоры. Элементы форм фиксируются в проектном положении перед бетонированием с помощью тяговых штанг, приводимых в движение гидравлическими цилиндрами. Гидравлическая система оборудована автоматом для поддержания давления в заданных пределах. Сверху установки снабжены мостиками и трапами обслуживания. В двусторонних установках средняя опорная стенка неподвижна. Промежуточные перегородки и наружные опорные стенки сварены из профилированной стали и обшиты обкатанным и отшлифованным стальным листом. Оснастка форм выполняется с учетом толщины и размеров изделий. Положение нижних и боковых бортовых элементов можно регулировать бесступенчато. Роликовые опоры перемещаемых стенок соединены сквозными валами с насаженными на них шестернями, входящими в зацепление с зубчатыми рейками, приваренными к поверхности направляющих шин. Промежуточные перегородки и опорная стенка передвигаются одним человеком с помощью специального храповикового ключа. Наличие сквозного вала в перемещаемых стенках исключает их перекос в процессе распалубки и образование в изделиях трещин.

Кассетные установки располагают в линии так, чтобы плоскости разделительных стенок были перпендикулярны к продольной оси пролета. Над установ-

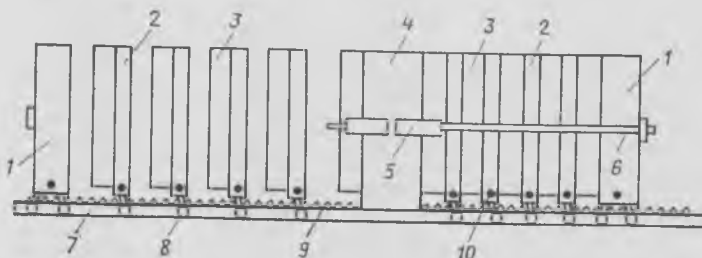


Рис. 1. Двусторонняя кассетная установка  
1 — подвижная опорная стенка; 2 — промежуточная перегородка; 3 — бортовая стенка; 4 — неподвижная опорная стенка; 5 — гидроцилиндр; 6 — тяговая штанга; 7 — направляющая шина; 8 — роликовая опора; 9 — зубчатая рейка; 10 — сквозной вал с зубчатыми шестернями

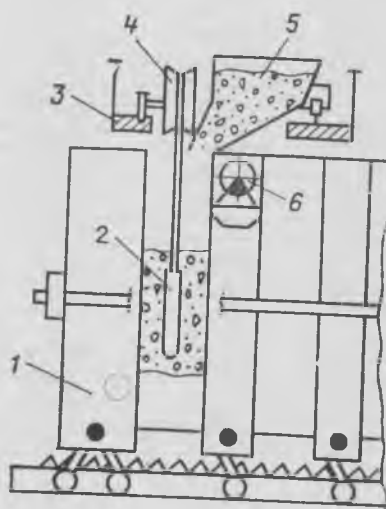


Рис. 2. Схема укладки и уплотнения бетонной смеси

1 — кассетная форма; 2 — глубинный вибратор; 3 — порталное устройство; 4 — механизм подъема и погружения глубинного вибратора; 5 — бункер-раздатчик бетонной смеси; 6 — стационарный прикрепляемый вибратор

ками перемещается порталное устройство, оборудованное раздаточным бункером для подачи бетонной смеси в формовочные полости. Смесь от бетоно-смесительного узла к месту формования доставляется самоходными бункерами по подвесным закольцованным рельсовым путям, далее перегружается в раздаточный бункер, который перемещается в поперечном направлении на порталном устройстве. В процессе формования смесь уплотняется стационарными или глубинными вибраторами (рис. 2). Высокочастотные вибраторы (с частотой 6000—9000 кол/мин) устанавливают в верхней части промежуточных перегородок по три на каждой. При необходимости их можно устанавливать и на нижних бортах. Управление вибраторами сосредоточено на посту, расположенном на площадке обслуживания. При

использовании глубинных вибраторов их перемещают специальными механизмами, расположенными на порталном устройстве.

Термообработка осуществляется путем контактного обогрева через обогреваемые промежуточные перегородки и опорные стенки. В качестве теплоносителя можно использовать горячую воду, пар или масло. Обогревательная трубопроводка встроена внутри перегородок и стен. Подающие и обратные шланги подключаются к распределительным трубам с учетом резерва по длине для перемещения перегородок и стен, или с помощью быстростыкуемого штуцера, закрывающегося при разъединенном положении соединителя.

В отличие от одиночных и спаренных стендовых установок, кассетные установки непрерывного формования (рис. 3) могут иметь свыше 50 промежуточных полостей. Установка разделена на секторы, состоящие из 5—6 формовочных полостей, которые можно зажимать самостоятельно, последовательно один за другим. Установки имеют промежуточные перегородки и опорные стенки усиленной конструкции. Каждая пятая или

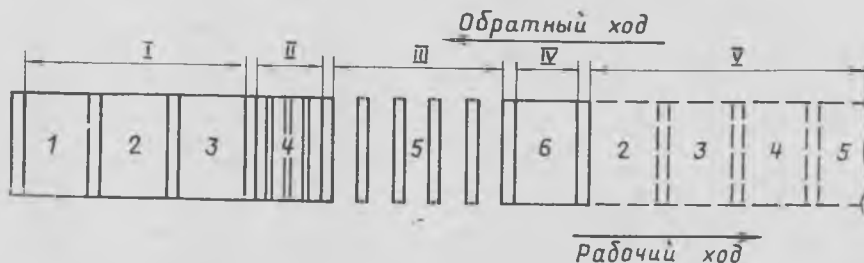


Рис. 3. Схема кассетной установки непрерывного формования  
I и V — зоны термообработки; II — зоны остывания; III — зона распалубки, чистки, смазки и установки арматурных каркасов; IV — зона формования

шестая из перегородок выполняет функции опорной стенки и снабжена гидравлической системой для закрывания секции, установленной на ее торце. Формы имеют специальные ограничители открывания, используемые при частичной раздвижке перегородок в процессе охлаждения изделий той или иной секции.

Технологический процесс изготовления изделий в установках непрерывного действия осуществляется следующим образом. Один из секторов формы разбирается, производится распалубка изделий, чистка полостей, смазка и армирование. Затем сектор запирается и весь пакет перекачивается на шаг, после чего начинается формирование подготовленного сектора. Одновременно разбирается и подготавливается предыдущий сектор, после чего пакет перекачивается опять на шаг и подготовленный сектор устанавливается в зоне формирования. После формирования последнего сектора весь пакет перекачивается в исходное положение и процесс повторяется.

Бетонную смесь уплотняют глубинными вибраторами с приводом вертикального хода, установленным на порталной установке. Теплоноситель для термообработки подключается штуцерами отдельно для каждого сектора сразу же после формирования. Число секторов в установке определяется в зависимости от продолжительности технологических операций (в основном термообработки) так, чтобы после формирования последнего сектора можно было распалубить первый.

Кассетные установки отличаются простотой конструкции, удобством обслуживания и возможностью получения изделий с высокой точностью размеров и гладкими поверхностями: благодаря точности изготовления узлов и шлифовки рабочих поверхностей формовочных отсеков. Обогрев промежуточных перегородок позволяет на 30—40% сократить цикл термообработки и тем самым повысить производительность оборудования. В процессе сборки пакета усилие обжатия замыкается на наружных опорных стенках, что позволило отказаться от металлоемких силовых распалубочных машин.

Эффективна и система подачи бетонной смеси самоходными бункерами по подвесным рельсовым путям, а также использование порталного устройства с бункером—раздатчиком бетонной смеси и устройством для поперужения и подъема глубинных вибраторов. Высококачественные вибраторы (стационарные и глубинные) способствуют лучшему уплотнению бетонных смесей и получению изделий с чистыми лицевыми поверхностями. При использовании установок непрерывного формирования посты распалубки, подготовки и армирования полостей, а также формирования стационарны, что значительно упрощает производственный процесс и способствует повышению производительности.

Конструктивные и технологические особенности кассетных установок фирмы «Партек» можно использовать при модернизации существующего и создании нового отечественного оборудования.

**Е. З. АКСЕЛЬРОД,  
С. П. РАДОШЕВИЧ,**  
кандидаты техн. наук

## Пути сокращения трудозатрат в строительстве

В апреле с. г. состоялась Московская областная научно-практическая конференция «Сокращение трудовых затрат на стройке на основе внедрения достижений научно-технического прогресса в строительном производстве в свете решений XXVI съезда КПСС». Основной доклад был сделан секретарем МК КПСС И. Е. Ключковым. С обсуждением доклада на общем заседании и заседаниях по секциям выступили около 40 человек, представляющих коллективы строительных, промышленных, проектных и научно-исследовательских организаций.

Отмечалось, что строительными организациями, предприятиями строительных материалов области на основе творческого содружества с ведущими научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро страны проводится значительная работа по внедрению в практику строительства ряда научно-технических разработок, передового опыта, изобретений и рационализаторских предложений, направленных на обеспечение дальнейшего технического прогресса в строительном производстве.

К настоящему времени в системе Главмособлстрой создана мощная база строительной индустрии, в составе которой 10 домостроительных комбинатов, 3 сельских строительных комбината, десятки промышленных предприятий по выпуску сборных железобетонных конструкций. Накоплен немалый опыт по расширению области применения сборных железобетонных конструкций, совершенствованию технологии изготовления деталей и повышению их заводской готовности. Удельный вес полносборного домостроения по Главмособлстрою в 1980 г. составил 67%. Большинство домостроительных комбинатов переведено на выпуск домов по новым проектам, или освоен выпуск объемных лифтовых шахт, объемных балконов, комплексных панелей перекрытий и других прогрессивных конструкций.

Осуществляется серийное производство полносборных газораспределительных пунктов, трансформаторных подстанций с воздушным вводом, санитарно-технических кабин. Начат выпуск деталей для сборных железобетонных водонапорных башен. В значительных объемах изготавливаются напряженно-армированные конструкции, несущие и ограждающие элементы из легкого бетона (в том числе из ячеистого). При выполнении конструкций из

монолитного железобетона используется опалубка из стеклопластика.

Важная работа проведена трестом Мособлсельстрой № 24 совместно с Мосгипронисельстроем по созданию проектов, освоению производства и монтажу животноводческих помещений с максимальной степенью сборности основных конструкций. Удалось создать проект унифицированных животноводческих помещений с единым пролетом. При разработке проекта достигнуто укрупнение большинства элементов, осуществлен переход на сборные конструкции по основным конструктивным элементам, что позволило повысить уровень сборности до 82%, сократить номенклатуру деталей в 2—2,5 раза.

В то же время многие строительные организации области обеспечили выполнения заданий по ряду технико-экономических показателей, в том числе по повышению производительности труда. Особое значение этот вопрос приобретает в связи с сокращением возможностей дальнейшего привлечения трудовых ресурсов в сферу строительства.

Рассматривая пути сокращения трудовых затрат на строительных площадках, областная научно-практическая конференция рекомендовала разработать комплексные планы технического прогресса, предусмотрев в них конкретные мероприятия, обеспечивающие значительное повышение производительности труда, экономии трудовых затрат в условиях строительной площадки. В решении этих задач важная роль отведена дальнейшему повышению уровня сборности зданий и сооружений, индустриализации конструкций и деталей, совершенствованию заводской технологии производства деталей, повышению их заводской готовности, сокращению трудоемких процессов на заводах и стройках.

В текущей пятилетке предусматривается завершить перевод всех домостроительных комбинатов на строительство крупнопанельных домов по новым проектам, с улучшенными архитектурно-планировочными и конструктивными решениями; осуществить перевод сельских строительных комбинатов на выпуск унифицированных полносборных животноводческих помещений с применением рамных конструкций.

В решении конференции намечено довести уровень полносборного строительства в 1985 г. в целом по Главмособлстрою до 75%, в том числе про-

мышенное и сельскохозяйственное производственное строительство — до 90%. Будут осуществлены мероприятия по обеспечению выпуска пустотного настила с полной отделкой потолочной поверхности в заводских условиях, исключая необходимость доводки поверхностей на стройке «под окраску»; комплексных плит покрытий размером 6×3 м с эффективным утеплителем высокой заводской готовности; укрупненных железобетонных конструкций по серии ИИ-04 (колонны на 2—4 этажа и пустотных настилов длиной 9 м); пескобетонных тротуарных и бетонных мозаичных плит на автоматизированных линиях.

Намечено значительное увеличение выпуска полносборных 9-этажных общежитий вместо кирпичных (на каждом здании достигается экономия 1500 чел.-дн.). При их возведении приме-

няется новый метод монтажа — укрупнение плоских элементов в пространственные блоки массой 10—13 т непосредственно на строительной площадке. Будет осуществляться переход на строительство жилых домов с полупроходным «теплым» чердаком из сборных индустриальных панелей. В заводской технологии планируется дальнейшее расширение конвейерного производства панелей наружных стен и перекрытий на унифицированных поддонах.

В целях снижения трудовых затрат будет увеличен выпуск панелей наружных стен с наиболее долговечными видами фасадной отделки (керамической крупноразмерной плиткой, обнаженным тяжелого бетона, кремнийорганическими эмалями); комплексных трехслойных панелей перекрытий, верхняя поверхность которых является

основанием под чистые полы (из линолеума или мозаичного паркета).

Проведение дальнейшей унификации деталей для домов различной этажности позволит повысить серийность изделий, сократить ежедневные переналадки металлоформ на конвейерных линиях, снизить трудовые затраты при изготовлении.

Комплекса намеченных мероприятий должен обеспечить запланированный рост производительности труда в нынешней пятилетке. Большая доля этого роста ожидается от внедрения индустриальных конструкций и деталей полной заводской готовности (намечено снижение трудозатрат на 332,2 тыс. чел.-дн., или условное высвобождение более 1400 рабочих).

С. И. СИМЕНКО, инж.

УДК 691.327:666.9—128.061.3

## Семинар по мелкозернистым бетонам

Научно-технический семинар на тему «Особенности технологии, конструкций и рациональные области применения изделий из мелкозернистого бетона» провели в феврале 1981 г. секция «Железобетонные конструкции и строительные материалы» МДИТП им. Ф. Э. Дзержинского, Главмоспромстройматериалы, НИЛ ФХММ и ТП, НИИЖБ, ВНИИЖелезобетон, ВНИИЭСМ, Гидропроект им. С. Я. Жука, МГП НТО стройиндустрии. В работе семинара приняли участие свыше 200 специалистов из 60 организаций страны. Было заслушано 26 докладов и 4 сообщения, из них 20 докладов были посвящены опыту изготовления и применения мелкозернистых бетонов.

В последние годы для изготовления конструкций в жилищном, промышленном, дорожном, гидротехническом, сельскохозяйственном строительстве используют мелкозернистые (песчаные) бетоны. Их применение объясняется недостатком крупного заполнителя в ряде районов страны, и прежде всего высокопрочного щебня для бетонов высших марок.

Отсутствие крупного заполнителя в песчаном бетоне позволяет по-новому и более эффективно решать вопросы изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий и технологии монолитного бетона и создавать более эффективные тонкостенные конструкции.

Получили распространение обычные мелкозернистые бетоны, приготовляемые на типовом оборудовании, и изготовленные по обычным технологиям изделия из них, в том числе на Вологодском заводе ЖБИ (фундаментные блоки, пустотелые плиты перекрытий, пли-

ты ПКЖ, трубы и другие изделия), в тресте Северогазстрой Миннефтегазстрой в г. Надыме (фундаменты под здания), на Чебоксарской ГЭС (блоки судоходного шлюза) и др.

Наряду с этим более широко применяется производство высокопрочных и морозостойких изделий из песчаного бетона с использованием нестандартного оборудования.

На основании комплексных исследований, выполненных в НИЛ ФХММ и ТП, впервые в отечественной практике коллективами ряда предприятий и организаций Главмоспромстройматериалов разработаны и внедрены механизированные технологические линии по производству высококачественных изделий из песчаного бетона для дорожного строительства методом вибропрессования. В числе этих изделий — бортовые камни, газонные камни, тротуарные плиты размером 375×375 и 500×500 мм, фигурные элементы. Разработанные технологические линии (с комплектом оборудования) представляют собой совершенное оборудование, исключющее ручные операции.

Дорожные изделия из песчаного бетона, выпускаемые по этой технологии на ЭБПБ и заводе ЖБИ № 17, удостоены государственного Знака качества.

Положительный опыт эксплуатации этих технологических линий, обеспечивающих высокое качество выпускаемых изделий, вызывает широкий интерес различных организаций страны. В настоящее время на технологических линиях по проекту НИЛ ФХММ и ТП организовано производство дорожных изделий в гг. Буньково, Клайпеда,

Кемерово, Вильнюс, Каунас, Кретинга, Тула, Ступино. Общая проектная мощность этих линий составляет около 1 млн. м<sup>2</sup> покрытий в год.

Положительный опыт накоплен коллективом Республиканского ремстройтреста Минкомхоза Литовской ССР по освоению производства тротуарных плит из песчаного бетона, а также опыт механизированной укладки их в покрытиях тротуаров. Трест разработал и впервые в СССР изготовил и применил машину для механизированной укладки одновременно трех плит размером 500×500 мм на готовое основание.

По разработкам НИЛ ФХММ и ТП в короткие сроки на заводе ЖБК в г. Кретинге организовано производство дорожных изделий широкой номенклатуры методом роликового формования. НИИЖБ накопил опыт применения песчаного бетона в монолитном и сборном строительстве; ГипродорНИИ и др. — использования в песчаных бетонах шлаков, золы и шлама; ЦНИИОМТП — опыт укладки монолитного песчаного бетона; Главленинградстрой — дисперсного армирования изделий из песчаного бетона; институт ЛИСИ — опыт применения виброоборудования ударного типа; ВНИИЖелезобетон — использования песчаного бетона в напорных трубах с металлическим цилиндром и др.

Расширению применения мелкозернистых бетонов способствовал выход в свет Рекомендаций по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из мелкозернистых бетонов, разработанных НИИЖБ, а также свы-

ше 30 ведомственных нормативных документов, разработанных НИИЖБ, НИЛ ФХММ и ТП, ВНИИЖелезобетоном, ЭКБ Миннефтегазстроя, СоюздорНИИ и др.

Расчеты показывают, что использование песчаного бетона вместо бетона на гранитном щебне позволяет экономить только на сырьевых материалах 7—8 р/м<sup>3</sup>, а вместо бетона на карбонатном щебне — 2—3 р/м<sup>3</sup>. Экономическая эффективность 1 м<sup>3</sup> изделий из песчаного бетона для дорожного строительства с учетом затрат на производство, строительство и эксплуатационных составляет 35—40 р. Кроме того, значительно сокращаются транспортные расходы. Только в системе Главмоспромстройматериалов реализация разработок позволит довести к 1985 г. объем производства высококачественных дорожных и других изде-

лий из песчаного бетона до 450 тыс. м<sup>3</sup> и получить экономию около 2—3 млн. р. в год.

Паряду с экономической эффективностью применение мелкозернистого бетона позволяет решить и важную экологическую задачу. Известно, что при добыче щебня меняются рельеф местности, микроклимат, среда обитания животных и растений, а также условия жизни и отдыха людей.

На семинаре были указаны и недостатки в массовом применении мелкозернистых бетонов. Недостаточно изучены особенности физико-механических характеристик песчаного бетона. Слабо ведутся конструкторские разработки и подготовка технико-экономических исследований по эффективности таких бетонов в различных районах страны. Отстают разработки нового оборудования, до сих пор не разработаны всеобщие типовые нормы расхода це-

мента при изготовлении мелкозернистых бетонов и т. д.

Семинар рекомендовал министерствам использовать опыт организаций и предприятий по производству дорожных изделий из песчаного бетона методом вибропрессования и роликового формования, по использованию песчаного бетона в гражданском и промышленном строительстве, по механизированной укладке плит в дорожном строительстве.

Внимание проектных, научно-исследовательских и других организаций обращено на решение всех вопросов, связанных со скорейшим внедрением песчаного бетона, централизованным изготовлением вибропрессующего и вспомогательного оборудования.

**А. М. ГОРШКОВ**, канд. техн. наук;  
**С. Л. ОГАНЕСЯНЦ**, инж.  
(НИЛ ФХММ и ТП)

УДК 693.54(213)

## Технология бетонных работ в условиях сухого жаркого климата

В октябре 1980 г. в Ташкенте прошло III Всесоюзное совещание на указанную выше тему, созванное секцией тяжелых бетонов и методов тепловой обработки Совета по координации научно-исследовательских работ в области бетона и железобетона при НИИЖБ, НИИЖБ, Госстроем УзССР, Минсельстроем УзССР, ТашИИТ и Узбекским Республиканским правлением НТО строительной индустрии. В работе совещания приняли участие 266 человек, представляющих 86 организаций из 9 республик Союза.

Было заслушано и обсуждено три основных доклада («Твердение бетона в условиях сухого жаркого климата», «Проблемы и перспективы технологии бетона в Узбекской ССР» и «Новые аспекты технологии бетонирования монолитных протяженных конструкций и сооружений в различных климатических условиях»), 38 сообщений ведущих ученых в области теории и технологии бетона в условиях сухого жаркого климата, проектировщиков и строителей и 11 выступлений по различным вопросам проблемы. Часть материалов совещания была опубликована отдельным сборником.\*

Отмечалось, что в соответствии с координационным планом, принятым на II совещании, были разработаны и изданы нормативно-инструктивные документы: глава СНиП III-15-76 (раздел «Особенности производства бетонных работ в жаркую и сухую погоду» включен в СНиП впервые); «Руководство по производству бетонных работ в условиях сухого жаркого климата» (М., 1977) и

«Инструкция по производству бетонных работ при изготовлении монолитных и сборных конструкций и изделий в жаркую и сухую погоду» ВСН 65.79-78 (Минпромстрой СССР, М., 1978). Кроме того, были изданы республиканские строительные нормы РСН 90-77 «Технические указания по тепловлажностной обработке бетонных и железобетонных изделий и последующему уходу за ними на заводах и полигонах в условиях сухого жаркого климата» (Ташкент, 1977) и «Руководство по производству бетонных работ» (М., 1975).

За годы, прошедшие после II совещания, разработаны эффективные мероприятия, способствующие снижению неблагоприятного влияния условий сухого жаркого климата на бетон и приводящие к повышению качества и снижению стоимости изделий и конструкций. К ним относятся новые способы использования солнечной энергии для ускорения твердения бетона; ухода за бетоном при устройстве монолитных облицовок каналов с применением инвентарных термовлагоизоляционных покрытий (ИТВП), новых пленкообразующих составов и др.; применение суперпластификаторов и других эффективных добавок; новые способы ускоренного твердения бетона при точном бетонировании монолитных конструкций и сооружений по единому круглогодичному технологическому циклу и др. Однако эти мероприятия, прошедшие производственную апробацию на заводах и стройках страны и показавшие положительный эффект, пока еще не имеют достаточно широкого применения. Медленно реализуются на практике и эффективные технологические мероприятия, разработанные прежде и регламентированные нормативными документами.

По теории и технологии бетонирования монолитных и сборных конструкций намечено расширить объем исследований по изучению физических процессов, происходящих в бетонах в начальный период твердения, уделяя особое внимание пластической усадке бетона и механизму нарушения формирующейся структуры цементного камня, раствора и бетона при ее протекании; процессов гидратации, структурообразования и твердения цементного камня, раствора и бетона с разработкой новых методов их оценки; процессов тепло- и массопереноса в бетонах, твердеющих и эксплуатирующихся при различных условиях среды; технологии бетонирования протяженных конструкций и сооружений с целью повышения ее эффективности; особенностей твердения бетонов и их свойств на новых видах цементов, в том числе на алинитовых и напрягающих; влияния различных химических добавок (в том числе суперпластификаторов) на твердение и свойства бетонов; эффективности различных методов термообработки (в том числе электротермообработки) бетона на основе рационального использования энергоресурсов; новых путей снижения расхода энергоресурсов при производстве сборного и монолитного бетона и железобетона; особенностей зимнего бетонирования в районах сухого жаркого климата.

Одним из основных направлений научно-исследовательских работ в одиннадцатой пятилетке будет проблема использования солнечной энергии для ускорения твердения бетона. В связи с этим необходимо исследовать, разработать и внедрить в производство новые эффективные способы выдерживания монолитного и сборного бетона с использовани-

\* Технология бетонных работ в условиях сухого жаркого климата. М., НИИЖБ, 1979.

ем солнечной энергии для ускоренного твердения его в различных погодноклиматических условиях с целью экономии топливно-энергетических ресурсов и повышения качества бетона; а также эффективные гелиотехнические устройства для ускоренного твердения бетона.

На базе проведенных ранее исследований намечено разработать и внедрить в производство способы ухода за бетоном дорожных и аэродромных покрытий с применением депрессоров испарения, эффективных пленкообразующих составов и специальных эмульсий; способы ухода за бетоном облицовок оросительных каналов с применением новых пленкообразующих составов, специальных эмульсий, усовершенствованных ИТВП и т. д.; технологию поточного бетонирования монолитных протяженных конструкций и сооружений по единому круглогодичному технологическому циклу.

При исследовании физико-механических свойств и долговечности бетона необходимо разработать комплексные мероприятия по повышению качества и долговечности бетона, эксплуатирующегося в районах сухого жаркого климата; изучить температурно-влажностные напряжения в бетонах, усадочные явления и другие факторы, определяющие их трещиностойкость; термоморозостойкость бетона как один из критериев оценки долговечности и технологические факторы, ее определяющие; влияние технологических факторов на термостойкость бетона, а также создать новые критерии оценки его долговечности в районах с сухим жарким климатом, учитывающие комплексное воздействие климатических условий на структуру и свойства бетона.

В резолюции совещания принято ре-

шение о переработке раздела «Особенности производства бетонных работ в жаркую и сухую погоду» главы СНиП III-15-76 с учетом результатов отечественных и зарубежных исследований последних лет и обобщения производственного опыта. В развитие этой главы СНиП намечено переиздание «Руководства по производству бетонных работ в условиях сухого жаркого климата» тиражом, обеспечивающим потребности всех организаций, работающих в этой области.

Участники совещания рекомендовали к широкому производственному внедрению новые способы использования солнечной энергии для ускорения твердения бетона, разработанные НИИЖБ, ВНИПИТеплопроектом, Минсельстроем УзССР и Минводхозом УзССР; уход за бетоном при устройстве монолитных облицовок каналов малопроизводительными бетоноукладочными комплексами (до 20—25 м<sup>3</sup>/ч) с применением ИТВП, которые впервые широко использованы на строительных объектах Минводхоза УзССР; уход за бетоном при поточно-скоростной технологии с применением Э-КЧ-47 и других эффективных пленкообразующих материалов; применение суперпластификаторов и других эффективных добавок в технологии сборного и монолитного бетона и железобетона; применение замедлителей сроков схватывания цементного теста (кормовой сахарной патоки и др.) в сочетании с другими добавками для обеспечения транспортирования бетонной смеси на большие расстояния (30—50 км); новые способы ускоренного твердения бетона при поточном бетонировании протяженных конструкций и сооружений по единому круглогодично-

му технологическому циклу, разработанные ВНИПИТеплопроектом и НИИЖБ; способ изготовления железобетонных изделий с повышенной водонепроницаемостью под пригрузом в термопакетах, впервые успешно примененный на заводе ЖБИ № 2 Минстроя УзССР.

Был обсужден и принят план координации научно-исследовательских работ на 1981—1985 гг. Рекомендовано также осуществить мероприятия, направленные на дальнейшее развитие научно-исследовательских работ, повышение квалификации рабочих и ИТР, занимающихся бетонированием в условиях сухого жаркого климата, а также пропаганду результатов научных исследований, в частности укрепить лабораторно-экспериментальную базу институтов, проводящих исследование по бетонированию в условиях сухого жаркого климата и в первую очередь НИИЖБ, ВНИПИТеплопроекта, ЦНИИОМТП, НПО «Солнце» АН ТССР, Института сейсмостойкого строительства ТССР, НИИСтромпроекта (Ташкент), ТашИИТ, ТашПИ; расширить издание научно-технической литературы по бетонированию в условиях сухого жаркого климата, а также периодически освещать и обсуждать эти вопросы на страницах строительных газет и журналов.

Реализация рекомендаций совещания обеспечит значительный народнохозяйственный эффект и повысит общий технический уровень капитального строительства.

**Е. Н. МАЛИНСКИЙ,**  
канд. техн. наук,  
член Оргкомитета

## Сессия Национального комитета СССР ФИП

Новым задачам на одиннадцатую пятилетку, связанным с применением предварительно-напряженных железобетонных конструкций в промышленном строительстве, посвятила свою работу состоявшаяся в декабре 1981 г. в Ленинграде ежегодная сессия Национального комитета СССР ФИП. В работе сессии приняли участие свыше 70 специалистов из Москвы, Ленинграда, Киева, Минска, Тбилиси, Таллина, Баку, Вильнюса, Калининграда, Львова, Казани, Куйбышева, Самарканда и Хабаровска.

В программу работы сессии включены следующие вопросы:

информация о решении коллегии Госстроя СССР по перспективному преднапряженным конструкциям для промышленного строительства в XI пятилетке; сообщения о новых разработках от-

дельных преднапряженных железобетонных конструкций и технологии их изготовления;

обсуждение итогов работы симпозиумов ФИП в Бухаресте (сентябрь 1980 г.);

Сообщение о работе 26 съезда Американского института преднапряженного железобетона;

информация о мероприятиях по подготовке к IX конгрессу ФИП в Стокгольме.

По первому вопросу выступил председатель НК СССР ФИП, директор НИИЖБ, д-р техн. наук, проф. К. В. Михайлов. Докладчик подвел итоги развития преднапряженных железобетонных конструкций в X пятилетке и информировал о решениях коллегии Гос-

строя СССР по разработке номенклатуры тех конструкций, которые должны применяться в XI пятилетке.

Решение коллегии Госстроя СССР о применении железобетонных конструкций в промышленном строительстве в XI пятилетке затронуло основные конструктивные элементы: плиты покрытий «на пролет» размерами 3×18 и 3×24 м, преднапряженные колонны для зданий разной этажности, центрифугированные колонны, многупустотные плиты перекрытий, элементы несущих конструкций из легкого бетона, стеновые плиты из легких бетонов, преднапряженные сваи и др. В решении коллегии Госстроя СССР обращено внимание на необходимость применения высокопрочных арматурных сталей и бетонов высоких марок, снижения металлоемкости стыков.

По второму вопросу было заслушано 12 докладов, в которых сообщалось о новых конструктивных решениях, об опыте изготовления и внедрения плит перекрытий «на пролет» размерами 3×12, 3×18, 3×24 м, каркасов одноэтажных промышленных зданий, преднапряженных колонн и свай, центрифугированных железобетонных конструкций, панелей из легкого бетона, о применении высокопрочных бетонов, а также об освоении в нашей стране технологии безопалубочного формования для изготовления многослойных плит и др. Тезисы докладов направлены во все филиалы НК СССР ФИП.

В работе симпозиумов ФИП в Бухаресте (сентябрь 1980 г.) приняли участие

около 400 человек из 30 стран. Рассматривались проблемы применения частично преднапряженных железобетонных конструкций, преднапряженных конструкций в специальных сейсмических условиях, а также вопросы восстановления их после сейсмических воздействий. С обзором и анализом докладов, сделанных на этих симпозиумах, на сессии выступили проф. Г. И. Бердичевский (НИИЖБ), Д. Г. Вальчук и В. А. Кристов (НИИСК).

Во время работы симпозиумов в Бухаресте Генеральный Совет ФИП принял решение о проведении двух симпозиумов в 1984 г. в Калгари (Канада), посвященных емкостям, работающим под

давлением, и заводскому изготовлению преднапряженных железобетонных конструкций.

Ученый секретарь НК СССР ФИП д-р техн. наук Н. А. Маркаров информировал участников сессии о необходимых мероприятиях по подготовке НК СССР ФИП и его филиалов к участию в IX конгрессе ФИП в Швеции (июнь 1982 г., Стокгольм).

**Председатель Северо-Западного филиала НК СССР ФИП, заслуженный изобретатель РСФСР, д-р техн. наук, проф. Н. А. КРЫЛОВ; ученый секретарь, канд. техн. наук А. И. ФИЛИПОВ**

## Читательская конференция

В марте нынешнего года в КБ по железобетону Госстроя РСФСР редакция журнала «Бетон и железобетон» провела читательскую конференцию. Заместитель главного редактора журнала А. А. Шлыков рассказал ее участникам о работе редакции за прошедшие годы и о планах на текущую пятилетку.

Главной задачей сейчас является пропаганда исторических решений XXVI съезда КПСС, освещение итогов реализации Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, показ хода выполнения постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О Всесоюзном социалистическом соревновании за успешное выполнение и перевыполнение заданий одиннадцатой пятилетки».

В свете этих задач журнал планирует увеличить объем публикаций о перодовом опыте исследований, проектирования и заводского изготовления железобетонных изделий и конструкций, прогрессивных видов машин, оборудования и технологий, быстрее внедрение которых в заводскую практику может дать значительный экономический эффект. С целью ускорения использования промышленностью передового производственного опыта необходимо шире информировать читателей о новейших технических достижениях, ус-

пешно зарекомендовавших себя на практике организационно-технических мероприятиях, эффективных формах производственно-хозяйственной деятельности лучших трудовых коллективов—победителей социалистического соревнования.

Выступившие на читательской конференции ведущие специалисты КБ по железобетону отметили полезность публикаций журнала для их практической деятельности и дали в целом положительную оценку тематической направленности журнала и характеру помещаемых в нем статей. При этом высказывались замечания и пожелания, учет которых, по мнению работников КБ, будет способствовать повышению действенности и информативности публикуемых материалов.

Главный конструктор АКО-3 К. Ф. Штритер в своем выступлении отметил, что журналу следует оперативнее реагировать на технические решения, принимаемые Госстроем СССР. Ввиду недостаточности объема журнала надо исключить некоторые имеющиеся сейчас в журнале рубрики и за счет этого увеличить число статей, разъясняющих отдельные положения действующих нормативных документов. Заведующий КТО С. П. Исайкин выразил мнение, что статьи желательно подкреплять надежными экономическими обоснованиями. Главный технолог КБ В. Я. Ску-

быра и главный специалист КБ по арматуре В. В. Жариков отметили, что журналу следует подробнее сообщать об организациях, предприятиях и авторах тех или иных разработок. Патентовед А. Ф. Сиптиц порекомендовала подробнее информировать о наиболее интересных авторских свидетельствах, регулярно публикуемых в журнале. Главный конструктор АКО-1 П. Г. Афанасьев отметил, что статьям, публикуемым в рубриках «В помощь проектировщику» и «Теория», следует придавать вид, более приемлемый для практического использования. Желательно также чаще помещать материалы об уникальных отечественных и зарубежных зданиях и сооружениях. Главный конструктор КБ Я. М. Фельман считает, что журналу нужно шире освещать конструкции, совмещающие в себе стальные и железобетонные элементы. Выводы в статьях надо делать более конкретными. Следует чаще возвращаться к проблемам, поставленным в ранее опубликованных материалах.

После ответа на вопросы и обмена мнениями председательствовавший на конференции главный инженер КБ по железобетону В. С. Сабуров от имени коллектива поблагодарил редакцию журнала за ее большой вклад, вносимый в дело развития промышленности бетона и сборного железобетона, и пожелал дальнейших успехов в работе.

## О книге «Цементы и бетоны в строительстве»

М. Венюа. Цементы и бетоны в строительстве. Пер. с франц. Ф. М. Иванова и Д. В. Свенцицкого. Под ред. Б. А. Крылова М., Стройиздат, 1980.

Книга известного исследователя в области технологии бетона проф. М. Венюа является результатом многолетней работы автора над проблемой создания общих принципов, связывающих теоретические положения так называемых чистых наук — химии, физики, математики, — с решением прикладных задач в сфере строительства. Проф. М. Венюа стремится обобщить имеющийся опыт и передать его результаты будущим поколениям. Он подчеркивает, что теоретические исследования должны быть тесно связаны с практикой единственным критерием оценки их эффективности, источником новых гипотез, которые являются стимулятором научно-технического прогресса.

Книга состоит из семи частей и охватывает практически все аспекты, связанные с получением, оценкой качества, использованием и эксплуатационными свойствами цемента и бетонов. В каждом разделе показана история развития конкретной проблемы, ее состояние и перспектива. Однако не все вопросы представлены одинаково полно. Подробно описаны свойства бетонной смеси, характеристики обычных и специальных бетонов, технология изготовления бетонных и железобетонных конструкций. Несколько фрагментарно изложены вопросы производства и свойства цемента.

Первая часть содержит общие сведения о развитии обычных порландцементов, а также пуццоланизированных шлаками и золой-уносом. Излагаются современные способы производства порландцемента и цемента с минеральными добавками, указывается основное направление в развитии этой отрасли, приводятся примеры рационального использования цемента различного минерального состава. Весьма полезны данные по методам ускоренного определения свойств вяжущих в полевых условиях.

Вторая часть посвящена свойствам бетонной смеси. Большое внимание уделено теории и практике определения сроков схватывания и твердения в зависимости от состава клинкера и условий среды. Здесь же рассмотрены некоторые особенности применения добавок, вводимых в бетонную смесь для улучшения ее технологических свойств, повышения качества бетона и обеспечения долговечности строительных конструкций в различных условиях эксплуатации. Видное место отведено оценке теплоты гидратации цемента в бетоне и методам выполнения калориметрических исследований в лабораторных и полевых условиях. Рассмотрены производство товарного бетона, укладка и уплотнение бетонной смеси, при этом отмечены перспективные

способы укладки с электроразогревом смеси и повторное вибрирование.

В третьей — шестой частях приведены сведения технологического характера. Рассмотрены тепловая обработка, в частности варианты электроразогрева бетонной смеси, предложенные и впервые примененные в СССР, способы подачи тепла с помощью специальной опалубки, в обогреваемых помещениях, а также применение в качестве теплоносителя инфракрасного излучения. Подробно освещены режимы термообработки: короткий цикл, основанный на предварительном электроразогреве, цикл средней продолжительности и длинный цикл при умеренном прогреве. В качестве перспективного направления предложен вариант тепловой обработки с пропиткой в расплаве серы или мономеры с его последующей полимеризацией. Затрагиваются некоторые реологические причины, приводящие к появлению усадочных деформаций при гидратации, испарении воды после схватывания, в результате карбонизации. Деформативность бетона представлена в качестве наиболее нежелательной причины снижения эксплуатационных свойств строительных конструкций. Для ее прогнозирования разработаны оригинальные методы, широко применяющиеся в практике лабораторных испытаний. Автор дает практические советы строителям для получения бетона повышенной морозостойкости, стойкого в условиях влияния агрессивных вод, загрязненной атмосферы, различных силовых воздействий. Потенциальные возможности бетона сопротивляться действию эксплуатационной среды непосредственно связаны с условиями бетонирования в жарком сухом климате, при отрицательных температурах, а также получением расширяющегося бетона. Свойства затвердевающих бетонных смесей объяснены их потребительскими характеристиками, например для составов, предназначенных для инъецирования и притивокоррозионной защиты предварительно напрягаемой арматуры.

Интересны сведения по ударной вязкости бетона, износостойкости поверхности бетонных конструкций и способов ее повышения. В качестве наиболее неблагоприятной для бетона среды автор считает морскую воду. Значительное место уделено обработке поверхности бетонных конструкций штукатурными растворами, отмечается, что высокое качество поверхности влияет на долговечность конструкций. В качестве специальных областей применения цемента — бетона рассматриваются дисперсно-армированный бетон и железобетон, декоративный формовочный бетон, бетон на легких заполнителях, бетон для гидро-

технических сооружений, цементогрунты. Представляет интерес использование миниатюрных подводных судов для обследования подводных частей гидротехнических объектов. Заключительная часть этого раздела посвящена контролю качества цемента и бетона.

В седьмой части книги показаны перспективные направления в области технологии бетона. Впервые дана систематизированная оценка свойств искусственного камня как материала будущего. Автор предполагает, что гидравлические вяжущие более специфичны в применении, заполнители имеют четкое предназначение с учетом эксплуатационных характеристик конструкций, добавки станут обязательной составной частью бетонов и будут вводиться в цемент при его изготовлении. Получат распространение фибробетон и бетонополимеры, тепловая обработка будет проводиться с целью получения бетона, в 5—10 раз более прочного, чем традиционные; железобетонные конструкции будут изготавливаться из легкого бетона, а бетон постепенно вытеснит металл в некоторых сооружениях. Высказываются предложения по сборному железобетону в дорожном строительстве.

Перевод книги проф. М. Венюа своевременен и полезен. Основное внимание автор уделяет работам французских ученых в области теории и практики бетона. Однако при переводе следовало бы дополнить список использованной литературы отечественными публикациями. Это позволило бы оценить вклад советской школы в общую технологию бетона. Материал книги по цементу представлен в значительно меньшем объеме, чем по бетону, что не оправдывает автора в достаточно точном определении гидросиликатов в цементном камне: так, на протяжении всего изложения (стр. 34, 65, 274) гидросиликат состава  $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  именуется тоберморитом, хотя стехиометрия требует отнести его к аввиллиту. При изложении перспектив использования бетонополимеров следовало бы определить направление исследований, связанных с пересмотром некоторых правил конструирования из-за существенных изменений прочностных и деформативных свойств нового материала. К сожалению, в издании перевода вкрались некоторые неточности (с. 25, 34, 51, 65).

Публикация книги полезна для специалистов, квалифицирующихся в области технологии бетона, и может быть оценена достаточно высоко с теоретической и прикладной точек зрения.

**О. П. МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН,**  
чл.-корр. АН ГССР, д-р техн. наук,  
проф.



УДК 624.012.45.042.7

Абашиндзе А. И., Ландау С. З. Надежность брусовых элементов и их стыков при сейсмических воздействиях. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 10—11

Дается обоснование методики испытания сейсмостойкости железобетонных изгибаемых элементов и рамных узлов посредством резонансного режима вибровоздействия, создающего кратковременные перегрузочные циклы. Результаты испытаний по этому методу изгибаемых брусовых элементов и стыков брусовых рам показали надежность их работы при кратковременных перегрузочных циклах. Даются рекомендации по расчету брусовых элементов и их стыков с учетом сейсмических воздействий.

УДК 69.025.223

Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б. Сборная панель покрытия из тонких преднапряженных пластин. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 12—13

Рассматриваются исследования опытного образца сборной панели таврового сечения в виде короткой цилиндрической оболочки, составленной из двух тонких преднапряженных пластин, одна из которых является плитой панели, другая — ее ребром.

Панели такой конструкции будут использованы в качестве элементов покрытия промзданий с укреплённой сеткой колонн 12×12; 18×12 и 24×12 м и для формирования из них коротких многопролетных цилиндрических оболочек.

УДК 691.327:666.972.16

Улучшение свойств бетона введением азотсодержащих ПАВ/Г. Д. Дибора, И. А. Беспроскурной, Л. Д. Левенец и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 14—15

Изложены результаты исследования бетонов с добавками на основе азотсодержащего ПАВ — пеназолина 17-20. Показана эффективность предлагаемых добавок для повышения морозостойкости, сульфатостойкости и прочности бетона. Ил. 1, табл. 3, список лит.: 2 назв.

УДК 691.327

Бейлина М. И., Мамедов Т. М., Королева Г. П. Напрягающий бетон на основе алунита — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 15—16

Приведены результаты испытания напрягающих бетонов на основе сульфоалюминатного клинкера, полученного из алунитовой породы. Приведены возможные области его применения.

УДК 693.54:666.941

Цемент для производства работ в зимних условиях/Л. Г. Шпынова, О. Л. Островский, С. Ю. Герлыга и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 18

Исследованы физико-химические особенности твердения безгипсового портландцемента, алюмоферритного и смешанного цемента на основе вышеуказанных вяжущих с добавкой СДБ и поташа при отрицательных и знакопеременных температурах. Показано, что бетон на основе смешанного вяжущего после трехсуточного замораживания при минус 15°С и минус 30°С с последующим твердением в воде при +20°С к месячному возрасту достиг марочной прочности. Разработанные цементные композиции можно рекомендовать в практике зимнего бетонирования при устойчивых отрицательных и знакопеременных температурах. Табл. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 691.54:666.974.4

Клигина И. А., Ротыч Н. В., Вилков С. М. Использование декоративных цементов с кремнийорганическими добавками. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 19

Приводятся результаты производственных испытаний опытных партий декоративных цементов с кремнийорганическими добавками. Изучено влияние кремнийорганических соединений на различные свойства декоративных цементов. Показано положительное влияние кремнийорганических добавок на высолоустойкость декоративного портландцемента. Табл. 1.

УДК 691.327:66.04

Оптимизация влажностного режима при тепловлажностной обработке бетона/В. В. Попов, В. И. Коидраченко, В. Н. Ярмаковский и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 20—21

Сообщается о методе расчета оптимальных значений относительной влажности среды при пропаривании и о результатах экспериментальных исследований, подтверждающих правильность принятых теоретических предположений. Приведены сведения о технико-экономической эффективности предложенного метода ТВО бетона. Ил. 3, табл. 2, список лит.: 5 назв.

УДК 635.565

Гуревич Ю. С., Скляр Б. Л. Групповое натяжение арматуры гидродомкратами. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 23—24.

Изложены результаты освоения заводом новых технологических решений, позволяющих повысить точность натяжения арматуры, экономить сталь, электроэнергию и трудозатраты при изготовлении преднапряженных конструкций. Показаны фрагменты усовершенствованной технологии, основанной на использовании арматуры мерной длины и полуватоматических зажимов по ГОСТ 23117—78 при групповом натяжении арматурных канатов гидравлическими домкратами.

УДК 69.032.2

Мирошников В. В., Измакин Н. И., Гагай В. В. Опыт освоения конструкций многоэтажных зданий серии ИИ-04. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 25—26

Обобщен опыт совершенствования технологии производства изделий и конструкций серии ИИ-04, сокращения их номенклатуры, показана возможность применения новых изделий на основе вспученного перлита. Ил. 1.

УДК 624.012.45:624.139

Петров А. В., Лукичев Р. А. Возведение монолитных конструкций в вечномёрзлых грунтах. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 27—28

Изложен научно-производственный опыт по устройству буронабивных свай и ленточных фундаментов, бетонируемых враспор с мерзлым грунтом в Норильске, Тьнде и Воркуте. Показаны организация производства работ, различные методы выдерживания бетона, параметры режимов прогрева и характер формирования температурного и прочностного полей в бетоне. Дана краткая характеристика теплового взаимодействия бетона с мерзлым грунтом.

УДК 624.075.23:539.4

Баташев В. М. Расчет прочности элементов круглого и кольцевого сечений с распределенной и сосредоточенной арматурой. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 29—30

Приведены методы расчета прочности нормальных железобетонных кольцевых и круглых сечений с сосредоточенной и распределенной по сечению арматурой. Предложенные формулы выведены на основании зависимостей для расчета элементов с распределенной арматурой СНиП. Ил. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 69.057.12—122

Паньшин Л. Л. Перераспределение усилий между элементами несущей системы каркасно-панельного здания. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 30—31

Изложены основные положения нелинейного метода расчета полносборных каркасно-панельных зданий, проектируемых с применением типовых унифицированных конструкций серии ИИ-04 или 1.020-1. Работа конструктивных элементов описывается с помощью кусочно-линейной диаграммы деформирования. Приведены количественные оценки эффекта перераспределения усилий между элементами несущей системы вследствие учета пластических свойств железобетона и предельных нагрузок здания. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 620.179.1.003.1

Коршунов Д. А., Майданк Е. М., Басенко Е. З. Экономическая эффективность неразрушающего контроля изделий. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 33

Приведены данные по трудоемкости и себестоимости испытаний и примеры использования их для расчета экономической эффективности новой техники. Табл. 1.

УДК 69.056

Карамаян Т. Е., Дудко А. А. Влияние складирования на качество составляющих бетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 34—35

Рассмотрены причины и последствия нарушения зернового состава смеси крупного заполнителя 5—20 мм, вследствие спонтанного разделения по крупности (сегрегации) при складировании, погрузке и выгрузке. Показана необходимость внедрения мероприятий на дробильно-сортировочных заводах и на заводах ЖБИ. Ил. 4, список лит.: 4 назв.

УДК 691.327.666.9—123

Зошук И. И., Кузнецов В. Д. Влияние формы и крупности зерен дробленого песка на свойства песчаного бетона. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 36—37

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния качества отходов камнедробления на удобоукладываемость бетонной смеси и прочность песчаного бетона. Показано, что форма зерен отходов не оказывает существенного влияния на исследуемые характеристики, а зерновой состав дробленого песка не достаточно характеризуется модулем крупности и удельной поверхностью. Табл. 2.

УДК 693.547.32

Масленников М. М. О классификации способов и устройств для предварительного разогрева смесей. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 37—38

Предложена классификация способов и устройств для предварительного разогрева бетонных смесей. Представлена динамика патентования способов и устройств и намечены некоторые пути их создания. Список лит.: 4 назв.

УДК 666.97.033(480)

Аксельрод Е. З., Радосевич С. П. Кассетные установки для изготовления железобетонных изделий. — Бетон и железобетон, 1981, № 7, с. 40—41

Приведены сведения о конструктивных и технологических особенностях кассетных установок финской фирмы «Партек», обеспечивающих высокое качество изделий и простоту в обслуживании. Эти сведения целесообразно использовать при модернизации существующего и создании нового оборудования. Ил. 3.

CONTENTS

*Litvin I. S.* Precast and cast — in — situ foundation for turboset 1200 MW power  
*Vasiliev A. P., Matkov N. G., Ivanov V. V., Byzhigin G. V., Kozlov V. A.* Construction experience of multistory industrial buildings with lightened joints of columns  
*Abashidze A. I., Landau S. Z.* Reliability of bar elements and their joints under seismic actions  
*Gambarov G. A., Gitlevich M. B.* Precast roof panels from thin prestressed plates  
*Dibrovo G. D., Besprokurnyi I. A., Levenets L. D., Krut' V. V., Maron I. E.* Improvement of concrete properties by injection of nitrogen containing surface active agents  
*Beilina M. I., Mamedov T. M., Koroleva G. P.,* Stressing concrete on the basis of alunite  
*Shpynova L. G., Ostrovsky O. L., Terlyko Yu. B.* Cement for concreting in winter conditions  
*ga S. Yu., Sobol' Kh. S., Yakimchenko Klitina N. A., Rotych N. V., Vilkov S. M.* Use of decorative cements with silicon admixtures  
*Popov V. V., Kondrashchenko V. I., Yarmakovskiy V. N., Kupriyanov N. N., Melnik A. M.* Optimization of moisture regime under moist steam curing  
*Nudel' V. S., Kislytsyn V. G.* Development of technology in the process of plant reconstruction  
*Gurevich Yu. S., Sklyar B. L.* Group tensioning of reinforcement by hydraulic jacks  
*Miroshnikov V. V., Izmakin N. I., Gagag V. V.* Mastering experience of structures in multistory buildings of II—04 series  
*Petrov A. V., Luchichev R. A.* Erection of cast — in — situ structures in permafrost grounds  
*Batashov V. M.* Strength calculation of members of round and ring cross — section with distributed and concentrated reinforcement  
*Panshin L. L.* Redistribution of forces among elements of bearing system in frame — panel building  
*Dyachenko V. T., Tsimberg I. I., Gamus L. A., Sabelnikov V. V., Komm E. P., Kupriyanova V. S.* Graduation bed for device, controlling tensile stress of reinforcement  
*Korshunov D. A., Maidanik E. M., Basenko E. Z.* Economic efficiency of non failure control of products  
*Karamanyan T. E., Dudko A. A.* Influence of storage on concrete components quality

CONTENU

*Litvine I. S.* La fondation préfabriquée — monolithe sous un groupe turbogénérateur dont la puissance est égale à 1200 MW  
*Vassiliev A. P., Matkov N. G., Ivanov V. V., Vygyghine G. V., Kozlov V. O.* L'expérience de la construction des bâtiments industriels é plusieures tages avec les joints allégés des colonnes  
*Abachidze A. I., Landaou S. Z.* La fiabilité des éléments en barres et de leurs joints sous les actions sismiques  
*Gambarov G. N., Ghitlevitch M. B.* Le panneau préfabriqué de recouvrement produit en plaques fines et précontraintes  
*Dibrovo G. D., Besproskourny I. A., Levents L. D., Kroui' V. V., Maron I. E.* Le perfectionnement des propriétés du béton par l'introduction des agents tensio — actifs de surface et contenant azote  
*Beylina M. I., Mamedov T. M., Koroleva G. P.* Le béton contraint sur la base d'alunite  
*Chpynova L. G., Ostrovsky O. L., Tarlyga S. Y., Sobol Kh. S., Jakimetchko Ja. B.* Le ciment pour le bétonnage dans les conditions d'hiver  
*Klitina N. A., Rotych N. V., Vilkov S. M.* L'utilisation des ciments décoratifs avec des adjuvants organo — silicés  
*Popov V. V., Kondrachshenko V. I., Yarmakovskiy V. N., Koupriyanov N. N., Melnik A. M.* L'optimisation du régime d'humidité pendant le traitement thermique — humide du béton  
*Noudel V. S., Kislytsyne V. G.* Le perfectionnement de la technologie pendant la reconstruction de l'usine  
*Gourevitch Y. S., Sklyar B. L.* La tension des armatures en groupes du vérin hydraulique  
*Miroshnikov V. V., Izmakine N. I., Gagag V. V.* L'expérience de la mise en oeuvre des structures des bâtiments à plusieurs étages de la série II — 04  
*struction des structures monolithes dans Petrov A. V., Loukitchev R. A.* La consolidation des terrains congelés éternellement  
*Batachev V. M.* Le calcul de résistance des éléments de la section circulaire et annulaire avec des armatures distribuées et concentrées  
*Panchine L. L.* Ré — distribution des efforts entre les éléments du système porteur du bâtiment à ossature et en panneaux  
*Djatchenko V. T., Tsimberg I. I., Gamous L. A., Sabelnikov V. V., Komm E. P., Koupriyanova V. S.* Le banc pour graduation des appareils utilisés pour contrôler la force de la mise en tension des armatures

INHALT

*Litvin I. S.* Verbundkonstruktionsfundament für Turboaggregat mit einer Leistung von 1200 MW  
*Vassiliev A. P., Makkov N. G., Ivanov V. V., Vyshigin G. V., Kozlov V. A.* Erfahrungen beim Errichten von Industriegeschossbauten mit erleichterten Sauerlenstößen  
*Abashidze A. I., Landau S. S.* Sicherheit von Balkenelementen und deren Stößen bei seismischen Beanspruchungen  
*Gambarov G. A., Gitlevitsh M. B.* Zusammengepresste Überdeckungsplatte aus vorgespannten Platten  
*Dibrovo G. D., Besproskurny I. A., Levenetz L. D., Krut V. V., Maron I. E.* Verbesserung der Betoneigenschaften durch Einführung stickstoffhaltiger Tensid  
*Beylina M. I., Mamedov T. M., Koroleva G. P.* Spannbeton auf Alunitbasis  
*Shpynova L. G., Ostrovsky O. L., Terlyga S. Y., Sobol H. S., Yakimshenko Y. B.* Zement für Betonierungen im Winter  
*Klitina N. A., Rotytsch N. V., Vilkov S. M.* Anwendung von Sichtzementen mit siliziumorganischen Zusätzen  
*Popov V. V., Kondratschenko V. I., Yarmakovskiy V. N., Kupriyanov N. N., Melnik A. M.* Optimierte Feuchtigkeitsbehandlung bei Betonbehandlung mit Wärme und Feuchtigkeit  
*Nudel V. S., Kisslytzyne V. G.* Vervollkommnung der Verfahrenstechnik während Rekonstruktion eines Werkes  
*Gurevitsch Y. S., Sklyar B. L.* Gruppenweise Bewehrungsspannung mit hydraulischen Pressen  
*Miroshnikov V. V., Izmakin N. I., Gagag V. V.* Erfahrungen beim Errichten der Geschossbauten Serie «II — 04»  
*Petrov A. V., Lukitshev R. A.* Errichten monolithischer Konstruktionen im Dauerfrostboden  
*Batashov V. M.* Festigkeitsberechnung für Elemente kreis — und ringförmigen Panshin L. L., Umverteilung der zwischkonzentrierter Bewehrung Querschnittes mit verteilter und mit schehen den Tragsystemelementen eines Skelettplattengebäudes wirkenden Kräfte  
*Dyatshenko V. T., Zimberg I. I., Gamus L. A., Sabelnikov V. V., Komm E. P., Kupriyanova V. S.* Eichungsstand für Geräte zur Überwachung der Bewehrungsspannung  
*Korshunov D. A., Maidanik E. M., Basenko E. Z.* Nutzeffekt der zerstörungsfreien Gebäudeprüfung  
*Karamanyan T. E., Dudko A. A.* Wirkung der Lagerung auf die Qualität der Betonbestandteile

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, А. С. Векшин, Ю. В. Волковский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Деменюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), В. М. Москвин, 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 Стигннева О. В.

Сдано в набор 13.05.81  
 Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>4</sub>  
 Тираж 18 185 экз.

Подписано в печать 17.06.81.  
 Печать высокая

Усл. печ. л. 4.0

Т-21159  
 Уч.-изд. л. 8,71  
 Заказ 277

Адрес редакции:  
 101442, ГСП, Москва, К-6, Каляевская, 23а  
 Тел. 258-18-54, 258-24-76

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

## По страницам зарубежных журналов

Cybulski J., Letynski W., Wegrzup M. Уплотнение бетонной смеси в тонкостенных элементах. — *Inżynieria i budownictwo*, 1980, № 8, s. 291—293, il. — Bibliogr.: 18 ref.

Результаты исследований виброуплотнения бетонной смеси в тонкостенных элементах из армированного обычного и неармированного легкого бетона на сланцевом заполнителе. Определяли влияние наличия арматуры на распределение параметров уплотнения, а для легкого бетона на сланцевом заполнителе — оптимальные для принятого способа консистенция бетона и время уплотнения, а также радиус эффективности действия вибратора.

Защита стальной арматуры от коррозии аглопоритобетоном. — *Stavivo*, 1980, № 10, s. 397—399, tab. — Bibliogr.: 12 ref.

Результаты многолетних исследований, показавших, что защитный слой аглопоритобетона должен быть значительно толще, чем защитный слой бетона на плотном заполнителе.

Легкие стеновые камни из пемзобетона. — *Baumarkt*, 1979, № 21, s. 1457—1458.

Характеристика легкого стенового камня объемной массой 600—700 кг/м<sup>3</sup> из бетона с заполнителем из высококачественной пемзы: коэффициент теплопроводности 0,29 Вт/(м·К); прочность на сжатие 5—7,5 Н/мм<sup>2</sup>. Камни отличаются хорошей паропроницаемостью, точностью размеров и гладкой поверхностью, легко поддаются обработке и склеиванию.

Сборный преднапряженный рамный каркас административного здания в США. — *Engng News — Rec*, 1979, vol. 203, № 24, p. 40—41, ill.

Конструкции и способ возведения 4-этажного административного здания со сборным железобетонным преднапряженным каркасом длиной 168 м, который собран из одинаковых рамных элементов пролетом 14,6 м высотой на один этаж 4,25 м, массой 60 т, жестко соединенных между собой. По ригелям рам уложены плиты перекрытий типа два Т, замоналиченные сверху слоем бетона. Рамы соединены по высоте сваркой закладных деталей, замоналиченных сверху цементным раствором, инъецируемым в стыки. Смежные рамы установлены в каркасе с промежутком 1,2 м, в который входят рамы другого направления. По контуру смежные рамы соединены только перекрытиями. Повышенная жесткость каркаса позволила исключить применение стен — диафрагм.

Frasczek J. Анализ случаев нарушения норм при проектировании и возве-

дении железобетонных конструкций. — *Concrete International*, 1979, Dec., p. 14—20.

Результаты анализа 277 случаев нарушения норм при проектировании и возведении железобетонных конструкций в США и Канаде, проведенного Американским институтом бетона. В 70% случаев последствиями явилось обрушение (39 случаев), ненормальное трещинообразование, избыточные осадки, прогибы и т. п. Около 50% этих случаев объясняются ошибками при проектировании (неучет усадочных и температурных деформаций и др.). Последствия этого сказывались в процессе эксплуатации конструкции. Нарушением строительной технологии является неправильная установка арматуры, невыполнение правил бетонирования. В 66% нарушения были обнаружены до окончания строительства.

Nung Z. T. Исследование ползучести легкого бетона. — *Ann. Inst. Techn. Bâtiment et Travaux Publics*, 1980, № 384, p. 119—123, ill. — Bibliogr.: p. 122—123.

Сопоставлены результаты работ по ползучести легких бетонов, проведенных в различных странах за последние годы. Отмечена недостаточность систематических исследований влияния сопутствующих факторов (относительной влажности среды, возраста бетона в момент приложения нагрузки и т. д.) на ползучесть легких бетонов. За исключением крупных экспериментальных исследований, законы ползучести легких бетонов в работах принимаются аналогичными законам для обычных бетонов. Указана необходимость дополнительных работ по исследованию законов ползучести легких бетонов, а также характера перераспределения усилий, возникающих вследствие ползучести легкого бетона в статически неопределимых конструкциях.

Minard J. Влияние перепада температур на трещинообразование железобетонных стен. — *Ann. Inst. Techn. Bâtiment et Travaux Publics*, 1980, № 384, p. 123—127, ill., tal.

Результаты исследования поведения железобетонных ограждающих конструкций в условиях перепада температур. Испытывали образцы железобетонных панелей размерами 1,6×2 и 2,4×3 м, толщиной 4 см при трех типах армирования. Среднюю часть панелей подвергали охлаждению, а краевые зоны — нагреву. Исследовали влияние на трещинообразование степени армирования, скорости изменения температуры, продолжительности температурных циклов, общих размеров конструкции, возраста бетона. Отмечено влияние скоро-

сти изменения температур и цикличности их изменения на процесс трещинообразования.

Mays; G. C., Smith D. W. Прочность и долговечность железобетонных плит с внешним армированием. — *Concrete*, 1980, vol. 14, № 6, p. 13—16, ill., tal.

Описаны проведенные в университете Данди (Великобритания) комплексные исследования эксплуатационных характеристик железобетонных плит с внешним армированием в виде стального листа, полностью закрывающего нижнюю поверхность плиты. Конструкцию испытывали циклической и статической на-

грузками. Определяли также прочность и долговечность связи внешнего армирования с бетоном при различной толщине клевого слоя. Исследовали плиты двух типов: плоскую и вспарушенную с криволинейной нижней поверхностью. При исследовании эффективности клеевых составов определяли прочность клевого слоя путем статических испытаний нахлесточных стыков металлических пластин при нормальных и низких температурах, изучали влияние на прочность циклического изменения температуры, а также оценивали долговечность сцепления бетона с внешней арматурой при переменном увлажнении и в воде.

Lisma W. A., Straman J. P., Sadi P. Исследование работы многоэтажных рамных конструкций при горизонтальных нагрузках. — *Cement*, 1980, № 6, blz. 357—359.

В лаборатории Высшей технической школы г. Делф (Нидерланды) проведено исследование совместной работы многоэтажных рам с ядрами жесткости при действии горизонтальной распределенной нагрузки. Результаты теоретического исследования по распределению деформаций в рассматриваемой двухкомпонентной системе и графическое построение распределения относительного изгибающего момента (соотношения между моментом, воспринимаемым стенами, и общим моментом), который при целесообразной толщине стен может составить 70%. Примеры расчета железобетонных конструкций по предлагаемой методике для прямоугольной в плане части здания размерами 39,6×2,4 м, со стойками рам сечением 50×50 см и ригелями 30×50 см. Шаг колонн в поперечном направлении 6 и 2,4 м, в продольном — 3,6 м. Результаты расчета при ручном и машинном счете и экономические выкладки по выбору системы конструкций при совместном действии вертикальной и горизонтальной нагрузок.

## **К сведению авторов**

Направляемые в редакцию рукописи статей должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Рукописи представляются в двух экземплярах и сопровождаются необходимой документацией.
2. Содержание статьи излагается предельно кратко и ясно, с практическими рекомендациями и выводами. Объем рукописи не должен превышать 6 стандартных машинописных страниц, напечатанных через 2 интервала, включая таблицы, выводы и список литературы. Формулы следует писать разборчиво, выделяя латинские и греческие буквы. Все имеющиеся по тексту формулы необходимо разборчиво и с указанной разметкой выписать (и пронумеровать) на отдельном листе стандартного формата в порядке их расположения по тексту статьи. Между отдельными формулами следует оставлять интервал в 4—5 строк. Иллюстративный материал (3—4 рисунка, фото на глянцевой бумаге) также представляется в двух экземплярах. Графики и схемы должны быть четкими, не перегруженными излишними линиями, обозначениями и размерами. Все позиции на рисунке следует нумеровать цифрами и выносить их в подрисуночные подписи (прилагаются на отдельном листе).
3. Таблицы должны быть компактными, по возможности упрощенными и не дублировать информации, содержащейся на графиках.
4. Ссылки на рисунки, таблицы и литературу следует приводить в тексте статьи. Список литературы должен быть ограничен 4—5 названиями, он входит в объем статьи.
5. Рукопись (в первоначальном виде и после доработки) должна быть обязательно подписана всеми авторами. При отправке рукописи в редакцию необходимо сообщить фамилии, имена, отчества всех авторов (по паспортным данным), домашние адреса с шестизначным индексом, место работы, телефоны.
6. Следует представлять в двух экземплярах отпечатанный на машинке реферат объемом 3—4 предложения.

Материалы, не удовлетворяющие указанным требованиям, редакция не рассматривает и не возвращает.