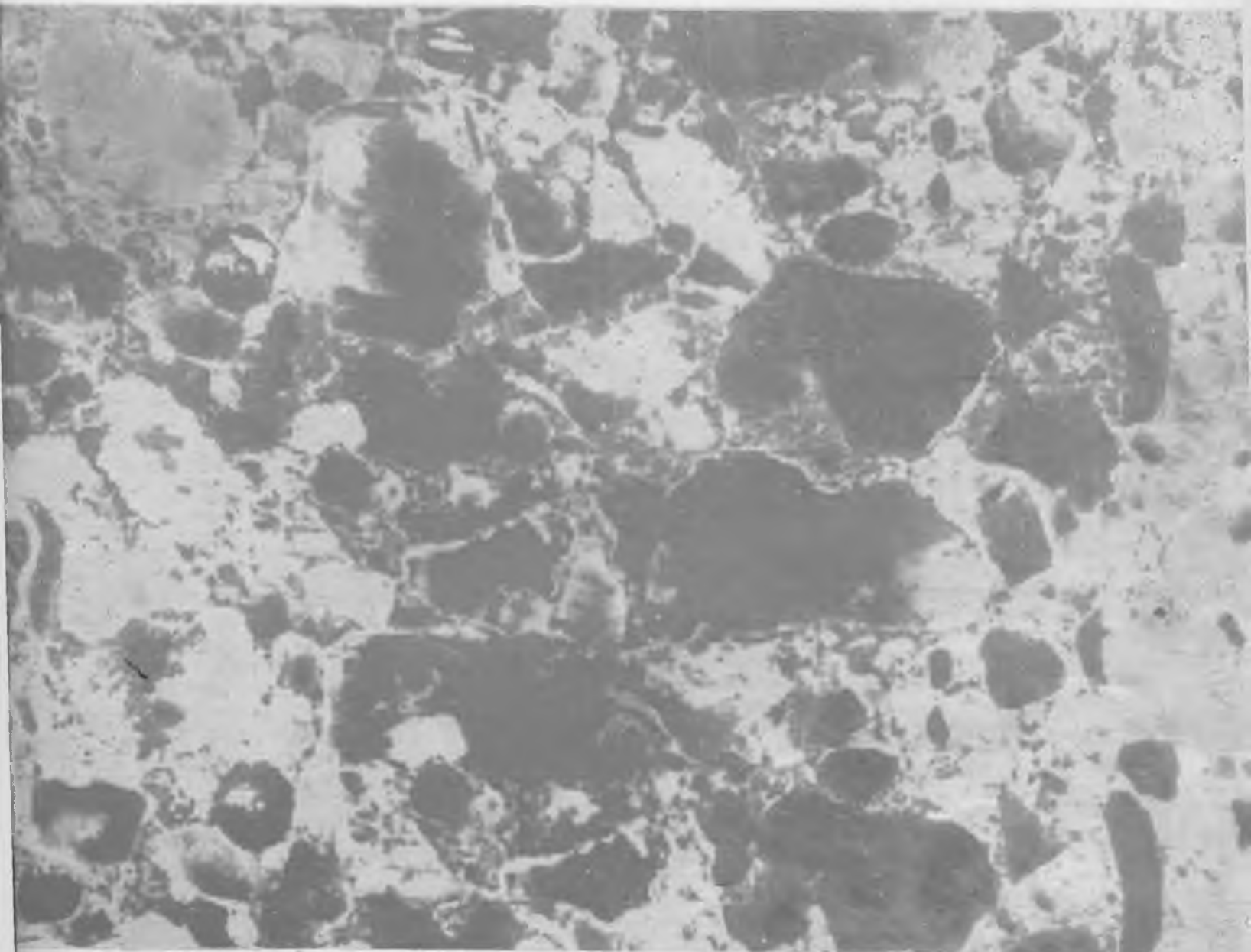


# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 2

1987



## Выдержки из «Типового положения о порядке прохождения материалов в редакции журнала»

«Типовое положение о порядке прохождения материалов в редакции журнала» имеет своей целью совершенствование контроля и повышение ответственности за качество подготовки публикуемых материалов в журнале и распространяется на все журналы независимо от их ведомственной подчиненности. Оно подготовлено с учетом «Типового положения о журнале» и норм авторского права.

Материалы, представленные в редакцию по инициативе автора, рассматриваются в сроки и порядке, установленном в соответствии с «Типовым положением о журнале».

Редакция в месячный срок со дня поступления оценивает соответствие содержания материала, поступившего с целью публикации, профилю и тематике журнала, приемлемость подлинников текста и иллюстраций для редактирования и полиграфического воспроизведения (для их оценки могут привлекаться соответствующие службы выпускающей организации).

Если полученные материалы некомплектны или нарушены требования по их оформлению, редакция может возвратить материалы автору с указанием причин возврата. Если представленный материал в течение указанного срока не возвращен автору, он считается представленным в надлежащем виде.

Решение о целесообразности публикации материалов, удовлетворяющих требованиям по оформлению, должно быть принято редакцией (редколлегией) в возможно короткий срок, но не более трех

после поступления материалов в редакцию (в редакции (в про-  
Ответственность за соблюдение  
и редактор, его

о целесооб-  
направляя его  
представленного  
ований для та-  
в письменной  
учае отказа в  
обоснованием

лесообразности  
идейно-полити-  
ровень матери-  
осов, новизна и  
ответствие его  
необходимость  
лесообразность

Выводы предварительной оценки могут содержать одно из следующих решений:

- принять материалы к опубликованию;
- вернуть материалы автору для устранения отмеченных недостатков;
- направить материалы на рецензирование отдельным специалистам или коллективам;
- направить материалы на редактирование с последующим рассмотрением на редколлегии;
- передать на депонирование;
- признать материалы непригодными для опубликования и сообщить об этом автору.

Редакция должна учитывать мнение автора о нежелательности оценки представленных им материалов конкретными лицами и организациями. Редакция имеет право не сообщать сведения об авторе при рецензировании материалов нештатными специалистами.

Материалы дискуссионного характера, содержание которых требует более глубокого и всестороннего обсуждения, чем установленный порядок рассмотрения, редакция может рекомендовать для оценки на расширенных заседаниях редакционной коллегии с привлечением автора и соответствующих специалистов.

Предварительная оценка материалов, представляемых на утверждение редколлегии, сопровождается мнением заместителя главного редактора, ответственного секретаря или другого члена редакционной коллегии, оформляемом в порядке, утвержденном главным редактором.

Привлечение нештатного специалиста к рецензированию материалов не освобождает редакцию от необходимости дать собственную оценку этим материалам.

Подбор рецензентов осуществляет редактор отдела по согласованию с заместителем главного редактора. Состав рецензентов утверждается редакционной коллегией или по ее поручению главным редактором.

Срок рецензирования устанавливается редакцией по согласованию с рецензентом.

Результаты рецензирования сообщаются автору письмом, излагающим суть замечаний, либо с приложением копии рецензии. Редакция сообщает сведения о рецензенте только с его согласия.

Исправленные автором по замечаниям редакции и рецензента материалы редакция обязана рассмотреть не позднее чем в двухмесячный срок со дня их повторного поступления и представить на рассмотрение редколлегии для принятия окончательного решения.

## Содержание

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!</b>                                                                                             |    |
| Важный этап пятилетки . . . . .                                                                                                         | 2  |
| <b>К 70-летию Великого Октября</b>                                                                                                      |    |
| По пути ускорения . . . . .                                                                                                             | 3  |
| <b>Конструкции</b>                                                                                                                      |    |
| Ржевский В. А. Сейсмостойкость железобетонных каркасов при сильных землетрясениях . . . . .                                             | 5  |
| Кудзис А. П., Попов В. Г. Трехслойные монолитные стены с новым типом гибкой связи . . . . .                                             | 7  |
| Каландадзе В. Ш. Экономичные конструкции для энергетического строительства                                                              | 9  |
| <b>Бетоны</b>                                                                                                                           |    |
| Пухальский Г. В., Никифоров А. П., Носенко Т. Ф. Бетоны на активизированных низкомарочных шлакопортландцементе . . . . .                | 11 |
| Михайлов В. В., Попова В. А., Бейлина М. И. Шлаконапрягающие и шлакоалюнонапрягающие цементы и бетоны на их основе . . . . .            | 13 |
| Бруссер М. И., Белоусов О. В. О масштабных коэффициентах при определении прочности тяжелого бетона . . . . .                            | 15 |
| Серых Р. Л. Прочность и деформативность шлакощелочных бетонов . . . . .                                                                 | 16 |
| Объедков В. А., Махмудов М. Гигрофизические свойства керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия . . . . .                               | 17 |
| <b>Заводское производство</b>                                                                                                           |    |
| Горшков В. А. Коррекция состава бетонных смесей в производственных условиях                                                             | 19 |
| Литвер С. Л., Айрапетов Г. А., Панченко А. И., Несветаев Г. В. Послойное формирование элементов крыш из керамзитобетона на ИЦ . . . . . | 21 |
| Воропай Н. И., Миюцов Г. С., Воленко Е. А., Лемехов В. Н. Пакетный способ изготовления плит ИПК . . . . .                               | 23 |
| <b>Экономия ресурсов</b>                                                                                                                |    |
| Солдаткин М. Т., Терешенко Г. В. Снижение удельных расходов энергии на заводах ЖБИ . . . . .                                            | 25 |
| <b>Монолитные конструкции</b>                                                                                                           |    |
| Альтшуллер Е. М., Апарина Е. И. Монолитный бетон в сельском домостроении . . . . .                                                      | 26 |
| Данилов Н. Н., Копылов В. Д., Герман С. Л., Наумов С. М., Федоров В. М. Инфракрасный нагрев при устройстве монолитных полов . . . . .   | 27 |
| <b>В помощь проектировщику</b>                                                                                                          |    |
| Холмянский М. М., Копытин В. А., Маврин К. А., Мелихов В. И. К применению перекрестного армирования . . . . .                           | 29 |
| Чиненков Ю. В., Рацинский В. Н. Расчет изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона на поперечную силу . . . . .                      | 31 |
| Слезингер И. Н., Блох Е. О. Определение несущей способности железобетонных стоек . . . . .                                              | 33 |
| Козаровицкий Л. И. Определение геометрической жесткости упругих стержней при свободном кручении . . . . .                               | 34 |
| <b>Вопросы качества</b>                                                                                                                 |    |
| Барский Р. Г., Заец В. Н. Применение нормативных документов при дозировании бетонных смесей . . . . .                                   | 35 |
| <b>Долговечность</b>                                                                                                                    |    |
| Красный И. М. Совершенствование компенсационного фактора при контроле морозостойкости бетона . . . . .                                  | 36 |
| <b>Теория</b>                                                                                                                           |    |
| Кириллов А. П. Прочность бетона при динамических нагрузках . . . . .                                                                    | 38 |
| <b>Вопросы экономики и организации производства</b>                                                                                     |    |
| Горшкова Г. К. Из опыта создания и организации укрупненных комплексных бригад                                                           | 40 |
| <b>Нам пишут</b>                                                                                                                        |    |
| Полянский П. П. Комплексный пульт для автоматического регулирования температуры бетона . . . . .                                        | 41 |
| <b>Библиография</b>                                                                                                                     |    |
| Гуща Ю. П., Карпенко Н. И. Справочное пособие для проектировщиков . . . . .                                                             | 42 |
| Милованов А. Ф. Полезная книга . . . . .                                                                                                | 42 |
| <b>На ВДНХ СССР</b>                                                                                                                     |    |
| Индустриализация и комплексная механизация бетонных работ . . . . .                                                                     | 43 |



## ВАЖНЫЙ ЭТАП ПЯТИЛЕТКИ

Следуя курсом, выработанным XXVII съездом КПСС, в атмосфере движения, поиска и обновления советский народ завершил первый год двенадцатой пятилетки. В результате трудовых усилий нашего народа, большой организаторской работы партии получило дальнейшее воплощение ускорение социально-экономического развития страны. Перестройка нашего общества, начатая на основе решений апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС, набирает силу, приобретает все больший размах и глубину. Проводится коренная реконструкция народного хозяйства, перестраиваются организационные структуры управления, формируется новый хозяйственный механизм. Наращивание темпов движения вперед осуществляется путем максимальной мобилизации ресурсов, лучшего использования производственного потенциала, повышения инициативы и творчества масс, укрепления дисциплины и порядка во всех сферах производственной и общественной жизни.

Государственный план экономического и социального развития СССР на 1987 год, одобренный Политбюро ЦК КПСС и утвержденный шестой сессией Верховного Совета СССР одиннадцатого созыва, опирается на прочный фундамент, заложенный в первом году пятилетки. Главное внимание в плане уделено закреплению и развитию достигнутых позитивных сдвигов в экономике, более полному приведению в действие долговременных факторов роста общественного производства. В нынешнем году особенно широко будут применяться прогрессивные методы социалистического хозяйствования, в новых условиях начнут работать вся индустрия, агропромышленный комплекс, транспорт, связь, бытовое обслуживание. Разворачивается перестройка хозяйственного механизма в строительстве. Все это отвечает курсу XXVII съезда партии на ускорение социально-экономического развития нашего общества, соответствует задачам двенадцатой пятилетки.

Нынешний год имеет важное значение для развития народного хозяйства, выполнения пятилетнего плана в целом. В промышленности основным показателем работы стало процентное выполнение договорных обязательств. В капитальном строительстве одним из важнейших оценочных показателей выступает своевременный ввод объектов в эксплуатацию, выполнение заключенных договоров. Такая система представляет собой существенный шаг на пути преодоления «вазового» подхода как в планировании, так и при оценке хозяйственно-экономической деятельности промышленных предприятий и строительных организаций. Новый подход на деле превращает пятилетний план в основную форму планирования, обеспечивает его стабильность, создает условия для получения максимального эффекта от применения долговременных экономических нормативов. При этом закрепляется курс на расширение хозяйственной самостоятельности и ответственности объединений и предприятий, на развитие инициативы трудовых коллективов. Все это создает экономические условия для достижения высоких темпов роста производства, производительности труда и прибыли, снижения себестоимости продукции, повышения ее технического уровня и качества.

План второго года пятилетки базируется на более полном использовании интенсивных факторов, темпы роста запланированы выше, чем в прошлом году. За счет этого производительность общественного труда увеличится на 4%, в промышленности она возрастет на 4,4%, в строительстве — на 3,8%. Благодаря росту производительности труда будет обеспечен практически весь прирост национального дохода, объемов продукции и работ в отраслях материальной сферы. Реализуется поставленная партией задача укрепления режима экономии, а также усиления заинтересованности трудовых коллективов в экономном ведении хозяйства. Дополнительную потребность народного хозяйства в основных материальных и топливно-энергетических ресурсах намечено полностью удовлетворить за счет повышения эффективности их потребления.

Большое внимание в плане текущего года уделено активному использованию достижений научно-технического прогресса. В связи с этим установлены задания по освоению принципиально новых технологий, интенсивных технологических

процессов, машин и оборудования. Такой подход требует резкого усиления внимания к выполнению планов внедрения новой техники.

Планом предусмотрено опережающее развитие машиностроительного комплекса. Объем продукции машиностроительных министерств возрастет на 7,3%. Большое внимание уделено отраслям топливно-энергетического комплекса. Производство электроэнергии увеличится за год на 60 млн. кВт·ч; добыча нефти, включая газовый конденсат, составит 617 млн. т; добыча газа запланирована в объеме 712 млрд. м<sup>3</sup>; добыча угля составит 743,6 млн. т. В отраслях металлургического комплекса наряду с ростом объемов производства намечено дальнейшее совершенствование структуры металлопродукции путем опережающего выпуска экономичных ее видов, освоения новых профилей проката. Производство проката черных металлов составит за год 112,8 млн. т, возрастет выпуск цветных металлов. Дальнейшее развитие в текущем году получают и другие отрасли народного хозяйства.

Для успешной реализации Продовольственной программы в плане большое внимание уделено агропромышленному комплексу, его материально-технической базе. На развитие агропромышленного комплекса выделено 56 млрд. р. капитальных вложений. Последовательно выполняя установку XXVII съезда партии на решение социальных программ, государство особое внимание уделяет вопросам дальнейшего развития жилищного строительства, укреплению материальной базы социально-культурной сферы. В текущем году намечено построить жилые дома общей площадью 126,2 млн. м<sup>2</sup>, что превышает задания пятилетнего плана. На строительство жилья по всем источникам финансирования направляется 32 млрд. р. Для успешного выполнения программы социального строительства необходимо более равномерно распределять план ввода в эксплуатацию жилья и других объектов социально-культурной сферы.

Крупные ресурсы в плане второго года пятилетки выделены на развитие строительного комплекса. Программа капитального строительства разработана в соответствии с недавно принятыми постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем совершенствовании управления строительным комплексом страны» и «О мерах по совершенствованию хозяйственного механизма в строительстве». Эти постановления предусматривают осуществление действенных мер по коренному улучшению инвестиционного процесса, укреплению и развитию отрасли, созданию экономической заинтересованности строительных организаций в быстрейшем вводе объектов и основных фондов, снижении стоимости строительства и улучшении его качества. В результате начавшегося перевода строительных организаций на полный хозяйственный расчет и самофинансирование расширились права строительных-монтажных организаций, повысилась их ответственность за конечные результаты работы.

Общий объем государственных капитальных вложений в текущем году составляет 172,4 млрд. р., что на 8,4 млрд. р. превышает соответствующий показатель прошлого года. Из бюджета и ресурсов банка для финансирования строительства важнейших объектов и межотраслевых производств выделено свыше 80 млрд. р. Кроме того, министерствам и ведомствам СССР, Советам Министров союзных республик предстоит мобилизовать собственные средства в сумме около 92 млрд. р. Увеличились капитальные вложения на развитие производственной сферы. Запланировано ввести в действие основные фонды в размере около 165 млрд. р., что превышает контрольные цифры пятилетки. Концентрация средств на пусковых стройках обеспечит опережение темпа ввода основных фондов по сравнению с приростом капитальных вложений в 1,4 раза. В результате объем незавершенного строительства сократится к концу года до нормативного уровня.

Капитальные вложения в нынешнем году сконцентрированы на сооружении важнейших объектов, сокращено число вновь начинаемых строек. В связи с этим корректируются титульные списки и пересматриваются проекты, с тем чтобы они по срокам строительства и техническому уровню соответ-

вовали современным требованиям. С 1987 г. финансирование и строительство всех объектов будет осуществляться строго в нормативные сроки. Поэтому капитальные вложения и лимиты подрядных работ устанавливаются в соответствии с нормативами продолжительности строительства. Планом предусмотрено дальнейшее наращивание объемов работ и темпов технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий, на что направлено 45% всех производственных капитальных вложений.

Плановые задания на 1987 г. весьма напряженные. Для успешного их выполнения необходимо широко и целенаправленно использовать новые принципы и подходы при решении хозяйственных и социальных проблем. Монолитно сплоченные вокруг нашей ленинской Коммунистической партии, советские люди, трудовые коллективы широко развернули социалистическое соревнование за выполнение планов второго года пятилетки, за достойную встречу 70-летия Великого Октября.

## К 70-летию Великого Октября

### По пути ускорения

В трудовых коллективах промышленных предприятий ордена Трудового Красного Знамени ДСК-1 Главмостстроя широко развернулось социалистическое соревнование за достойную встречу 70-летия Великого Октября. Основное внимание в деле достижения намеченных рубежей уделяется ускорению научно-технического прогресса, техническому перевооружению и реконструкции действующих предприятий.

Следует отметить, что за последние годы на ДСК немало сделано на пути обновления производственных процессов, повышения качества выпускаемой продукции и сдаваемых в эксплуатацию жилых домов. За 25 лет существования коллективами комбината возведены жилые дома общей площадью 24 млн. м<sup>2</sup>. По итогам работы коллектив домостроителей неоднократно удостоивался переходящего Красного знамени ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ с занесением на Всесоюзную Доску почета на ВДНХ СССР.

Хорошевский завод ЖБИ ДСК-1 — предприятие коммунистического труда. Здесь выпускаются изделия из легкого бетона на основе гипсоцементнопесчаного вяжущего, изготавливаются модернизированные санитарно-технические кабины УК-1М, УК-2М и вентиляционные блоки к ним.

Реконструкция и техническое перевооружение, осуществленные в цехах завода за последние годы, позволили поднять в 1,5 раза производительность труда, высвободить от малопродуктивного ручного труда более 30 человек. На заводе внедрена новая эффективная отделка стен листовыми и рулонными материалами непосредственно в процессе формирования санитарно-технических кабин. В 1986 г. для отделки кабин освоено декоративный стеновой материал ПВХ на вспененной основе. Кабины с новой отделкой поставляются на экспериментальный дом в Свиблове, возводимый строительно-монтажными бригадами ДСК-1.

Как уже отмечалось, на заводе осуществлены большие работы по реконструкции цехов и технологических линий. Введен в действие новый арматурный цех производительностью более 10 тыс. т арматуры в год, построен ремонтно-строительный цех, пущена технологическая линия по изготовлению щитов из пластика. На заводе постоянно следят за исправностью оборудования, своевре-

менно осуществляют его ремонт или заменяют. Так, в цехе санитарно-технических кабин № 1 смонтированы эффективные замки на формовочных машинах, в цехе № 2 с целью снижения трудовых затрат введены технологическая линия по комплектации железобетонных поддонов и ванн, портал для подачи поддонов и ванн на монтажные конвейеры, автоматический перегружатель кабин с тележек на цепной конвейер и др.

В короткий срок заводчане освоили производство коммуникационных блоков полной заводской готовности, поливинилхлоридных труб, нового типа закладных деталей. В арматурном цехе осуществлена работа по совершенствованию организации труда и производства. Так, здесь модернизированы широкосеточные машины, которые теперь оснащены автоматическими фронтальными питателями для подачи поперечных стержней. Вместо механических линий пущены в действие две автоматические производительностью на 40% выше, чем у серийно выпускаемых.

В арматурном цехе собственными силами заводчане изготовили и внедрили полуавтоматические гибочные станки, благодаря чему в цехе на 10% возросла производительность труда. Устаревшее оборудование заменено на новое высокопроизводительное. Так, установлены правильно-отрезной станок, стыковочная машина для утилизации отходов арматуры диаметром от 14 до 22 мм.

Коллектив Хорошевского завода ЖБИ досрочно выполнил плановые задания 1986 г. по всем основным технико-экономическим показателям. Сверх плана реализовано товарной продукции на сумму более 200 тыс. р., произведено дополнительно около 400 санитарно-технических кабин, сэкономлено 57 т цемента, 31 т металла, 180 тыс. кВт·ч электроэнергии и 120 т условного топлива.

Досрочное выполнение коллективом завода плановых заданий объясняется размахом социалистического соревнования в первом году двенадцатой пятилетки. Успехи коллектива завода неоднократно отмечались призовыми местами по итогам соревнования среди промышленных предприятий ДСК-1. Стабильных показателей в работе в течение 1986 г. постоянно добивались бригады формовщиков, возглавляемые А. Ф. Байковым, В. И. Фроловым, В. В. Моршкиным, В. А. Сорокиным, бригада

монтажников-сантехников В. Н. Шмакова и бригада маляров С. Д. Леоновой. Эти бригады работают с высокой производительностью, постоянно перевыполняют нормы, добиваются хороших результатов в деле экономии строительных материалов, ведут большую рационализаторскую работу.

На заводе 11 цехов носят звание высокой культуры производства, 6 бригад добились присвоения звания образцовых, более 20 цехов и 44 бригады имеют почетное звание коллективов коммунистического труда.

Важным направлением совершенствования работы всех подразделений на заводе является бригадный подряд. В настоящее время здесь более 80% заводчан трудятся по этому прогрессивному методу. Около 20 бригад на заводе комплексные с совмещением профессий. В цехе № 1 успешно трудится комплексная бригада столяров и комплектщиков, в арматурном цехе в одну бригаду объединены резчики металла, в цехе № 2 организована комплексная бригада конечной продукции, в которой трудятся маляры, столяры и монтажники санитарно-технического оборудования.

Широкое применение бригадного подряда, постоянное повышение квалификации рабочих, внедрение и распространение ценных инициатив передовиков производства, овладение смежными профессиями — все это стало повседневной нормой каждого члена коллектива Хорошевского завода.

Положительную роль при внедрении прогрессивных форм организации труда на заводе играют советы бригад. На них рассматриваются вопросы, связанные с выполнением нормативных заданий, обеспечения ритмичности работы, соблюдения договоров-подрядов между основными и вспомогательными цехами. На советах обсуждаются предложения по совершенствованию организации и улучшению условий труда, социалистического соревнования между цехами и бригадами.

Все хозрасчетные цехи завода работают по методу цехового бригадного подряда. Разработано и внедрено положение о бригадном подряде и премировании за экономию. Внедрение цехового бригадного подряда позволило повысить среднемесячную экономию материальных ресурсов, значительно снизить себестоимость продукции.

Движение за коммунистическое отношение к труду является развитием со-



циалистического соревнования на заводе, его высшей формой. Здесь это движение связывает в одно целое борьбу за решение задач в области материального производства с воспитанием коммунистического отношения к порученному делу, с борьбой за нравственное совершенствование всех работников. Заслуженным уважением пользуются на заводе передовики и новаторы производства Н. С. Быков, В. А. Киселев, Е. Г. Удиванов, П. И. Кузнецов, А. Е. Егорочкин, А. Д. Осипенко, В. Н. Кислов и многие другие.

На Хорошевском заводе, как и на всех промышленных предприятиях комбината, успешно действует творческая бригада рационализаторов и изобретателей. Их деятельность направлена на улучшение условий труда, модернизацию оборудования, снижение уровня шума в цехах, разработку новых прогрессивных технических решений и внедрение их в производство. Так, в 1986 г. изобретатели и рационализаторы завода внедрили около 70 предложений, от которых получен экономический эффект на сумму 85 тыс. р. Среди активных рационализаторов В. Н. Кислов, А. Я. Десятков, А. Ф. Байков и др.

Большое внимание на заводе уделяется вопросам повышения качества выпускаемой продукции. Важным мероприятием явилось внедрение комплексной системы управления качеством, которая учитывает бездефектное выполнение всех производственных операций, строгий пооперационный контроль, сдачу и приемку изделий и деталей с первого предъявления. За высокое качество выполненных операций предусмотренное материальное поощрение. На заводе регулярно проводятся дни качества, на которых проверяется выполнение организационно-технических мероприятий, решаются вопросы улучшения качества конечной продукции, совершенствования технологических линий и оборудования.

Комплексная система базируется на стандартах предприятия, разработанных в полном соответствии с нормативными документами. Процесс управления качеством на заводе заключается в планировании, получении и анализе информации о фактах, влияющих на качество изготовления отдельных изделий и деталей, принятии соответствующих решений по управлению качеством. При внедрении системы определены задачи, ее структура и функции, функции должностных лиц и руководителей. Так, в рамках внедренной системы управления качеством взаимосвязаны между собой технические, экономические, социальные и организационные мероприятия. Это позволяет активно влиять на все этапы формирования качества продукции.

Определенное влияние на повышение качества продукции оказало внедрение и утверждение стандартов, что позволило с большей эффективностью использовать материальные и трудовые ресурсы, объективно оценивать вклад каждого работника в дело повышения качества. Одним из главных является стандарт на пооперационный контроль, которым предусмотрено систематическое фиксирование и контроль выполнения технологических операций. Результаты контроля отмечаются в маршрутных листах. Последние разработаны на осно-

вании технологических карт на изготовление санитарно-технических кабин, коммуникационных блоков и поддонов для кабин.

Как известно, уровень производительности труда является комплексным показателем эффективности производства, характеризующим результаты работы предприятия. Именно рост производительности труда создает условия для полного выполнения планов и договорных обязательств. Этот показатель и является важнейшим при оценке эффективности работы подразделения на Хорошевском заводе. Так, за десять месяцев 1986 г. социалистические обязательства по росту производительности труда перевыполнены в бригаде В. И. Фролова на 3,1%, В. А. Сорокина на 1,7%, П. И. Смирновой на 1,5%.

Много внимания на заводе уделяется росту профессионально-технического и общеобразовательного уровня кадров. Здесь это рассматривается как одно из условий повышения производительности труда и интенсификации производственных процессов. Одно из основных мест в плане социального развития занимает работа по воспитанию достойной трудовой смены. Шефскую работу с молодым пополнением здесь ведут в базовом ПТУ № 55. На заводе успешно функционирует совет наставников. На заседаниях совета, которые проводятся регулярно, обсуждаются проблемы, связанные с работой и досугом молодых рабочих и практикантов училища. Среди наставников передовики производства В. Н. Кислов, С. Д. Леонова и др.

В настоящее время многие бригады Хорошевского завода встали на трудовую вахту по достойной встрече 70-летия Великого Октября. Ими приняты повышенные социалистические обязательства по досрочному выполнению плановых заданий 1987 г. За счет дальнейшей механизации производственных процессов, совершенствования технологии, применения эффективных материалов, оборудования, оснастки, приспособлений и внедрения передовых методов труда намечено перевыполнить плановое задание по росту производительности труда, обеспечить опережающий рост производительности труда по отношению к росту заработной платы и выполнить ряд других обязательств.

Обязательства заводчан учтены и вопросы экономии. В личные творческие планы рационализаторов и новаторов производства включены конкретные технические разработки, внедрение которых будет способствовать достижению намеченных рубежей по росту производительности труда и повышению качества выпускаемой продукции.

В настоящее время партийная организация завода усилила контроль за выполнением всех технико-экономических показателей. Одной из самых актуальных задач на современном этапе признано всемерное улучшение качества выпускаемой заводом продукции. В этом направлении предпринимаются действенные меры. Совершенствуется технология изготовления деталей, упорядочено хранение материалов, рационально эксплуатируются машины и механизмы.

Коллектив завода обязался в 1987 г. отработать два дня на сэкономленных материалах и сырье. Для реализации

этой задачи в настоящее время на заводе осуществляется ряд мероприятий, которые позволяют улучшить технологию изготовления деталей и существенно повысить экономии строительных материалов. Так, если раньше в совмещенных санитарно-технических кабинках панели задней стены монтировались на строительной площадке, то в настоящее время они формируются на заводе. Это позволило сократить трудовые затраты на монтаже, обеспечить полную заводскую готовность санитарно-технических кабин и дополнительную экономию цемента.

В последнее время на Хорошевском заводе еще больше активизировалась массово-политическая работа среди всех подразделений. Стали шире использоваться и распространяться опыт новаторов, изыскиваться резервы для досрочной реализации планов и социалистических обязательств. Как показывает практика работы передовых заводских коллективов, обеспечение более производительного труда неразрывно связано с уровнем деятельности руководителей производства — бригадиров. Для того, чтобы поднять их роль в активизации социалистического соревнования, поиске новых, менее трудоемких приемов выполнения технологических процессов и рациональных методов организации труда, на заводе проводятся постоянная их учеба, советы бригадиров.

Коллектив Хорошевского завода, как и все труженики ДСК-1, приняли социалистические обязательства на двенадцатую пятилетку. Так, запланированы мероприятия по совершенствованию технологических процессов, включающие внедрение робототехники при изготовлении закладных деталей в арматурном цехе, механизированной подачи металлопроката к 160-тонным прессам, подвесного контейнера для подачи объемных арматурных каркасов вентиляционных блоков из арматурного цеха в цех санитарно-технических кабин № 3.

Эти и другие мероприятия позволяют на 5% повысить производительность труда, исключить затраты малопроизводительного ручного труда.

Заводчане обязались в 1987 г. разработать и освоить производство качественно новых санитарно-технических кабин с улучшенной отделкой и высокими эксплуатационными характеристиками, достичь удельный вес аттестуемой продукции высшей категории качества до 60%.

Коллектив Хорошевского завода, встав на трудовую ударную вахту по достойной встрече 70-летия Великого Октября, стремится внести осязаемый вклад в успешное выполнение всеми домостроителями ДСК-1 повышенного обязательства — построить и сдать в эксплуатацию в двенадцатой пятилетке сверх плана жилых домов общей площадью 250 тыс. м<sup>2</sup> с хорошим качеством.

Нет сомнения в том, что, опираясь на большой производственный опыт, самоотверженный труд и высокую квалификацию, коллектив завода справится с заданиями и повышенными социалистическими обязательствами на 1987 г. Это будет лучшим вкладом в дело достойной встречи знаменательной даты в истории нашей страны — 70-летия Великого Октября.

## Сейсмостойкость железобетонных каркасов при сильных землетрясениях

Железобетонные каркасные здания находят широкое применение при строительстве в сейсмических районах. Их сейсмостойкость объясняется многими факторами, однако основной связан со способностью работать в упругопластической стадии деформирования. Для оценки работы железобетонных каркасных зданий в условиях сильных землетрясений разработали методику расчета рамных каркасов как нестационарных упругопластических систем на сейсмические воздействия, задаваемые акселерограммами землетрясений [1]. Для изучения особенностей деформирования конструкций исследовали изгибаемые внецентренно сжатые железобетонные элементы и каркасные системы при знакопеременных статических и динамических нагрузках в предельной стадии нагружения [2, 3]. В результате установлены параметры предельных состояний железобетонных элементов и каркасных систем, получены диаграммы неупругого деформирования, определено, что в стадии, близкой к разрушению, увеличиваются периоды собственных колебаний железобетонных каркасов. Для описания свойств каркасных зданий в условиях интенсивных нагрузок предложены изменяемые диаграммы упругопластического деформирования, параметры которых зависят от накопления пластических деформаций к рассматриваемому этапу нагружения. Отличительная особенность диаграмм заключается в возможности применения их при нестационарных режимах нагружения, что особенно важно для расчетов на сейсмические нагрузки.

На основе методики [1] разработаны алгоритмы и программа расчета нестационарных упругопластических систем на реальные сейсмические воздействия РУПС-1, позволяющие оценивать поведение железобетонных каркасных зданий в условиях сильных землетрясений.

Для плоской расчетной модели при однокомпонентном движении основания

$$\sum_{i=k}^n m_i \ddot{y}_i + R_k(t) + \chi_k (\dot{y}_k - \dot{y}_{k-1}) = - \sum_{i=k}^n m_i \ddot{y}_0(t), \quad (1)$$

где  $m_i$  — масса  $i$ -го этажа;  $y_k, \dot{y}_k, \ddot{y}_k$  — перемещение, скорость и ускорение  $i$ -го этажа;  $\ddot{y}_0(t)$  — ускорение основания;  $n$  — число этажей;  $R_k(t)$  — неупругая восстанавливающая сила в уровне  $k$ -го этажа в момент времени  $t$ , которая опи-

сывается нестационарными трилинейными или экспоненциальными диаграммами, отражающими свойства железобетонных конструкций в упругопластической стадии деформирования;  $\chi_k$  — коэффициент, учитывающий затухание системы. Обычно для практических расчетов затухание принимают в долях от критического (затухание, при котором система, выведенная из положения равновесия, совершает только один цикл колебаний). При расчетах затухание принимали равным 5% критического, что соответствует внутреннему сопротивлению конструкций  $\psi \approx 0,6$ .

При расчетах в неупругой стадии вследствие развития необратимых процессов затухание системы увеличивается, однако для более осторожных оценок коэффициент затухания принимали постоянным.

Основное достоинство и отличие алгоритма и программы РУПС от существующих в настоящее время методов и программ расчета заключается в возможности использования расчетных моделей, реализующих физические процессы колебания железобетонных каркасных зданий в условиях сейсмических воздействий высокой интенсивности, когда в конструкциях появляются и развиваются повреждения отдельных элементов и узлов, что приводит к накоплению повреждений и изменению основных динамических параметров сооружения.

Проведена оценка сейсмостойкости железобетонных 1-, 4- и 9-этажных каркасных систем, рассчитанных и запроектированных по действующим нормам, в условиях землетрясений расчетной интенсивности. Расчеты проводили по про-

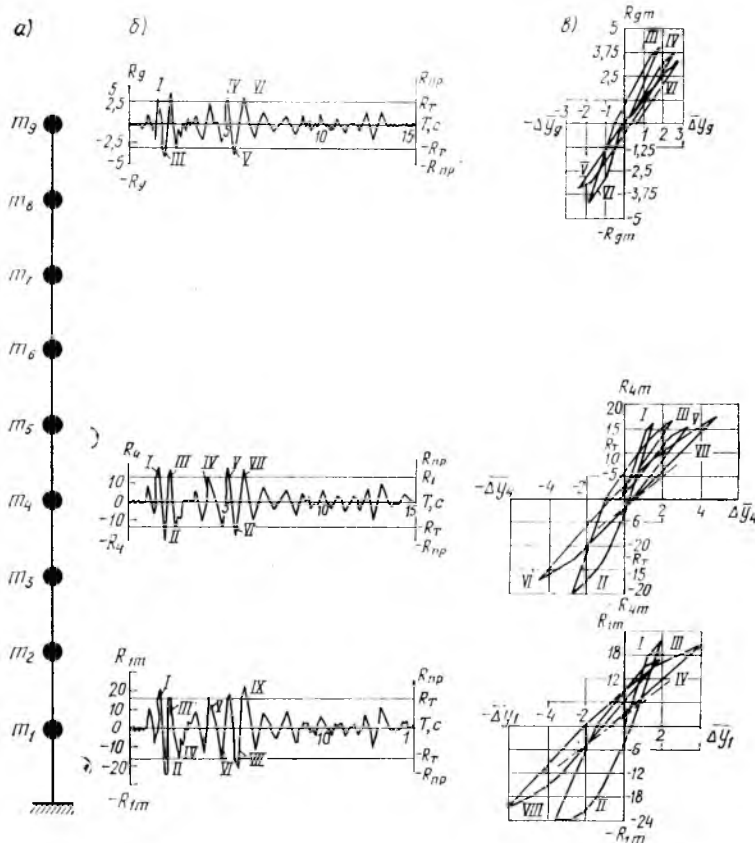


Рис. 1. Колебания и диаграммы упругопластического деформирования 9-этажного железобетонного каркасного здания. Акселерограмма землетрясения в Эль-Центро, 1940 г. (Калифорния, США)

а — расчетная схема; б — изменение реакций во времени в уровнях 1, 4 и 9 этажей; в — диаграммы деформирования в уровнях 1, 4 и 9 этажей; I—IX — упругопластические полуциклы

грамме РУПС-1 на ЭВМ ЕС-1022. При этом рассматривали системы, имеющие периоды собственных колебаний: для 1-этажных в диапазоне 0,1...2,5 с шагом 0,1...0,5 с; 4-этажных в диапазоне 0,4...3 с с шагом 0,2 и 0,5 с; 9-этажных в диапазоне 0,5...3 с с шагом 0,5 с. Массу этажей принимали равной 10 т.с<sup>2</sup>/м, а жесткости подбирали таким образом, чтобы периоды собственных колебаний основного тона отвечали заданным значениям  $T_1$ . Каждую систему рассчитывали по выборке из 18 акселерограмм, в которую включены реализации разработанного частотного состава, интенсивности и продолжительности.

В результате расчетов в процессе сейсмического воздействия в уровнях этажей на каждом шаге интегрирования ( $\Delta t = 0,005$  с) определяли реакции, ускорения, абсолютные, относительные и остаточные смещения, накопление относительных пластических деформаций, абсолютный и относительный расход энергии за рассматриваемый упругопластический полуцикл, а также за весь процесс деформирования, изменение жесткостных характеристик и периодов собственных колебаний после каждого упругопластического полуцикла колебаний. На рис. 1 показаны результаты расчета 9-этажного каркасного здания при воздействии акселерограммы землетрясения Эль-Центро (США, Калифорния).

Для оценки состояния железобетонных каркасных зданий использовали величины  $K_w$ ,  $\bar{V}$  и  $\bar{V}_{ост}$ , характеризующие расход энергии, пластические и остаточные деформации конструкций. Эти параметры, полученные при расчете каждой системы по каждой из 18 акселерограмм расчетной выборки, показывают конечное состояние здания, перенесшего землетрясение, задаваемое конкретной акселерограммой, имеющей в известной степени случайные свойства, поэтому полученные результаты можно использовать при оценке сейсмостойкости исследуемых систем с известной степенью осторожности.

Для получения надежных оценок результаты расчета рассматривали как случайные величины, а дальнейшую оценку вели методов теории вероятности. Для каждой системы на основе критериев согласия устанавливали законы распределения и при заданной обеспеченности вычисляли вероятностные значения исследуемых параметров. В большинстве случаев наилучшее приближение к эмпирической выборке дает гамма-распределение. Для некоторых систем использовали также нормальное, равномерное, экспоненциальное и релеево-экспоненциальное распределения.

Полученные результаты для 1-, 9- и 4-этажных каркасов приведены на рис. 2—4, где даны результаты обработки 320 расчетов 1-этажных, 140 4-этажных и 125 9-этажных систем.

Как видно из полученных результатов (см. рис. 2), запас несущей способности одноэтажных каркасных зданий, периоды собственных колебаний которых  $T > 0,3$  с, оказываются достаточными для восприятия землетрясений расчетной интенсивности с доверительной вероятностью не менее  $\beta_c \approx 0,8$ . Действительно, во всех случаях энергетические и деформативные параметры оказались меньше предельно допустимых. Особен-

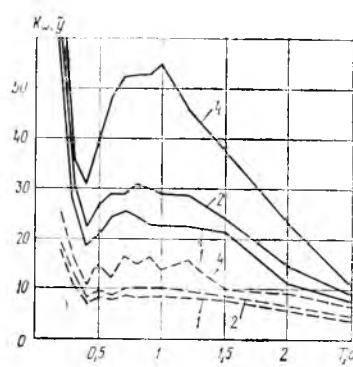


Рис. 2. Параметры предельных состояний 1-этажных каркасов (вероятностная обработка) — расход энергии; — — — относительные смещения. Цифры 1—4 соответствуют обеспеченности 0,7; 0,8; 0,9 и 0,95

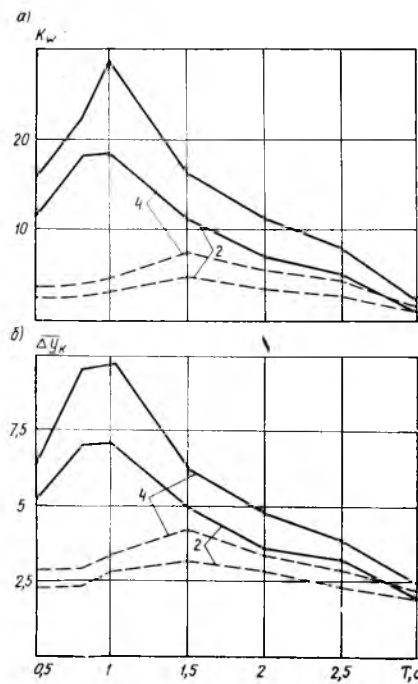
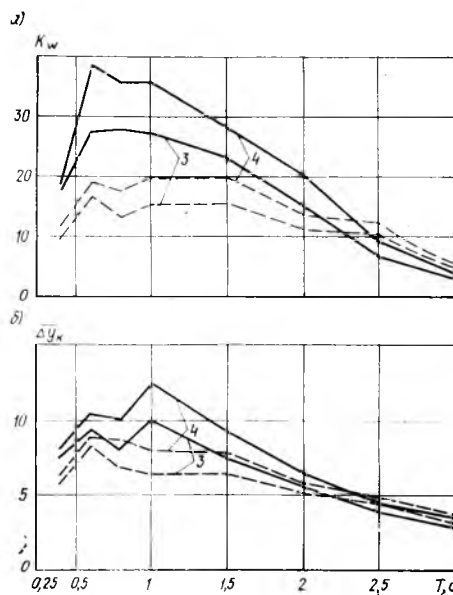


Рис. 3. Параметры предельных состояний 9-этажных каркасов (вероятностная обработка) а — расход энергии; б — относительные смещения этажей. 1—4 см. по рис. 2



но большие запасы прочности имеются у систем, периоды собственных колебаний которых больше  $T_n > 1,5$  с.

Как видно из рис. 3, 9-этажные железобетонные каркасы в условиях расчетных землетрясений работают в упругопластической стадии и в них появляются неупругие деформации и повреждения. В то же время ни в одной из систем, даже при весьма высокой для расчетов на сейсмические нагрузки доверительной вероятности  $\beta_c = 0,95$ , запас несущей способности не используется в полной мере, а параметры предельных состояний (деформативные и энергетические) не исчерпываются даже в наиболее нагруженных конструкциях в уровне первого этажа. В верхних (начиная с шестого) этажах запас прочности, обусловленный способностью деформироваться в пластической стадии, в значительной мере не используется. В то же время для повышения надежной работы сооружений более благоприятна ситуация, при которой пластические деформации развиваются преимущественно в верхних этажах здания, уменьшаясь к основанию.

Сейсмостойкость 4-этажных каркасов, запроектированных по СНиП, в большинстве случаев обеспечивается с очень высокой доверительной вероятностью  $\beta_c = 0,95$  (см. рис. 4).

Исключение составляют системы с  $T_1 = 0,6...1,4$  с. Однако и эти здания обладают вполне достаточным запасом несущей способности в условиях сильных землетрясений, поскольку их деформативные и энергетические характеристики не исчерпываются при  $\beta_c = 0,9$ , также довольно высокой для расчетов на сейсмические воздействия обеспеченности. При оценке сейсмостойкости 4-этажных каркасов в целом наблюдается та же картина, что и для 9-этажных систем, — верхние этажи имеют значительно больший запас прочности, чем нижние.

Таким образом, в результате исследований железобетонных каркасных зданий, запроектированных по действующим нормам, установлено, что в условиях интенсивных сейсмических воздействий сооружения работают не только в упругой, но и в существенно нелинейной стадии. В то же время вследствие развития упругопластических деформаций железобетонные каркасы высотой 1...9 этажей обладают достаточным запасом прочности для восприятия землетрясений расчетной интенсивности — сейсмостойкость 1-этажных систем обеспечивается с доверительной вероятностью  $\beta_c = 0,8...0,9$ ; 4-этажных  $\beta_c = 0,9...0,95$  и 9-этажных  $\beta_c = 0,95$ .

Для рационального использования запасов прочности многоэтажных каркас-

Рис. 4. Параметры предельных состояний 4-этажных каркасов (вероятностная обработка) а — расход энергии; б — относительные смещения этажей. 1—4 см. по рис. 2



ных зданий и обеспечения равномерного развития неупругих деформаций по высоте сооружения целесообразно использовать понижающие, по сравнению с нормативным распределением, коэффициенты несущей способности  $K_k^H$ . При этом расчетные значения сейсмических сил определяют по формуле

$$S_k^{\text{расч}} = S_k^H K_k^H, \quad (2)$$

где  $S_k^H$  — сейсмическая сила, полученная при расчете по нормам. Значения  $K_k^H$  для верхних этажей 9-этажных зданий (7...9) рекомендуется принимать равными 0,8, средних (4...6) — 0,9. В каркасах средней этажности в уровне верхней трети зданий  $K_k^H = 0,9$ , нижней —  $K_k^H = 1$  и средней —  $K_k^H = 0,95$ . Это способствует благоприятной работе сооружения при интенсивных сейсмических колебаниях, позволяет снизить расход материалов и получить ощутимый экономический эффект.

Сейсмостойкость железобетонных каркасных зданий при сильных землетрясениях объясняется, в первую очередь, возможностью работать в упругопластической стадии деформирования, когда в отдельных элементах и узлах конструкций появляются повреждения, возникают и развиваются пластические шарниры, что способствует интенсивному поглощению энергии колебаний и резко снижает сейсмические нагрузки.

В связи с этим для обеспечения надежной работы железобетонных каркасов в условиях расчетных землетрясений первостепенное значение приобретают конструктивные мероприятия, обеспечивающие развитие пластических деформаций железобетонных каркасных зданий. К ним относятся конструктивные решения, исключающие возможность хрупких разрушений элементов и стыков каркаса (увеличение содержания поперечной арматуры и исключение сварных соединений в зонах максимальных усилий), а также использование схем разрезы каркасов из сборных элементов,

в которых стыки вынесены из зоны действия знакопеременных моментов.

Для повышения сейсмостойкости зданий, строящихся в сейсмически активных районах, такие конструктивные решения были использованы при проектировании жилых и общественных зданий, выполненных в железобетонном рамном каркасе (серия 1-220 СА и УСК Таш-ЗНИИЭП; объемных крестов системы Ташгипрогор; каркасов серии УТР-18-1-75), что гарантирует их надежную работу в условиях возможных сильных землетрясений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ржевский В. А. Исследование нестационарных упругопластических систем при многокомпонентных сейсмических воздействиях // *Строительная механика и расчет сооружений*. — 1984. — № 3. — С. 54—58.
2. Ржевский В. А., Аванесов Г. А. Параметры предельных состояний железобетонных элементов и рамных каркасов // *Бетон и железобетон*. — 1979. — № 6. — С. 17—18.
3. Ржевский В. А. Упругопластические свойства железобетонных каркасных систем // *Строительство и архитектура Узбекистана*. — 1981. — № 7. — С. 6—10.

УДК 69.022.4(088.6)

А. П. КУДЗИС, д-р техн. наук, проф., В. Г. ПОПОВ, инж.  
(Вильнюсский инженерно-строительный ин-т)

## Трехслойные монолитные стены с новым типом гибкой связи

В настоящее время в строительстве широко используются различные конструкции трехслойных стен на гибких связях. Особенно широкое распространение они получили в крупнопанельном домостроении. В монолитном строительстве трехслойные стены используются пока сравнительно редко.

Способы возведения наружных трехслойных монолитных стен условно можно разделить на две группы: когда оба бетонных слоя монолитной стены (наружный защитный и внутренний несущий) выполняют раздельно, как обычные однослойные стены и когда наружный и внутренний бетонные слои стены выполняют одновременно. При одновременном изготовлении теплоизоляционного материала стены устанавливают в опалубку еще до бетонирования и фиксируют в проектное положение. После этого бетонную смесь подают одновременно в оба бетонируемых слоя, формируя таким образом внутренний и наружный бетонные слои

Очевидно, что второй способ возведения стен является более целесообразным и индустриальным, поскольку обеспечивает единство технологического процесса бетонирования и позволяет снизить трудозатраты. Однако при таком подходе возникает серьезная проблема, связанная с обеспечением проектного положения слоя теплоизоляционного мате-

риала при возведении стен. В эксплуатационных условиях должна быть обеспечена надежная связь бетонных слоев между собой. Кроме того, необходимо избежать образования теплопроводных включений, мостиков холода в стене.

Существующие гибкие связи обладают серьезными недостатками — они не универсальны, поскольку их конструкция зависит от типа стены, вида теплоизоляционного слоя и технологии возведения, изготовление их из металла требует антикоррозионной защиты, которая усложняет технологический процесс и часто оказывается ненадежной.

Анкерная гибкая связь, лишенная этих недостатков, разработана в Вильнюсском инженерно-строительном институте\*. Она представляет собой стержень связи из нетеплопроводного материала (в данном случае использовали стеклопластиковую арматуру СПА-6), длина которого равна расстоянию между шитами опалубки, с двумя объемными металлическими каркасами, изготовленными из арматурной проволоки диаметром 4...5 мм, закрепленными пружинящим захватом на стержне связи с обеих сторон слоя теплоизоляционного материала (рис. 1).

\* А. с. 1104218 СССР, МКП F 04 B 2/30, 284. Анкерная связь для многослойных стен / А. П. Кудзис, Р. И. Бекша, В. Г. Попов (СССР) // *Открытия. Изобретения*. — 1984. — № 27. — С. 82.

Анкерная связь для многослойных монолитных стен является универсальной, поскольку служит не только гибкой связью бетонных слоев стены в эксплуатационных условиях, но одновременно и фиксатором слоя теплоизоляционного материала в опалубке при возведении стены. Универсальность связи заключается также в том, что ее можно использовать при любом способе возведения многослойных монолитных стен. Кроме того, возможно ее применение в сборных трехслойных панелях наружных стен зданий и сооружений, причем она позволяет изготавливать сборные трехслойные панели кассетным способом. При изменении толщины бетонных слоев стены конструкция связи не меняется, что также является ее преимуществом.

Перед установкой первого объемного каркаса спаренные стержни крестовины пружинящего захвата расклинивают таким образом, чтобы в образовавшееся отверстие свободно входил стержень связи из нетеплопроводного материала (см. рис. 1). После того как каркас помещен в проектное положение, клинья вынимают и стержень связи остается обжатым в пружинящем захвате (см. рис. 1). Затем свободным концом его пропускают сквозь слой теплоизоляционного материала до упора в элемент, удерживающий изоляцию (см. рис. 1). После этого аналогичным образом устанавливают

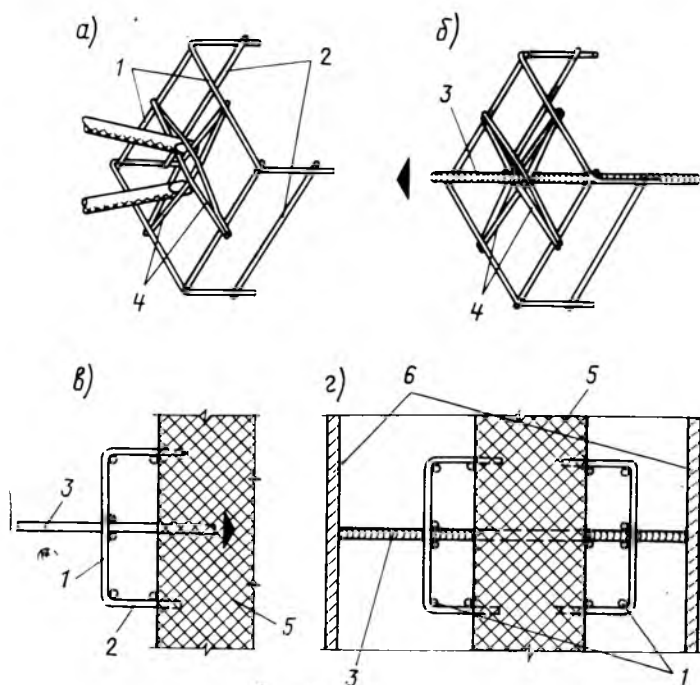


Рис. 1. Установка анкерной связи для монолитных стен на теплоизоляционный слой

а — подготовка металлического каркаса; б — металлический каркас в проектном положении на стержне связи из нетеплопроводного материала; в — анкерная связь продета одним концом сквозь теплоизоляционный слой; г — установка второго каркаса, теплоизоляционный слой зафиксирован в проектном положении в опалубке; д — металлический каркас; е — элемент, удерживающий теплоизоляцию; ж — стержень связи; з — пружинящий захват; и — теплоизоляционный слой; к — щиты опалубки

Рис. 2. Экспериментальный сельский жилой дом с трехслойными монолитными стенами



второй металлический каркас (см. рис. 1). Проектное положение теплоизоляционного слоя в опалубке фиксируют перемещением объемных каркасов относительно неподвижного стержня связи.

После возведения стены анкерная связь работает как гибкая связь наружных бетонных слоев, причем надежность анкеровки концов стержня связи в бетоне повышается включением в работу анкера не только слоя бетона, прилегающего к поверхности стержня связи, но и бетона каркасов.

Для исследования работы гибкой анкерной связи в составе трехслойной монолитной стены, а также оценки влияния предлагаемых связей на деформативность и несущую способность стены в целом провели лабораторные эксперименты. Кроме того, достоинства предлагаемой связи были проверены при строительстве одноэтажного сельского дома с монолитными трехслойными наружными стенами (см. рис. 2).

При этом изучали прочность анкеровки стержня связи из стеклопластиковой арматуры периодического профиля СПА-6 в бетоне, определяли влияние глубины заделки стержня, прочности бетона, крупности заполнителя, условий твердения, а также наличия косвенного армирования. Установлено, что при малой глубине заделки ( $l=10d$ , где  $d$  — диаметр стержня стеклопластиковой арматуры) прочность анкеровки стержня связи практически не зависит от крупности заполнителя и класса бетона. При нарушении анкеровки растягивающие напряжения в арматуре составили 150...300 МПа. При увеличении глубины заделки до  $20d$  прочность анкеровки повысилась в 2...2,5 раза.

Зависимость между прочностью бетона и напряжениями в арматуре при нарушении анкеровки при  $l=10d$  оказалась линейна во всех случаях. При  $l=20d$  прочность анкеровки не увеличивалась строго пропорционально росту

прочности бетона, причем для тяжелого бетона эта нелинейность выражалась заметнее, чем для мелкозернистого.

Результаты долговременных экспериментов свидетельствуют о том, что цементный камень и минеральная вата не влияют на прочность анкеровки стеклопластиковой арматуры в бетоне. Для установления влияния среды на прочность стеклопластиковой арматуры испытывали на растяжение стержни, выдернутые из образцов, хранившихся два года в минеральной вате и цементном камне, а также из контрольных. Воздействие агрессивной среды практически не снижает прочности на растяжение стеклопластиковой арматуры — после двух лет хранения она снизилась в среднем на 4,6%.

Результаты, полученные в ходе испытаний на сжатие фрагментов трехслойных монолитных стен в натуральную величину, позволяют сделать вывод, что гибкие связи конструкций Вильнюсского инженерно-строительного института повышают жесткость трехслойной стены из плоскости, уменьшая тем самым расчетную высоту стены. Этим объясняется, что связи обеспечивают совместную работу бетонных слоев вплоть до разрушения стены. Установлено, что связи увеличивают несущую способность рабочего слоя стены на 30%. При испытаниях фрагментов не отмечалось разрушения гибких анкерных связей вследствие недостаточной прочности анкеровки в бетонных слоях или разрыва стеклопластиковой арматуры.

Экспериментальный жилой дом с трехслойными монолитными стенами сооружен Литагропромстроем. В качестве теплоизоляционного слоя монолитных стен применяли укрупненные пакеты из блоков ячеистого бетона плотностью  $\gamma=0,3$ , толщиной 170 мм, высотой на всю стену, а также пакеты из плит жесткой минеральной ваты, общей толщиной теплоизоляционного слоя 120 мм. Трехслойные стены суммарной толщиной

360 мм изготавливали в переставной крупногабаритной металлической опалубке. Перед помещением пакетов теплоизоляционного слоя в проектное положение в опалубку на них устанавливали гибкие анкерные связи в количестве, необходимом по конструктивным соображениям. Теплоизоляционный слой продавливали стержнем связи вручную без предварительного высверливания отверстий. Способ установки связей оказался достаточно простым и технологичным. При бетонировании использовали литую бетонную смесь, для приготовления которой применяли местный кварцевый песок и пластифицирующие добавки — суперпластификатор С-3 или MLS. Литую бетонную смесь подавали в оба бетонированных слоя одновременно таким образом, чтобы давления бетонной смеси на слой теплоизоляции с обеих его сторон были одинаковы. При этом использовали как специально разработанную технологию бетонирования «снизу — вверх», так и обычную, укладывая бетонную смесь с помощью бады. В обоих случаях не отмечалось смещения теплоизоляционного слоя из проектного положения в процессе бетонирования. Применение литой бетонной смеси позволило производить бетонирование непрерывно, отказавшись от вибрирования или других способов принудительного уплотнения бетона в опалубке. Качество внешней поверхности бетонных слоев хорошее, не требующее дополнительной обработки и отделки.

Анкерные связи оказались надежными фиксаторами теплоизоляционного слоя при возведении стены. На 100 м<sup>2</sup> поверхности стены потребовалось 150...200 связей. Кроме того, наличие связей предлагаемой конструкции позволяет отказаться от дополнительной конструктивной арматуры за исключением обводной. По сравнению с обычными металлическими гибкими связями экономия металла на 100 м<sup>2</sup> поверхности стены составляет примерно 400 кг.

## Экономичные конструкции для энергетического строительства

ГрузНИИЭГС на протяжении многих лет занимается разработкой ресурсосберегающих предложений для энергетического строительства. Одно из них заключается в отказе от поперечного армирования железобетонных стоек опор, приставок для деревянных опор линий электропередачи и подстанционных стоек без снижения их прочности [1].

При определении прочности сечений, наклонных к продольной оси стоек опор, необходимо произвести расчет на действие поперечной силы и установить необходимое число хомутов. Этот расчет можно не выполнять при соблюдении условия

$$Q \leq k_1 R_{bt} b h_0, \quad (1)$$

где  $Q$  — поперечная сила, кН;  $k_1$  — коэффициент, принимаемый для тяжелого бетона равным 0,6;  $R_{bt}$  — расчетное сопротивление бетона осевому растяжению, МПа;  $b$  — ширина прямоугольного сечения конструкции, см;  $h_0$  — рабочая высота сечения, см.

В случае соблюдения условия (1) хомуты (поперечные стержни) или спирали устанавливают конструктивно, что, как правило, приводит к перерасходу стали (5...15 кг на каждую стойку в зависимости от класса напряжения ЛЭП) [2].

Например, для железобетонных вибрированных стоек марки СВ 164-11,9,

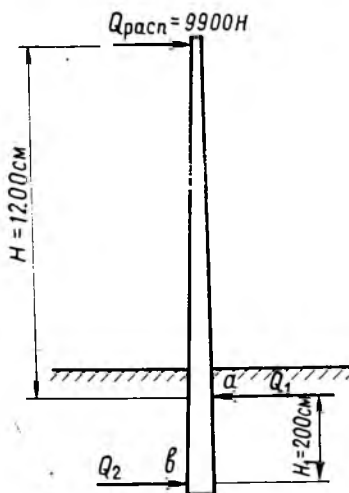


Рис. 1. Расчетная схема для определения поперечных сил, действующих в фундаменте стойки



Рис. 2. Бесспиральные вибрированные опоры ЛЭП напряжением 35 кВ, установленные в районе Абаши от подстанции Суджуна (ГССР)

применяемых для ЛЭП напряжением 35 кВ,  $Q=16,7$  кН;  $R_{bt}=1,2$  МПа;  $b=34,7$  см;  $h_0=32,7$  см. По формуле (1), условие прочности  $16,7 < 81,3$  кН [3]. Таким образом, хомуты не требуются выше уровня земли.

Рассмотрим сечение в зоне фундамента. Несущую способность (устойчивость) оснований фундаментов опор подсчитывают с учетом действия расчетных нагрузок [4]. Фундаментом одностоечных железобетонных опор служит заделанная в грунт нижняя часть стойки, усиленная, при необходимости, ригелями. Расчет несущей способности основания заключается в определении предельной горизонтальной сосредоточенной силы. При увеличении этой силы эпюра давления грунта на стойки постоянно меняется — при небольших нагрузках огибающая давлений близка к квадратичной форме, а в предельном состоянии — к трапециевидной (за исключением скальных грунтов, для которых эпюра треугольная). Для расчета стойки эпюру принимают трапециевидной [4].

Основное условие расчета несущей способности оснований стойки:

$$Q_{расч} = \frac{m Q_{конт}}{\gamma_n}, \quad (2)$$

где  $Q_{расч}$  — расчетная нагрузка на основание стойки, кН;  $m$  — коэффициент условий работы, равный 1;  $Q_{конт}$  — несущая способность или контролируемая нагрузка основания стойки. Поскольку для фундамента стойки  $\gamma_n=1$ ,  $Q_{расч}=Q_{конт}$ .

Для установления поперечных сил в фундаментах (рис. 1) используют условия равновесия:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma M_{(в)} &= 0; & -Q_1 H_1 + Q(H+H_1) &= 0; \\ \Sigma M_{(а)} &= 0; & -Q_2 H_1 + QH &= 0. \end{aligned} \right\} (3)$$

В результате получают условие (1) прочности стойки в зоне фундамента:  $69,6 < 76,8$  кН. Сложность определения поперечных сил в заделке стойки заключается в том, что ЛЭП большой протяженности сооружают на грунтах, имеющих различные характеристики, установить которые достаточно точно для каждой опоры практически невозможно. Это означает, что условие (1) может в некоторых пределах изменяться, и небольшое число хомутов, определяемое расчетом, в нижней части стойки необходимо. Однако следует иметь в виду, что действующие поперечные силы воспринимаются не только бетоном и спиралями (поперечной арматурой и хомутами), но и продольной рабочей арматурой, которая не учитывается в расчетах. Силы, воспринимаемые продольной арматурой, при сосредоточенной нагрузке составляют 20% поперечных сил, а при равномерно распределенной нагрузке, передаваемой на стойку в грунте, — 40% [5]. Таким образом, условие (1) в заделке стойки всегда выполняется, и установка хомутов не требуется. Следует также отметить, что в формуле (1) коэффициент  $k_1$  принят с запасом 40%. Следовательно, общая несущая способность стойки на поперечную силу с учетом продольной арматуры составляет  $>60\%$ . Наличие столь существенного запаса несущей способности позволяет отказаться от поперечного армирования и в фундаменте стойки, что подтверждается результатами испытаний ГрузНИИЭГС и ПО Союзтехэнерго, а также успешной эксплуатацией бесспиральных железобетонных опор на ЛЭП с 1979 г. (рис. 2). К 1986 г. протяженность линии электропередачи с использованием таких стоек составила  $>2200$  км.

Бесспиральное армирование оказалось целесообразным также при строительстве приставок для деревянных стоек опор и стоек открытых подстанций. Как известно, промежуточные опоры ЛЭП рассчитывают в поперечном направлении на нагрузку от ветра на все провода, тросы и опору (нормальный режим работы). На аварийный режим работы (при обрыве проводов или тросов), т. е. на крутящие усилия с изгибом, расчет осуществляют только для ЛЭП напряжением 35 кВ и выше. При расчете элементов на кручение с изгибом должно выполняться условие

$$T \leq 0,1 R_b b^2 h, \quad (4)$$

где  $T$  — максимальный крутящий момент, кН·м;  $b, h$  — меньший и больший размеры граней элемента, см;  $R_b$  — расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, МПа.

В случае, когда главные растягивающие напряжения  $\sigma_{m1} > 0,6$ , прочность

бетона на растяжение  $R_{bt}$  ( $G_{int} > 0,6k$ ). Главные растягивающие напряжения должны передаваться при отстегивании спирали (поперечного армирования) и дополнительной продольной арматуры, площадь которой определяется формулой

$$A_s = \frac{T a_n}{2 R_s b_n h_n} \quad (5)$$

где  $A_s$  — сечение продольного стержня арматуры, см<sup>2</sup>;  $a_n$  — расстояние между продольными стержнями, см;  $b_n$ ,  $h_n$  — ширина и высота ядра сечения, см;  $R_s$  — расчетное сопротивление арматуры, МПа.

Для уточнения величины усилия при крутящей и изгибающей нагрузках, распределяющихся между продольной арматурой и бетоном, в ГрузНИИЭГС изготовили 11 балок размером 260××270×3000 мм трех типов:

армированную восемью продольными стержнями из стали класса Ат-VI диаметром 12 мм, с поперечным армированием (хомутами) диаметром 4 мм класса В-I и шагом между хомутами 130 мм; то же, без поперечной арматуры; то же, без армирования.

В ходе испытаний один конец балки закрепляли в 1000-тонном прессе на расстоянии 50 см, а на другой конец на расстоянии 220 см устанавливали снениальную траверсу с плечом 170 см для создания крутящего момента. Нагрузку на траверсу передавали вертикально с помощью троса, прикрепленного к 5-тонному крану через динамометр (рис. 3). Балки доводили до разрушения. На каждой ступени нагрузки фиксировали деформации бетона и арматуры с помощью тензорезисторов.

Из таблицы видно, что в данном сечении поперечное армирование не влияет на несущую способность балки. Всю крутящую и изгибающую нагрузку воспринимают бетон (>60%) и продольная арматура.

| Армирование балки              | Разрушающая нагрузка, кН | Прочность бетона, МПа |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Продольные стержни и хомуты    | 10,0                     | 15                    |
|                                | 8,2                      | 32                    |
|                                | 9,0                      | 31                    |
|                                | 9,0                      | 35                    |
| Продольные стержни без хомутов | 8,3                      | 39                    |
|                                | 9,2                      | 31                    |
|                                | 5,5                      | 20                    |
|                                | 6,0                      | 22                    |
|                                | 6,0                      | 25                    |
|                                | 8,2                      | 36                    |
|                                | 6,6                      | 36                    |

Наиболее целесообразно применение вибрированных стоек для ЛЭП напряжением 0,38...35 кВ, при этом используют стандартные стойки длиной 9,11 и 16,4 м, вибрированные или центрифугированные. Однако, по данным Сельэнергопроекта, средняя удельная стоимость строительно-монтажных работ для ЛЭП напряжением 35 кВ (с проводами сечением 50...150 мм<sup>2</sup>), построенных на вибрированных стойках, на 30...40% ниже, чем на центрифугированных. Эффективность применения армированных стоек увеличивается с уменьшением сечения провода. Следовательно, оптимальная область использования вибрированных стоек опор — линии электропередачи напряжением до 35 кВ с проводами сечением <95 мм<sup>2</sup>.

Однако выпуск стоек сплошного сечения приводит к перерасходу бетона на 30%, увеличению массы стойки и существенному снижению эффективности конструкции. Для изыскания резервов экономии материальных ресурсов ГрузНИИЭГС разработал конструкцию вибрированных пустотелых стоек опор для ЛЭП напряжением до 35 кВ. Для нахождения прочностных характеристик этих стоек, выбора оптимального сечения и схемы армирования, обеспечения возможности их серийного изготовления при минимальных изменениях техноло-

гии ГрузНИИЭГС совместно с Оргэнергостроем, ПО Союзтехэнерго и заводом-изготовителем Союзэнергостройпрома в 1980—1984 гг. провели научные исследовательские и опытно-производственные работы. Главная их цель — значительное повышение эффективности конструкции благодаря сокращению расхода бетона (при образовании пустот в стойках) и стали (при уменьшении поперечного армирования), снижение массы стоек благодаря использованию обычного и легкого бетонов.

На Волжском комбинате промышленных предприятий Минэнерго СССР испытали 8 вибрированных пустотелых стоек на горизонтальном стенде в нормальном и аварийном режимах работы. В первом случае стойки разрушались при  $M_{разр} = 187...197$  кН·м, тогда как  $M_{расч} = 119$  кН·м, т. е. коэффициент надежности  $\gamma_n = 1,57...1,66$ .

Две пустотелые стойки (армированная спиралью и бесспиральная) испытывали в аварийном режиме работы. Стойка со спиралью разрушилась при нагрузке 9,2 кН, т. е. при  $M_{разр} = 95$  кН·м и  $M_{расч} = 15,5$  кН·м. Для бесспиральной стойки разрушающая нагрузка составила 10,4 кН (при  $M_{разр} = 109$  кН·м и  $M_{расч} = 17,5$  кН·м). В обоих случаях стойка разрушилась в месте крепления траверсы. При этом разрушающая нагрузка составила соответственно 117 и 132% расчетной (7,9 кН). В ПО Союзтехэнерго испытывали 10 пустотелых стоек СВн 164-11,9 в горизонтальном и вертикальном положениях (6 стоек — в нормальном режиме, остальные — в аварийном). Одновременно для сравнения испытывали стойки СВ 164-11,9 сплошного сечения.

В результате установлено, что несущая способность пустотелых стоек и стоек сплошного сечения аналогична. На Волжском КПП изготовили 48 стоек СВ 164-11,9 и установили их в районе Кобулетн на ЛЭП напряжением 35 кВ.

## Выводы

Имеются значительные возможности снижения стоимости и материалоемкости вибрированных железобетонных стоек опор ЛЭП напряжением 0,38...35 кВ.

Годовая экономия металла вследствие отказа от поперечных спиралей по заводам Минэнерго СССР составляет 14,6 тыс. т (>2,7 млн. р.).

Важность задачи совершенствования конструкций этих стоек определяется тем, что ежегодный объем их изготовления составляет примерно 70% общего объема сборного железобетона для фундаментов и опор ЛЭП всех классов напряжения.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каландадзе В. Ш. Бесспиральные железобетонные стойки опор для ВЛ 6—10 кВ // Энергетическое стр-во. — 1981. — № 5. — С. 23.
2. Каландадзе В. Ш. Рациональное армирование железобетонных опор линий электропередачи // Бетон и железобетон. — 1983. — № 1. — С. 27.
3. Каландадзе В. Ш. Железобетонные стойки опор ВЛ 0,4—35 кВ с оптимизированным поперечным армированием // Энергетическое стр-во. — 1984. — № 1. — С. 28.
4. Крюков К. П., Новгородцев Б. В. Конструкции и механический расчет линий электропередачи. — Л.: Энергия, 1979. — 293 с.
5. Пьянский А. М. Железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1950. — 354 с.

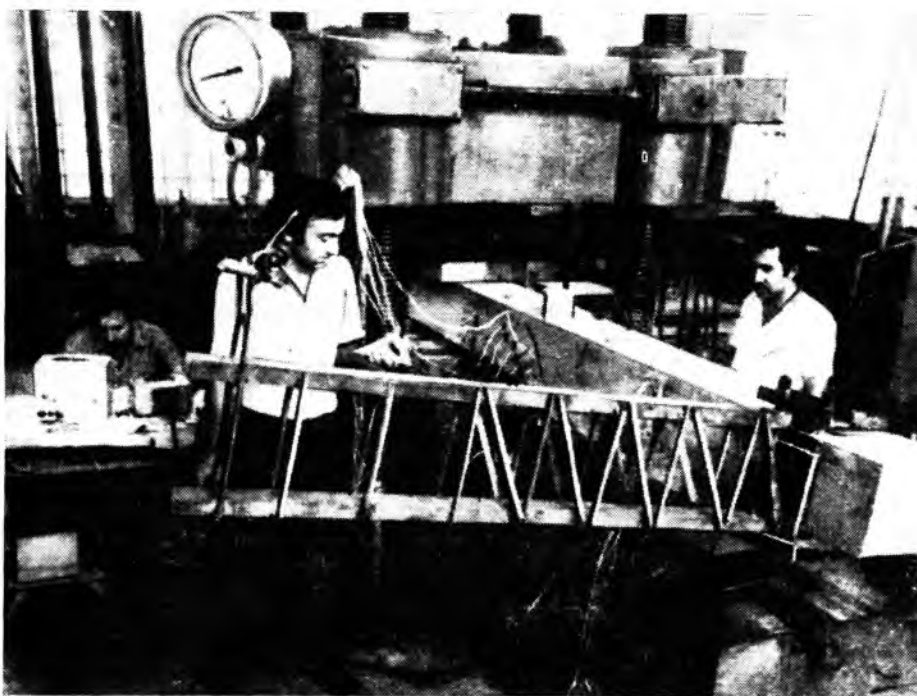


Рис. 3. Испытание балок на кручение с изгибом в ГрузНИИЭГС

## Бетоны на активизированных низкомарочных шлакопортландцементе

В строительном производстве и на предприятиях строительной индустрии широко применяются бетоны на основе шлакопортландцементов, выпуск которых в некоторых районах страны составляет 40...50% общего производства цемента. Выпускаемые в настоящее время шлакопортландцементы в основном относятся к марке 300, а отдельные предприятия выпускают низкомарочные шлакопортландцементы марок 200...250, что резко ограничивает область их применения.

Шлакопортландцемент марки 300 используют обычно в бетонах классов В7,5...В15 марки М100...М200), при этом бетон класса В15 достигается только вследствие повышенных расходов цемента. Данный вопрос приобретает особую значимость при возведении нулевых циклов зданий и сооружений в виде различных свай, опор, фундаментов, где предусматривается применение бетонов повышенных классов В20...В25 (марки М250...М350), которые к тому же в некоторых случаях могут подвергаться сульфатной агрессии.

Следует отметить, что бетоны на рядовых шлакопортландцементе обладают ценными качествами, к которым относятся их высокая сульфатостойкость, низкая экзотермия в процессе твердения, эффективное реагирование на интенсивную тепловлажностную обработку и др., что является весьма существенным фактором при решении технических и экономических вопросов.

Для повышения эффективности и расширения области применения бетонов на низкомарочных шлакопортландцементе Днепропетровским филиалом НИИСП проведены исследования с применением различных однокомпонентных и комплексных химических добавок полифункционального действия, обеспечивающих интенсификацию твердения бетонов, рост механической прочности и долговечности [1, 2]. Основной предпосылкой повышения качественных показателей бетонов на шлакопортландцементе с химическими добавками послужило интенсивное реагирование количественно преобладающей шлаковой составляющей на щелочную активизацию [3], поскольку степень гидратации шлаковой стекловидной фазы аморфной структуры, обладающей огромной скрытой гидравлической активностью, резко возрастает с увеличением рН среды и температуры твердения.

В процессе приготовления бетонной смеси применяли химические добавки различного функционального действия: ускорители твердения — сульфат натрия (СН) и нитратсодержащие добавки (нитрат кальция, НК; нитрит — нитрат кальция, ННК; нитрит — нитрат — хлорид

кальция [4], ННХК); пластифицирующие добавки, повышающие прочность, — плав дикарбоновых кислот, ПДК\*; щелочные соли ПДК (ПДКО), получаемые омыливанием ПДК щелочами NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub> и др., а также добавки ПДК и ПДКО в комплексе с сульфитно-дрожжевой бражкой (СДБ) [5].

Для приготовления тяжелого бетона использовали рядовой шлакопортландцемент марки 300, состоящий из 50% доменного основного гранулированного шлака и 50% портландцементного клинкера с содержанием C<sub>3</sub>S=57% и C<sub>3</sub>A=8%, и шлакопортландцемент, состоящий из 60% гранулированного шлака и 40% клинкера с содержанием C<sub>3</sub>S=60% и C<sub>3</sub>A=7%. Заполнителем служил гранитный щебень крупностью 5...20 мм и кварцевый песок с M<sub>к</sub>=1,5.

Эффективность добавок оценивали по общепринятой методике, сравнивая прочность и долговечность бетона с добавками и без них. Бетоны твердели в нормальных условиях и при тепловлажностной обработке с t<sub>из</sub>=60...90°C. Добавки вводили в бетонную смесь с водой затворения в количестве 0...5% массы цемента.

Исследованиями установлено, что применение низкомарочных шлакопортландцементов особенно эффективно при интенсивной тепловлажностной обработке бетона с химическими добавками. При этом резко повышаются качественные

показатели бетонов на низкоактивных шлакопортландцементе, что позволяет значительно расширить область их применения.

В таблице приведены экспериментальные данные о влиянии некоторых химических добавок на прочность бетона при сжатии, подвергнутого ТВО по режиму 2+3+8+3 ч с t<sub>из</sub>=90°C и твердевшего в нормальных условиях. Применение химических добавок значительно повышает прочность бетона на средне- и низкоактивных шлакопортландцементе как при твердении в нормальных условиях, так и при ТВО. В последнем случае сразу после теплового воздействия прочность бетона с этими добавками достигает 100...180% марочной прочности бетона без добавок (прочность бетона без добавок, твердеющего 28 сут в нормальных условиях, принята за 100%).

При использовании шлакопортландцемент марки 300 R<sub>сж</sub> к 28 сут повышается по сравнению с бетоном без добавок на 20...60%, при этом наиболее высокие показатели отмечаются при введении ННХК, ННК, ПДКО и ПДК. Аналогичная закономерность роста прочности бетона прослеживается и в бетонах на шлакопортландцементе марки 200, где эти добавки оказывают значительно более эффективное действие, обеспечивая рост прочности бетона в 1,5...2,3 раза по сравнению с бетоном без добавок.

Установлено, что добавки на основе ПДК повышают подвижность бетонной смеси с 2...3 до 7...9 см. Добавка ПДК в комплексе с СДБ еще больше увеличивает подвижность смеси, при этом

\*А. с. 1038312 СССР, МКП<sup>2</sup> Со4в 13/24. Бетонная смесь / Г. В. Пухальский, А. П. Никифоров, Л. В. Абрамова и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1983. — № 32. — С. 83.

| Добавка                       | Количество добавки, % массы цемента | О. К., см | Прочность бетона при сжатии, в возрасте, сут |        |                      |        |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|--------|----------------------|--------|
|                               |                                     |           | ТВО                                          |        | Нормальное твердение |        |
|                               |                                     |           | 0,4                                          | 28     | 7                    | 28     |
| Шлакопортландцемент марки 300 |                                     |           |                                              |        |                      |        |
| —                             | —                                   | 2         | 15/71                                        | 22/104 | 10/47                | 21/100 |
| НК                            | 3                                   | 3         | 19/90                                        | 27/128 | 13/62                | 24/115 |
| ННК                           | 3                                   | 3         | 23/109                                       | 31/147 | 14/67                | 27/129 |
| ННХК                          | 2                                   | 5         | 24/114                                       | 34/162 | 15/71                | 30/143 |
| СН                            | 3                                   | 3         | 22/104                                       | 27/128 | 12/58                | 24/115 |
| ПДК                           | 0,7                                 | 7         | 21/100                                       | 28/133 | 13/68                | 26/124 |
| ПДКО                          | 0,7                                 | 9         | 22/104                                       | 30/143 | 15/71                | 27/130 |
| ПДК + СДБ                     | 0,7+0,15                            | 19        | 20/95                                        | 27/128 | 12/58                | 24/115 |
| Шлакопортландцемент марки 200 |                                     |           |                                              |        |                      |        |
| —                             | —                                   | 2         | 13/100                                       | 20/154 | 6/46                 | 13/100 |
| НК                            | 3                                   | 3         | 19/146                                       | 24/184 | 9/69                 | 18/138 |
| ННК                           | 3                                   | 4         | 21/161                                       | 28/215 | 11/85                | 21/162 |
| ННХК                          | 2                                   | 5         | 24/184                                       | 32/169 | 11/85                | 22/169 |
| СН                            | 3                                   | 4         | 24/184                                       | 30/230 | 11/85                | 21/168 |
| ПДК                           | 0,7                                 | 8         | 25/192                                       | 32/246 | 14/108               | 23/176 |
| ПДК + СДБ                     | 0,7+0,15                            | 18        | 24/184                                       | 31/238 | 13/100               | 22/169 |

Примечания. 1. Ц=365 кг/м<sup>3</sup>; В/Ц=0,5. 2. Перед чертой — прочность, МПа; после черты — % R<sub>28</sub>.



прочность бетона с добавками возрастает на 20% и более.

На рис. 1 приведены данные о кинетике твердения бетона с различными химическими добавками в нормальных условиях. Характерно, что прочность бетона с добавками со временем возрастает. Если к 28-суточному возрасту прочность бетона марки М 200 с добавками увеличилась по сравнению с бетоном без добавок на 25...45%, то к 6 мес она возросла на 35...60%. Наиболее эффективными добавками являются ННХК, ННК, ПДК при содержании их в бетоне в оптимальном количестве. Применение указанных химических добавок, обеспечивающих повышение прочности бетона, способствует экономии цемента на 15...25%.

Производство сборных железобетонных изделий и конструкций на низкоактивных шлакопортландцементе характеризуется длительным периодом общего цикла ТВО, повышенным расходом энергоресурсов, снижением производительности технологических линий. Эти негативные факторы в значительной мере устраняются при введении химических добавок. На рис. 2 приведена кинетика роста прочности бетона марки М 200 на шлакопортландцементе марки 300 при тепловлажностной обработке различной интенсивности. Изотермический прогрев при 60...65°C эффективен для бетонов с добавками ПДК и ННХК. В этом случае достигается высокая прочность бетона. С увеличением  $t_{из}$  до 90°C прочность бетона резко возрастает, причем максимальная прочность достигается при введении в бетон СН и ННК. Общим для рассматриваемых случаев является значительное повышение прочности бетонов с указанными добавками, а также сокращение времени ТВО.

Применяя однокомпонентные и комплексные химические добавки, можно получить 100%-ную марочную прочность бетона на шлакопортландцементе марки 300 в течение 5...6 ч изотермического прогрева при  $t_{из}=90...95°C$  или 70%-ную марочную прочность при  $t_{из}=60...70°C$ , т. е. создаются условия для сокращения продолжительности ТВО на 30...40%.

Таким образом, в результате химической и особенно термохимической активизации шлакопортландцементов средних

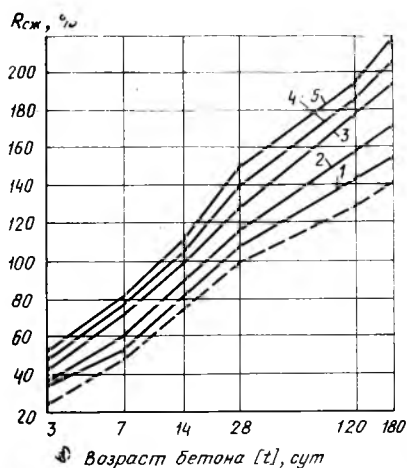


Рис. 1. Рост прочности бетона марки М 200 на шлакопортландцементе марки 300, твердевшего в нормальных условиях — — — без добавок; 1 — с добавкой НК 3% массы цемента; 2 — то же, СН 2%; 3 — то же, ПДК 0,7%; 4 — то же, ННК 3%; 5 — то же, ННХК 2%

и низких марок можно получить бетоны марок М250...М300 с расходом цемента в пределах установленных норм.

Исследованиями установлено, что бетоны на шлакопортландцементе марки 300, активизированные добавками ННХК, ННК, СН, ПДК и комплексами на его основе, выдерживают 200...300 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Более высокой морозостойкостью характеризуются бетоны с этими химическими добавками, подвергнутые интенсивной тепловлажностной обработке.

Заслуживают внимания вопросы долговечности и стойкости таких бетонов в водных сульфатных средах, распространенных во многих регионах страны. С этой целью исследовали бетоны на шлакопортландцементе марок 300 и 200 с содержанием гранулированного шлака 50...60% и применением клинкера, содержащего 8...9% трехкальциевого алюмината. В качестве химических добавок для повышения сульфатостойкости бетона применяли кремнийорганические жидкости ГКЖ-11, 136-41, воздухововлекающую добавку СНВ, а также комплекс-

ную добавку ННК+СН. По методике НИИЖБ определяли механическую прочность бетона марки М 200 при сжатии и изгибе с установлением коэффициента стойкости образцов, постоянно находившихся в 4,4%-ном водном растворе сульфата натрия. В качестве эталона для сравнения применяли бетон марки М 200 на сульфатостойком портландцементе марки 400 Амвросиевского завода.

Опыты свидетельствуют, что бетоны на шлакопортландцементе с содержанием 50...60% доменного гранулированного шлака обладают повышенной сульфатостойкостью, характеризуемой коэффициентом стойкости 0,9...1. Введение в бетонную смесь указанных химических добавок позволяет существенно повысить сульфатостойкость бетона. Наиболее высокие показатели сульфатостойкости бетона достигнуты при введении добавок ННК+СН в количестве 1+0,4% массы цемента; ГКЖ-11, 136-41 — 0,1...0,2% СНВ — 0,025%, при этом коэффициенты стойкости бетона в сульфатной среде к 56 сут составляли 1,15...1,2.

Строительными предприятиями УССР изготовлено около 75 тыс. м<sup>3</sup> сборных железобетонных изделий с применением в качестве ускорителя твердения нитрата кальция. Экономический эффект составил более 200 тыс. р., экономия условного топлива — 470 т. Использование добавки ПДК при производстве сборных и монолитных изделий и конструкций в Днепрпетровске, Кировограде, Севастополе и др. в объеме 360 тыс. м<sup>3</sup> снизило стоимость продукции на 550 тыс. р., позволило сэкономить 6 тыс. т цемента, 900 т усл. топлива, 22 чел.-лет трудозатрат.

## Выводы

Введение рассмотренных интенсифицирующих химических добавок в бетонную смесь на низкоактивных шлакопортландцементе обеспечивает получение бетонов марок М200...М300 при расходе цемента в пределах установленных норм.

Наиболее высокая эффективность достигается при введении в бетоны химических добавок ННК, СН, ННХК, ПДК, ПДКО и интенсивной тепловлажностной обработке.

Применение указанных добавок в бетоне позволяет повысить прочность и долговечность бетона на 1,5...1,7 раза; уменьшить расход цемента на 15...25%; сократить продолжительность ТВО на 30...40%; снизить стоимость 1 м<sup>3</sup> бетона на 1,5...2,5 р.; трудозатраты на 0,05...0,07 чел.-дн.; энергоресурсы — на 0,04...0,06 Гкал.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по применению химических добавок к бетону. — М.: Стройиздат, 1975. — 65 с.
2. Методические рекомендации по интенсификации твердения пропариваемых бетонов химическими добавками. — Киев: НИИСП, 1983. — 26 с.
3. Пухальский Г. В., Носенко Т. Ф. Высокоактивные вяжущие на основе тонкомолотых доменных гранулированных шлаков // Строительные материалы. — 1970. — № 3. — С. 29.
4. Иноземцев Г. П., Алимов Ш. С., Ратинов В. Б. Повышение эффективности тепловлажностной обработки бетонов путем введения комплексных добавок // Бетон и железобетон. — 1972. — № 10. — С. 21.
5. Правила применения ПДК (плава дикарбоновых кислот) в качестве добавки в бетон. ВСН 677 УССР 439 84. — Киев: НИИСП, 1984. — 26 с.

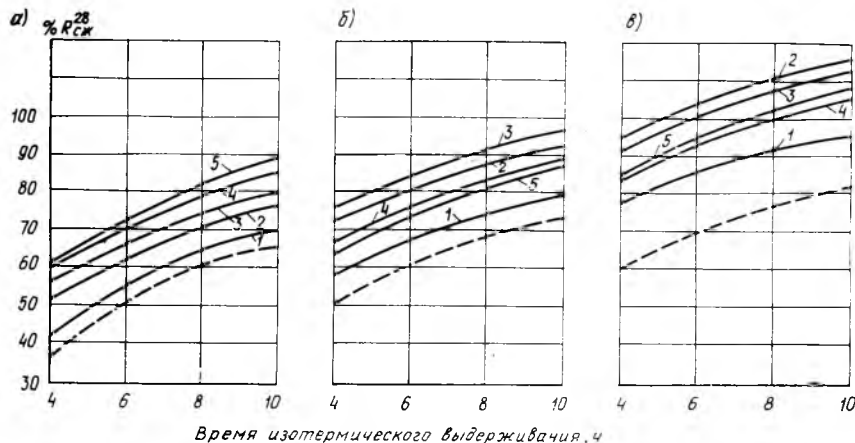


Рис. 2. Кинетика роста прочности бетона марки М 200 на шлакопортландцементе марки 300 при ТВО

а —  $t_{из}=60°C$ ; б —  $t_{из}=80°C$ ; в —  $t_{из}=90°C$ ; — — — бетон без добавок; 1 — то же, с добавкой НК 2% массы цемента; 2 — то же, ННК 3%; 3 — то же, СН 2%; 4 — то же, ННК 2%; 5 — то же, ПДК 0,7%

В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., В. А. ПОПОВА, канд. техн. наук,  
М. И. БЕЙЛИНА, инж. (НИИЖБ)

## Шлаконапрягающие и шлакоалюминатонапрягающие цементы и бетоны на их основе

Применение напрягающего цемента позволяет повысить водонепроницаемость, трещиностойкость и срок службы сборных и монолитных железобетонных конструкций. В настоящее время наряду с напрягающим цементом (НЦ) энергичной самонапряжения от 2 МПа и выше (НЦ-20 и НЦ-40 по ТУ 21-20-18-80), наша промышленность выпускает напрягающий цемент с низкой энергичной самонапряжения — НЦ-10 по ТУ 21-20-48-82. Отличается НЦ-10 от НЦ-20 тем, что часть дефицитных и дорогостоящих глиноземистых шлаков в нем уменьшена или частично заменена доступными доменными гранулированными шлаками. В последние годы в НИИЖБ и НИИЦементе выполняются разработки технологического регламента производства НЦ-10 (а позднее и НЦ-20) с полной заменой глиноземистых шлаков доменными гранулированными шлаками — т. е. шлаконапрягающих цементов (ШНЦ).

Напрягающий цемент НЦ-10 может применяться в неармированных и слабоармированных конструкциях, к которым предъявляются требования водонепроницаемости, а самонапряжение в расчете не учитывается. Такой цемент лишь незначительно дороже портландцемента соответствующих марок. Его в настоящее время применяют в первую очередь в объемно-блочном домостроении, обеспечивая повышение трещиностойкости, сокращая цикл тепловлажностной обработки блок-комнат, а также для облегчения выпрессовки блоков с сердечника и достижения водонепроницаемости. Кроме того, его используют для повышения качества массовых железобетонных конструкций и для уменьшения числа усадочных трещин в густоармированных железобетонных конструкциях. Применение НЦ-10 также дает возможность исключить устройство специальной, как правило, сложной и трудоемкой гидроизоляции.

Промышленный выпуск в стране НЦ-10 и НЦ-20, производимых на базе глиноземистых шлаков, сталефенированных шлаков и сульфоалюминатного клинкера, может быть существенно расширен при использовании алюминатной составляющей НЦ доменного гранулированного шлака и алунитовых руд.

В настоящее время Волковиский цементно-шиферный комбинат выпускает для строительных организаций БССР напрягающий цемент НЦ-10 по ТУ 21-20-48-82, который используют для гидроизоляционных работ и в объемно-блочном домостроении. В составе НЦ-10 Волковисского завода часть глиноземистых шлаков заменена гранулирован-

ным доменным шлаком. Партия НЦ-10 была применена в Минске для изготовления прессованных труб большого диаметра.

Испытания по ГОСТ 10178—76 показали, что НЦ-10 имеет низкую водопоглощаемость. Нормальная плотность цементного теста — 23,5%; сроки схватывания практически не отличаются от сроков схватывания портландцемента: начало — 2 ч 45 мин, конец — 5 ч 25 мин. В растворе 1:3 при  $B/C=0,36$  и распыле конуса 113 см прочность при изгибе в возрасте 28 сут — 4,8 МПа, при сжатии — 4,26 МПа. Химический анализ показал содержание основных окислов:  $Al_2O_3$  — 5,74%,  $SO_3$  — 3,7%. Результаты испытаний цемента по ТУ 21-20-48-82 показаны в табл. 1.

Из этого вяжущего были изготовлены и испытаны бетонные образцы следующего состава (на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси): НЦ-10 500 кг, песок 565 кг, щебень фракции 5...15 мм 1125 кг, вода 200 л. Осадка конуса бетонной смеси 4 см.

Образцы испытывали в нормальных условиях и при следующих режимах тепловлажностной обработки: температура 60 и 90°C, предварительная выдержка 1 ч, подъем температуры 1 ч, изотермическая выдержка 6 ч. Сразу после изготовления образцы подвергались

Таблица 1

| Возраст образцов с момента изготовления, сут. | Самонапряжение, МПа | Свободное расширение, % | Прочность $F$ (сжатие/изгиб), МПа |
|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1                                             | 0,15                | —                       | 9,2/2,8                           |
| 3                                             | 0,5                 | 0,08                    | —                                 |
| 7                                             | 0,5                 | 0,08                    | 50,7/7,2                          |
| 14                                            | 0,5                 | 0,08                    | 55,5/8,2                          |
| 28                                            | 0,5                 | 0,08                    | 58,0/11,2                         |
| 6 мес                                         | 0,5                 | 0,08                    | 77,0/12,6                         |

Примечание. Раствор 1:1;  $B/C=0,3$ .

Таблица 2

| Возраст образцов с момента изготовления | Прочность, МПа, НЦ-10 Волковисского завода при |      |      |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------|------|
|                                         | нормальных условиях                            | 60°C | 90°C |
| 2 ч                                     | —                                              | 2,02 | 4,9  |
| 4 ч                                     | —                                              | 11,5 | 18,4 |
| 6 ч                                     | —                                              | 17,5 | 26,7 |
| 8 ч                                     | —                                              | 21,8 | 27,8 |
| 1 сут                                   | 4,84                                           | 29,6 | 32,8 |
| 7 сут                                   | 33,6                                           | 42,1 | 41,4 |
| 28 сут                                  | 44,0                                           | 50,6 | 45,5 |
| 6 мес                                   | 49,3                                           | 51,5 | 50,5 |

ТВО, а затем их распалубливали и испытывали. В возрасте 5 сут образцы нормального твердения достигли самонапряжения 0,3 МПа, которое сохранилось неизменным до 6 мес. Кинетика роста прочности образцов представлена в табл. 2.

Как видно из данных таблицы, бетон имеет высокую скорость набора прочности при ТВО, что является характерной особенностью всех напрягающих цементов. Так, после 5 ч ТВО при 90°C и 8 ч при 60°C образцы имели прочность >20 МПа, а в возрасте 28 сут >45 МПа.

Проведенные в прошедшей пятилетке исследования и накопленный в НИИЖБ экспериментальный материал позволяют ставить перед Министерством промышленности строительных материалов СССР вопрос о начале промышленного производства ШНЦ-10 и ШНЦ-20 без каких-либо переустройств или дооборудования ряда цементных заводов, которые производили шлакопортландцемент по ГОСТ 10178—76. Сырьем для производства ШНЦ являются портландцементный клинкер (70...50%), доменный гранулированный шлак (40...15%), гипсовый камень (8...15%) и, при необходимости, регулирующая добавка (до 5 %).

Исследования проводили на низкоосновных доменных шлаках (№ 1) Липецкого металлургического завода «Свободный Сокол» и (№ 2) Ново-Липецкого металлургического комбината. Выбор оптимального состава ШНЦ был основан на исследовании 80 составов. Оптимальным является состав 65:25:10 (портландцемент: доменный шлак: гипсовый камень) для шлака № 1 и 63:25:12 для шлака № 2. Содержание  $Al_2O_3$  в шлаках № 1 — 7,92, № 2 — 10,72%. В портландцементном клинкере содержание алюминатов было 5,29%.

Изучение технических свойств ШНЦ показало, что свободное расширение раствора по ТУ 21-20-48-82 составляет 1...1,5%; стабилизация расширения наступает при нормальном твердении на 14...21 сутки, при тепловлажностной обработке (ТВО) — на 7...14 сутки. Прочность при сжатии образцов нормального влажностного твердения составила через 3 сут 17...21 МПа, через 28 сут — 45...56 МПа, в возрасте 1 год — 65 МПа; после ТВО (1+3+2) ч при 90°C прочность через 6 ч составила 17...18 МПа, в возрасте 28 сут — 40...45 МПа. Самонапряжение при хранении в воде через 28 сут — 2,4 МПа, после ТВО на 3...5 сут — 2,5...2,8 МПа, через 28 сут — 2,65...2,95 МПа.

Таблица 3

| Выдержка до ТВО, ч | Изотермическая выдержка, ч | Прочность на сжатие, МПа, в возрасте |       |       |       |        | Самонапряжение, МПа |                   |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|---------------------|-------------------|
|                    |                            | после ТВО                            | 1 сут | 3 сут | 7 сут | 28 сут | после ТВО           | в возрасте 28 сут |
| 0                  | 3                          | 8,2                                  | 10,6  | 16,5  | 21,6  | 39,4   | 0,1                 | 0,7               |
| 1                  | 3                          | 8,0                                  | 10,8  | 18,7  | 28,3  | 40,6   | 0,2                 | 0,8               |
| 2                  | 3                          | 8,8                                  | 9,7   | 16,2  | 22,0  | 41,6   | 0,15                | 0,8               |
| 3                  | 5                          | 9,1                                  | 12,6  | 14,9  | 18,5  | 40,2   | 0,3                 | 0,8               |
| 4                  | 8                          | 11,2                                 | 12,0  | 20,1  | 30,7  | 38,7   | 0,7                 | 1,0               |
| 5                  | 10                         | 10,8                                 | 11,8  | 16,0  | 20,5  | 43,2   | 0,2                 | 0,8               |

Таблица 4

| Способ замедления твердения, вид добавки | Количество замедлителя, % массы вяжущего | Состав смеси      | В/Ц          | Сроки схватывания, мин |          |
|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------|--------------|------------------------|----------|
|                                          |                                          |                   |              | начало                 | конец    |
| Предварительная гидратация               | 7% воды                                  | Тесто Раствор 1:1 | 0,27<br>0,31 | 3<br>34                | 6<br>47  |
| Виброперемешивание, 10 мин               | —                                        | Тесто Раствор     | 0,27<br>0,31 | 23<br>28               | 36<br>41 |
| СДБ                                      | 0,15                                     | Тесто             | 0,25         | 37                     | 52       |
| СНВ                                      | 0,03                                     | Тесто             | 0,23         | 35                     | 43       |
| СДБ + СНВ                                | 0,15—0,02                                | Тесто             | 0,23         | 42                     | 56       |

Введение в состав ШНЦ добавки 5%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  увеличивает на 10...15% показатели прочности во все сроки твердения, а самонапряжение — на 5...10%.

Для повышения прочности напрягающего бетона применяли добавку золы-уноса в количестве 7%. Золы-унос — продукт сгорания измельченного каменного угля на тепловых электростанциях. Ее химический состав таков (%):  $\text{SiO}_2$  — 74,7;  $\text{MgO}$  — 0,8;  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  — 9,7;  $\text{SO}_3$  — 0,1;  $\text{CaO}$  — 0,4;  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  — 2,1; п. п. п. — 5,9.

Добавка золы-уноса увеличивает прочность бетона на 20%, а самонапряжение — на 10%, не снижая свободного расширения и не меняя характер его роста во времени.

| Сроки испытания образцов | Момент появления фильтрации воды в образцах, атм |                  |        |                       |       |       | Максимальное испытательное давление в образцах, атм |                  |                       |        | Время выдерживания образцов при максимальном испытательном давлении, ч |                  |                       |        |
|--------------------------|--------------------------------------------------|------------------|--------|-----------------------|-------|-------|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|--------|
|                          | пропаренных                                      |                  |        | нормального твердения |       |       | пропаренных                                         |                  | нормального твердения |        | пропаренных                                                            |                  | нормального твердения |        |
|                          | после ТВО                                        | в возрасте 3 сут | 14 сут | 28 сут                | 3 мес | 6 мес | после ТВО                                           | в возрасте 3 сут | 14 сут                | 28 сут | после ТВО                                                              | в возрасте 3 сут | 14 сут                | 28 сут |
| После ТВО                | нет                                              | нет              | нет    | нет                   | нет   | нет   | 10                                                  | 10               | 10                    | —      | 24                                                                     | 24               | 24                    | —      |
| В возрасте 3 сут         | 12                                               | 14               | 11     | 6                     | 6     | 7,7   | 15                                                  | 16               | 13                    | 20     | 4                                                                      | 4                | 4                     | —      |
| 14 сут                   | 16                                               | 16               | 12     | 12                    | 12    | 16    | 18                                                  | 18               | 11                    | 20     | 6                                                                      | 6                | 6                     | —      |
| 28 сут                   | 18                                               | 18               | 16     | 17                    | 14    | 18    | 20                                                  | 20               | 18                    | 20     | 8                                                                      | 8                | 8                     | —      |
| 3 мес                    | нет                                              | нет              | нет    | —                     | 16    | 20    | 25                                                  | 25               | 25                    | —      | 24                                                                     | 24               | 24                    | —      |
| 6 мес                    | нет                                              | нет              | нет    | нет                   | нет   | нет   | 25                                                  | 25               | 25                    | 25     | 8                                                                      | 8                | 8                     | 8      |

Бетонные образцы нормального твердения при расходе ШНЦ  $400 \text{ кг/м}^3$  ( $B/C=0,45$ ) имели самонапряжение 0,9 МПа, прочность в возрасте 1 сут — 14 МПа; 3 сут — 20,5 МПа; 14 сут — 32,6 МПа; 28 сут — 42 МПа. Тепло-влажностная обработка бетонных образцов осуществлялась при  $95^\circ\text{C}$ . Основные физико-механические характеристики бетона, подвергнутого ТВО по различному режиму, приведены в табл. 3. Как видно из приведенных данных, время выдержки перед ТВО (от 1 до 4 ч) мало влияет на прочностные и энергетические показатели напрягающего бетона. Длительность прогрева также несущественно влияет на его основные показатели, поэтому для напрягающего бетона на ШНЦ может быть рекомендован режим ТВО при  $95^\circ\text{C}$  в течение 3 ч с предварительной выдержкой образцов в течение 1 ч.

Шлаконапрягающие цементы — быстросхватывающиеся вяжущие, они требуют использования при твердении добавок замедлителей, таких как декстрины, С-3, СДБ, СНВ, СНВ+СДБ (табл. 4).

Растворы и бетоны на ШНЦ водонепроницаемы при 25 атм (табл. 5).

В настоящее время разработана технология получения сульфатированного алунином напрягающего цемента. В

этом случае НЦ получают путем обжига и помола смеси алунитовой породы и известняка. Обжиг осуществляется на той же печи цементного завода, что и обжиг портландцементного клинкера, но при более низкой температуре —  $1250...1300^\circ\text{C}$ . Для помола сульфатированного клинкера используют имеющееся оборудование завода.

Таким образом, для производства НЦ по этой технологии не требуется специального технологического оборудования, не используются дефицитные глиноземистые шлаки, не применяется портландцементный клинкер. Добавка к такому цементу до 30% доменного гранулированного шлака позволит не только существенно снизить стоимость шлакоалунинонапрягающего цемента (ШАНЦ), но и значительно увеличить объем его производства.

Производство напрягающего цемента на основе портландцемента и доменных гранулированных шлаков с добавками (ШНЦ) может быть организовано на любом цементном заводе.

Использование доменных гранулированных шлаков и алунитовой руды позволяет получить высококачественное дешевое шлаковое вяжущее, которое благодаря быстрому затвердеванию, повышенной водонепроницаемости и трещиностойкости может найти широкое применение в строительстве.

Разработанный в НИИЖБ новый вид напрягающего цемента — шлаконапрягающий является крупным научным достижением, которое создает внушительную базу для производства НЦ в очень больших количествах, исчисляемых миллионами тонн.

Действительно, в СССР на многих цементных заводах выпускается шлакопортландцемент с ежегодными объемами до 30 млн. т. Крупных капиталовложений для перевода этих заводов на выпуск ШНЦ не требуется, поскольку линии по производству шлакопортландцемента оборудованы фидерами питания портландцементного клинкера, гипса и доменного гранулированного шлака.

Возможно, что фидеры питания гипса при таком переводе придется заменить более мощными.

Первоочередной задачей науки в деле обеспечения цементной промышленности технологическими картами изготовления ШНЦ является совместная с цементными заводами, производящими шлакопортландцемент, отработка составов ШНЦ в соответствии с меняющимся содержанием алуминатных составляющих в том или ином шлаке.

Т. В. КУЗНЕЦОВА, д-р техн. наук,  
проф., лауреат премии Совета  
Министров СССР 1980 г.

## О масштабных коэффициентах при определении прочности тяжелого бетона

Прочность основной массы сборных бетонных и железобетонных изделий, выпускаемых из тяжелого бетона (более 100 млн. м<sup>3</sup> бетона в год) контролируется разрушающими испытаниями образцов-кубов с ребром 100 мм по методике ГОСТ 10180—78. Одним из важнейших элементов этой методики, имеющим большое технико-экономическое значение, является применение масштабных коэффициентов приведения прочности к базовому размеру образца, принятому в стандарте.

С 1976 г. за базовый образец при определении прочности на сжатие в СССР, как и в других странах СЭВ, принят образец-куб с ребром 150 мм. При этом в ГОСТ 10180—74 был принят единый масштабный коэффициент для кубов с ребром 100 мм, не зависящий от класса бетона и равный 0,91. Затем этот масштабный коэффициент был увеличен до 0,95 и согласован в СТ СЭВ 3978—83, введенном «Изменениями № 1» в ГОСТ 10180—78 с 1 января 1985 г.

Отказ от дифференцированных масштабных коэффициентов и их повышение, особенно для бетона высоких классов, явились результатом анализа большого числа экспериментальных работ в этой области и практического опыта предприятий стройиндустрии по определению и контролю прочности бетона [1...5].

Работами советских и зарубежных исследователей установлено, что на значение масштабных коэффициентов при определении прочности бетона на сжатие влияют многочисленные технологические и метрологические факторы. В связи с этим в стандартах предусмотрено экспериментальное определение масштабных коэффициентов для каждого предприятия с его конкретным технологическим и испытательным оборудованием. Однако, учитывая известные организационные трудности в проведении экспериментальных работ на производстве, в стандарте даны табличные минимальные значения масштабных коэффициентов, которые разрешено применять при отсутствии экспериментальных. Как показывает практика, большинство предприятий пользуются именно табличными значениями. В связи с этим необходимо приблизить табличные значения масштабных коэффициентов к средним, характеризующим современное состояние методики и испытательной техники, применяемых на действующих предприятиях. Хотя имеющиеся достаточно надежные экспериментальные данные показывают, что при обеспечении одинаковых коэффициентов уплотнения бетонной смеси масштабные коэффициенты для образцов всех размеров близки к единице, но в реальных условиях изго-

товления это равенство обычно не достигается. Поэтому учет масштабного фактора в настоящее время необходим.

Изучение изменения масштабного коэффициента  $\alpha_{10}$  для кубов с ребром 100 и 150 мм в отечественных стандартах на методы определения прочности бетона (табл. 1) показало, что за несколько последних десятилетий этот коэффициент был близок к 0,95 и только в 1967—1983 гг. без должного обоснования снижен до 0,91.

При подготовке «Изменений № 1» к ГОСТ 10180—78 для более надежной оценки масштабных коэффициентов были проанализированы многочисленные отечественные и зарубежные публикации и нормативные документы по этому вопросу.

Обобщенные данные (табл. 2) показывают, что для условий нашей страны обеспеченность принятого в настоящее время ГОСТ 10180—78 масштабного коэффициента  $\alpha_{10}=0,95$  составляет около 70%, а для всех проанализированных источников — более 50%, что, очевидно, можно считать достаточным обоснованием принятого в стандарте решения. При этом необходимо иметь в виду, что низкое качество форм для изготовления контрольных и эталонных образцов, как правило, занижает значение масштабного коэффициента  $\alpha_{10}$ .

Таблица 1

| Документ       | $\alpha_{10}$ * |
|----------------|-----------------|
| ГОСТ 6901—54   | 0,94            |
| ГОСТ 10180—62  | 0,94            |
| ГОСТ 10180—67  | 0,90            |
| ГОСТ 10180—74  | 0,91            |
| ГОСТ 10180—78  | 0,91            |
| СТ СЭВ 3978—83 | 0,95            |

\* Масштабные коэффициенты приведены к эталонному образцу-кубу с ребром 150 мм.

Таблица 2

| Источники                                                              | Объем экспериментальной серии образцов, тыс. шт. | $\alpha_{10}$ | Коэффициент вариации масштабного коэффициента, % |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|
| Отечественные                                                          | 30                                               | 0,970         | 1,3                                              |
| Зарубежные, в том числе РИЛЕМ, ИСО, ассоциации                         | 20                                               | 0,931         | 4,0                                              |
| Обобщенные данные по Бельгии, Швеции, Швейцарии, ЧССР, Канаде и Японии | 10                                               | 0,950         | 1,6                                              |
| По всем источникам                                                     | 50                                               | 0,958         | 1,0                                              |

Принятый в действующем стандарте масштабный коэффициент  $\alpha_{10}=0,95$  соответствует современному состоянию отечественного оборудования и методики изготовления и испытания контрольных образцов. Дальнейшее приближение значений этого коэффициента к единице связано с совершенствованием качества форм для контрольных образцов, оборудования и режимов уплотнения и испытания.

Повышение оценки прочности бетона при контрольных испытаниях позволяет снизить необоснованные запасы прочности и получить за счет этого технико-экономический эффект в виде экономии цемента и снижения энерго- и трудозатрат.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Квирикадзе О. П. Влияние размеров образцов кубов на прочностные характеристики бетонов. — Тбилиси: Сабхота Сакартвело, 1971. — 54 с.
2. Исследование причин возникновения масштабного эффекта при испытании бетонных образцов (кубов) на сжатие / И. С. Кроль, А. М. Добровольская, А. П. Марков, Р. О. Красновский // Тр. ВНИИФТРИ. — 1971. — Вып. 8 (38). — С. 206—255.
3. Лермнт В. Проблемы технологии бетона. — М.: Строиниздат, 1968. — 291 с.
4. Методика испытания бетонных образцов на сжатие / Под ред. Б. Г. Скрябина. — М.: Госстройиздат, 1963. — 48 с.
5. Невзиль А. М. Свойства бетона. — М.: Строиниздат, 1972. — 345 с.

### На ВДНХ СССР

## Полносборные пустотелые фундаменты типа «оболочка»

На межотраслевой выставке «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве» на ВДНХ СССР были показаны полносборные пустотелые фундаменты типа «оболочка», рассчитанные на поенклатуру пагрузок, принятых для монолитных фундаментов на естественном основании серии 1.412. Их конструкция и технология разработаны ПИ № 1 Минсвзапстрой СССР и трестом Оргтехстрой Главзап-строя.

Сборный фундамент этого типа состоит из копического тонкостенного подколоники и сборной плиты подошвы. Подколоник представляет собой цилиндрическую железобетонную трубу с коническим расширением внизу (диаметр конуса равен 3250 мм). Сборная плита подошвы выполнена из двух половинок, работающих раздельно и соединенных между собой монтажными накладками. Подколоник фиксируется на плите кольцевым пазом, в который он установлен на слой раствора.

Описанная конструкция фундаментов обеспечивает значительную экономию бетона. На строительство монолитного фундамента серии 1.412 необходимо 10,9 м<sup>3</sup> бетона, сборного фундамента типа «оболочка» — 5 м<sup>3</sup>.

Дополнительные сведения можно получить по адресу: 190000, Ленинград, ул. Герцена, 31, трест Оргтехстрой Главзап-строя.

## Прочность и деформативность шлакощелочных бетонов

Прочностные и деформационные показатели шлакощелочных бетонов изучают на протяжении длительного времени. Этому вопросу посвящено много публикаций, а полученные результаты исследований явились основой для Рекомендаций [1] по расчету конструкций из шлакощелочных бетонов. Вместе с тем эта проблема остается предметом широкого обсуждения и споров [2, 3] и даже неправильного толкования [1, 2]. Можно отметить, что показатели прочности и деформативности шлакощелочных бетонов, приводимые в ОСТ 67-10—84 «Бетоны тяжелые шлакощелочные. Технические условия», приближены к показателям тяжелых бетонов на портландцементе без соответствующего обоснования и резко отличаются от аналогичных в [1].

Это, по-видимому, связано с тем, что определенная часть опубликованных данных получена без соблюдения положений ГОСТ 24452—80, привела к искажению получаемых результатов и в целом к определенной субъективной оценке при обработке экспериментальных данных, необходимых для уточнения действующих рекомендаций. По мере накопления достоверных данных о прочностных и деформационных показателях шлакощелочных бетонов возникает необходимость введения тех или иных коррективов в расчетные положения.

Подобного рода исследования проводятся в НИИЖБ, НИИСК, КИСИ, Симферопольском филиале Днепропетровского инженерно-строительного института и др. При оценке свойств шлакощелочных бетонов нельзя идти по пути получения таких показателей только на оптимальных составах бетонных смесей. Разнообразие видов шлаков, щелочных компонентов, влияние на свойства бетона плотности растворов щелочных компонентов и влажности заполнителей создают определенные трудности для разработки строго конкретного оптимального состава бетона, удовлетворяющего довольно большому числу требований, предусмотренных ОСТ 67-10—84.

В НИИЖБ была проведена оценка основных показателей шлакощелочных бетонов: прочности на осевое сжатие и растяжение, модуля упругости при сжатии, предельной сжимаемости — как основных показателей качества, необходимых для расчета конструкций. Были проанализированы экспериментальные данные [1...4].

На рис. 1 представлены данные о коэффициенте призмочной прочности тяжелых шлакощелочных бетонов, изготовленных на различных шлаках (Днепродзержинского, Череповецкого, Чусовского и Новотулского металлургических заводов) и щелочных компонентах

(кальцинированной соде, содощелочном плаве, плаве щелочей, метасиликате натрия и др.). Значения показателей относятся в основном к бетонам в возрасте 28 сут. Изменение этого показателя во времени незначительно, но в большинстве случаев наблюдается тенденция к уменьшению  $K_{пп}$  с увеличением возраста бетона. Это связано с неоднозначностью кинетики кубиковой и призмочной прочности бетонов.

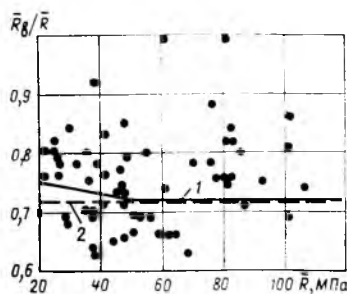


Рис. 1. Коэффициент призмочной прочности тяжелого шлакощелочного бетона  
1 — для тяжелых бетонов на портландцементе; 2 — для тяжелого шлакощелочного бетона, принятое в рекомендациях [1]

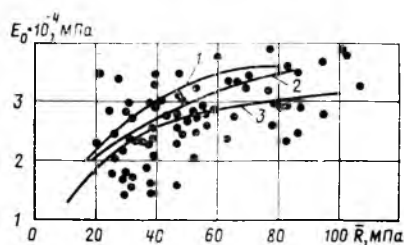


Рис. 2. Модуль упругости тяжелого шлакощелочного бетона  
1 — по СНиП 2.03.01—84 для тяжелого бетона, подвергнутого тепловой обработке; 2 — по [1] для тяжелого пропаренного шлакощелочного бетона; 3 — по данным СФ ДИСИ и по формуле (2)

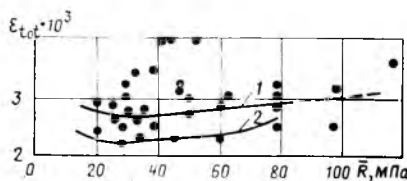


Рис. 3. Предельная сжимаемость тяжелого шлакощелочного бетона. (Опыты НИИЖБ и СФ ДИСИ для пропаренного бетона)  
1 — расчетные значения по формуле (3); 2 — то же, для тяжелого пропаренного бетона на портландцементе

В опытах НИИЖБ для бетонов использовали щелочной компонент в виде метасиликата натрия и плава щелочей. Значения  $K_{пп}$  для шлакощелочных бетонов на кальцинированной соде изменяются от 0,56 до 0,83; содово-поташной смеси от 0,51 до 0,8; едком натре от 0,69 до 0,8; на плаве щелочей от 0,56 до 0,83. В опытах Симферопольского филиала Днепропетровского инженерно-строительного института  $K_{пп}$  изменяется для всей гаммы рассмотренных бетонов от 0,56 до 0,94. Для шлакощелочных бетонов прочностью выше 70 МПа наблюдаются более высокие значения  $K_{пп}$ , превышающие уровень 0,72. Проведенная статистическая оценка показала, что для шлакощелочных бетонов прочностью менее 30 МПа средние значения  $K_{пп}$  равны 0,766 при среднеквадратическом отклонении  $\sigma=0,0758$  и коэффициенте вариации  $V=9,9\%$ ; прочностью 40...60 МПа — 0,72 при  $\sigma=0,067$  и  $V=9,3\%$ . Учитывая, что для шлакощелочных бетонов наиболее распространенной прочностью 30...60 МПа имеется около 48% значений, находящихся ниже уровня 0,72, в Рекомендации [1] включены значения призмочной прочности в виде  $R_{бпн}=0,72$  В на всем интервале классов бетона по прочности на сжатие независимо от вида шлака и щелочного компонента. Экспериментальные значения  $K_{пп}$  шлакощелочных мелкозернистых бетонов выше, чем тяжелых. Однако из-за недостаточного объема выборки опытных данных для мелкозернистых бетонов приняты те же значения, что и для тяжелых на шлакощелочном вяжущем.

С учетом опытных данных [1...4] прочность шлакощелочного бетона на осевое растяжение при контроле прочности на осевое сжатие рекомендуется принимать такой же, как для тяжелых бетонов на портландцементе, при этом нормативное значение  $R_{бтн}$  определяют по формуле

$$R_{бтн} = \frac{0,0685 B}{0,635 + B/B^*}, \quad (1)$$

где  $B^*=60$ ;  $B$  — показатель класса бетона по прочности на сжатие.

На рис. 2 показаны значения модуля упругости тяжелых шлакощелочных бетонов, полученные в КИСИ [2], Симферопольском филиале Днепропетровского инженерно-строительного института и НИИЖБ. Каждое значение представляет собой среднюю величину не менее чем из трех испытаний призм стандартного размера по ГОСТ 24452—80. Характерной особенностью этих данных является стабильное снижение их по отношению к данным для пропаренных тяжелых бетонов из портландцемента. При обработке изначальных результа-



тов при составлении Рекомендаций [1] исходили из того, что при малых и средних значениях прочности бетона различие в значениях модулей упругости достигает 20% и постепенно уменьшается для бетонов высоких прочностей, а для классов В60 модули упругости бетонов обоих видов принимали одинаковыми.

По мере накопления экспериментальных данных обнаружено, что тенденция к снижению опытных значений  $E_b$  проявляется довольно существенно. Это характерно для шлакощелочных бетонов практически на всех видах щелочных компонентов. Выявлено также уменьшение модуля упругости бетона во времени как по абсолютной величине, так и по отношению к его прочности на сжатие, значительно превышающее наблюдаемое уменьшение модуля упругости для тяжелых портландцементных бетонов [3].

По Рекомендациям [1], начальный модуль упругости шлакощелочного бетона независимо от вида шлака и щелочного компонента определяют по формуле

$$E_b = \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha B K}{1 + \beta B/B^*} \cdot 10^3, \quad (2)$$

где

$$\alpha = 5; \quad \beta = 4; \quad K = 0,72 + 0,18 B/B^*$$

—корректирующий коэффициент.

После анализа полученных дополнительных результатов было обнаружено, что формулу (2) необходимо скорректировать, изменив значения коэффициентов:  $\alpha=4,65$ ;  $\beta=5$ ;  $K=1$ . В этом случае для бетонов прочностью 30...50 МПа статистические показатели предлагаемого решения  $\sigma=0,51 \cdot 10^4$  и  $V=19,4\%$ ; для шлакощелочных бетонов прочностью на сжатие выше 50 МПа —  $\sigma=0,48 \times 10^4$  и  $V=15,6\%$ .

Экспериментальные значения модуля упругости шлакощелочных бетонов естественного твердения примерно на 10% меньше, чем у бетонов, подвергнутых тепловлажностной обработке. Подобного рода аномальное явление наблюдается и в ячеистых бетонах.

При определении предельных деформаций шлакощелочных бетонов при осевом сжатии  $\epsilon_{tot}$ , осуществляемом со скоростями нагружения по ГОСТ 24452—80, было установлено, что они, как правило, больше, чем у тяжелых портландцементных бетонов той же прочности.

При этом значение  $\epsilon_{tot}$  возрастает с увеличением прочности шлакощелочного бетона и в целом описывается закономерностью, характерной для тяжелых портландцементных бетонов. Предельная сжимаемость для бетонов естественного твердения выше, чем для шлакощелочных бетонов, подвергнутых ТВО и достигающих значений  $\epsilon_{tot}$  выше 3‰ (рис. 3). Значения  $\epsilon_{tot}$  зависят от упругопластических свойств бетона, причем если первый этап развития деформаций до уровня нижней границы микротрещин образцов характеризуется в основном упругими свойствами, то на втором этапе выше указанного уровня развитие деформаций определяется развитием пластических деформаций. Из анализа диаграмм сжатия шлакощелочных бетонов видно, что по мере увеличения напряжений пластические деформации на

стадии, близкой к разрушению, более чем в 1,6 раза превышают упругие деформации, т. е. примерно на 30% больше, чем для тяжелых бетонов. Учитывая пониженный модуль упругости шлакощелочных бетонов примерно на 10% по сравнению с портландцементными бетонами, в целом можно объяснить большее значение  $\epsilon_{tot}$  шлакощелочных бетонов.

При обработке результатов экспериментальных исследований было выяснено, что значение  $\epsilon_{tot}$  шлакощелочных бетонов можно определять по формуле

$$\epsilon_{tot} = \frac{1,08 B}{E_b} \left[ \frac{1 + 0,81 B/B^*}{0,12 + B/B^*} \right] \cdot (3)$$

При подсчете значений  $\epsilon_{tot}$  при фактической гарантированной прочности на сжатие и модуле упругости шлакощелочного бетона отклонение значений, подсчитанных по формуле (3), и опытных не превышает  $\pm 12\%$  (см. таблицу).

| $R$ , МПа | $R_b^G$ , МПа | $E_b \times 10^{-4}$ , МПа | $\epsilon_{tot}^p \times 10^3$ | $\epsilon_{tot}^{оп} \times 10^3$ | $\frac{\epsilon_{tot}^p}{\epsilon_{tot}^{оп}}$ |
|-----------|---------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
| 47,2      | 36,0          | 2,70                       | 345                            | 286                               | 1,10                                           |
| 47,5      | 36,2          | 2,09                       | 340                            | 303                               | 1,12                                           |
| 39,5      | 30,1          | 2,09                       | 340                            | 328                               | 1,03                                           |
| 43,9      | 33,5          | 1,65                       | 420                            | 435                               | 0,97                                           |
| 50,0      | 38,2          | 2,33                       | 300                            | 328                               | 0,92                                           |
| 28,0      | 21,3          | 2,25                       | 250                            | 256                               | 0,98                                           |

Значение гарантированной прочности принято при нормативном коэффициенте вариации прочности шлакощелочных бетонов, равном 0,16.

Шлакощелочные бетоны имеют положительные характеристики, что выводит

их в класс специальных бетонов. Правильное и строго обоснованное их применение в изделиях и конструкциях позволит получить значительный экономический эффект в народном хозяйстве. Большое будущее за мелкозернистыми шлакощелочными бетонами и бетонами на запыленных заполнителях, в которых может связываться свободная щелочь, вводимая в шлакощелочной бетон.

Экспериментальные данные показывают, что шлакощелочной бетон хорошо сопротивляется различного рода климатическим, а также технологическим температурным и влажностным воздействиям.

Необходимо всемерно и целенаправленно продолжать исследовательские работы по изучению шлакощелочного бетона и конструкций из него при различных воздействиях для подготовки соответствующих инструктивно-нормативных документов и ускорения внедрения их в практику строительства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по расчету конструкций из шлакощелочных бетонов. — М.: НИИЖБ, 1983. — 13 с.
2. Глуховский В. Д., Липский А. Г. Прочность и деформативность шлакощелочных бетонов // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции / Материалы II Всесоюз. конф. — Киев, 1984. — С. 251—260.
3. Пахомов В. А., Жигна В. В. Экспериментальные исследования сравнительной прочности и деформативности шлакощелочных и цементных бетонов // Изв. вузов. Сер. Строительство и архитектура. — 1977. — № 10. — С. 67—70.
4. Серых Р. Л., Калашников Ю. К. Прочность и ползучесть бетонов на шлакощелочных вяжущих // Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при воздействии различной длительности. — М.: НИИЖБ, 1980. — С. 30—37.

УДК 697.1:536.2:69.022:620.193

В. А. ОБЪЕДКОВ, канд. техн. наук (МИСИ); М. МАХМУДОВ, канд. техн. наук (Самаркандский государственный архитектурно-строительный ин-т)

## Гигрофизические свойства керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия

Расширение объема строительства жилых зданий из монолитного бетона не только в районах с теплым климатом, но и в районах с продолжительными отрицательными температурами наружного воздуха требует обеспечения условий для круглогодичного производства работ с использованием эффективных методов строительства в зимнее время. Наиболее целесообразным способом бетонирования при температуре наружного воздуха  $(-5) \dots (-15)^\circ\text{C}$  является использование противоморозных добавок, в частности нитрита натрия [1]. В зависимости от температуры наружного воздуха количество вводимой добавки изменяется от 4 до 10% массы цемента [2].

В результате натурных и экспериментальных исследований, проведенных в МИСИ, установлено, что наружные стены из керамзитобетона и кирпича, содержащие водорастворимые соли, при

прочих равных условиях вследствие изменения сорбционных свойств материала характеризуются повышенным влагосодержанием [3].

Поскольку с повышением влагосодержания материала ухудшаются теплозащитные свойства наружных стен, возникает необходимость определения равновесной влажности керамзитобетонов с противоморозными добавками для выбора расчетных значений коэффициента теплопроводности  $\lambda$ , с учетом кинетики сушки стен в реальных условиях эксплуатации. Это может быть выполнено на основе расчета влажностного режима наружных стен на ЭВМ по программе, разработанной НИИСФ с учетом изменения гигрофизических свойств керамзитобетонов: сорбционной влажности, коэффициентов паропроницаемости  $\mu$  и влагопроводности  $\beta$  — вследствие солесодержания.

Авторы изучили гигрофизические свой-

Таблица 1

| Песок        | $\gamma_0$ ,<br>кг/м <sup>3</sup> | Количество<br>NaNO <sub>2</sub> ,<br>% массы<br>цемента | Сорбционная влажность, %, при относительной влажности воздуха, % |       |       | Характеристики материала |        |        |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|-------|--------------------------|--------|--------|
|              |                                   |                                                         | 40                                                               | 80    | 98    |                          |        |        |
| Керамзитовый | 1200                              | 0                                                       | 3,10*                                                            | 5,60* | 7,08* | 0,03**                   | 0,04** | 0,06** |
|              |                                   |                                                         | 1,92                                                             | 4,29  |       | 2,10                     | 4,08   | 5,00   |
|              |                                   |                                                         | 3,60                                                             | 9,20  | 24,63 | 0,03                     | 0,05   | 0,09   |
| Кварцевый    | 1200                              | 0                                                       | 2,32                                                             | 7,70  |       | 3,30                     | 6,40   | 14,60  |
|              |                                   |                                                         | 3,00                                                             | 4,45  | 6,28  | 0,08                     | 0,10   | 0,14   |
|              |                                   |                                                         | 1,48                                                             | 4,59  |       | 1,60                     | 3,17   | 4,21   |
| То же        | 1500                              | 0                                                       | 3,80                                                             | 7,26  | 18,59 | 0,08                     | 0,12   | 0,25   |
|              |                                   |                                                         | 2,10                                                             | 5,72  |       | 2,90                     | 5,26   | 9,80   |
|              |                                   |                                                         | 2,70                                                             | 4,50  | 5,52  | 0,07                     | 0,07   | 0,12   |
|              |                                   | 10                                                      | 1,29                                                             | 3,06  |       | 1,80                     | 2,68   | 3,70   |
|              |                                   |                                                         | 3,10                                                             | 7,50  | 16,06 | 0,06                     | 0,10   | 0,16   |
|              |                                   |                                                         | 1,65                                                             | 5,42  |       | 2,32                     | 4,70   | 8,79   |

\* Над чертой — десорбция; под чертой — сорбция.

\*\* Над чертой — коэффициент паропроницаемости,  $\mu$ , мг/(м·ч·Па); под чертой — средняя влажность  $\omega$ , % по массе.

Экспериментальные данные приведены в сокращенном виде.

Таблица 2

| Песок        | $\gamma_0$ ,<br>кг/м <sup>3</sup> | Количество<br>NaNO <sub>2</sub> ,<br>% массы<br>цемента | Характеристики материала |      |       |       |       |        |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|------|-------|-------|-------|--------|
| Керамзитовый | 1200                              | 0                                                       | 0,01*                    | 0,02 | 0,01  | 0,03  | 0,04  | 0,07   |
|              |                                   |                                                         | 8,00                     | 9,00 | 10,00 | 11,00 | 12,00 | >13,00 |
|              |                                   |                                                         | 0,01                     | 0,01 | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01   |
| Кварцевый    | 1200                              | 0                                                       | 0,05                     | 0,07 | 0,97  | —     | —     | —      |
|              |                                   |                                                         | 7,00                     | 8,00 | 8,65  |       |       |        |
|              |                                   |                                                         | 0,01                     | 0,01 | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,02   |
| То же        | 1500                              | 0                                                       | 0,04                     | 0,05 | 0,09  | 0,11  | —     | —      |
|              |                                   |                                                         | 8,00                     | 8,50 | 9,00  | 11,00 |       |        |
|              |                                   |                                                         | 0,02                     | 0,02 | 0,02  | 0,02  | 0,02  | 0,02   |

\* Над чертой — коэффициент влагопроводности  $\beta$ , г/(м·ч·%); под чертой — влажность  $\omega$ , % по массе.

Экспериментальные данные приведены в сокращенном виде.

ства керамзитобетонов с  $\gamma_0=1500$  кг/м<sup>3</sup> на кварцевом песке, с  $\gamma_0=1200$  кг/м<sup>3</sup> на кварцевом и керамзитовом песках. Керамзитобетоны выбирали по результатам исследований, которые показали, что разброс объемной плотности керамзитобетона в монолитных зданиях — 1300...1500 кг/м<sup>3</sup>.

Равновесную влажность керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия в гигроскопической области (сорбция и десорбция) определяли по ГОСТ 24816—81 по плану полнофакторного эксперимента. В качестве влияющих факторов принимали относительную влажность воздуха  $\phi$  на пяти уровнях (40, 60, 77, 90, 98%), а также количество нитрита натрия на трех уровнях (0, 5, 10% массы цемента), третий уровень относительной влажности воздуха  $\phi=77\%$  выбирали с учетом гигроскопичности нитрита натрия.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получены уравнения равновесной влажности при сорбции и десорбции керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия. Критерий

точности аппроксимации — корреляционное отношение  $\eta$  для всех полученных уравнений  $>0,95$ , что указывает на тесную связь между равновесной влажностью керамзитобетонов и исследованными факторами.

Значения сорбционной влажности керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия, вычисленные на основе полученных уравнений, приведены в табл. 1.

Максимальная сорбционная влажность керамзитобетонов с противоморозными добавками в 2...3 раза больше аналогичной характеристики керамзитобетонов без добавок. Установлена сложная зависимость сорбции керамзитобетонов от количества введенных добавок. Следовательно, равновесная влажность керамзитобетона с добавкой нитрита натрия в гигроскопической области не может считаться свободной, ее следует рассматривать как сорбционную.

Коэффициент паропроницаемости определяли по стандартной методике, при этом учитывали повышение сорбционной влажности керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия. Это обеспечивалось

разностью относительной влажности воздуха у противоположных поверхностей образцов при средней относительной влажности  $\phi=42...45, 75...80$  и 90%. Результаты подсчета коэффициента паропроницаемости керамзитобетонов с добавками нитрита натрия также приведены в табл. 1.

При установлении коэффициента паропроницаемости  $\mu$  керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия при средней относительной влажности воздуха 42...45% наблюдается его уменьшение по сравнению с керамзитобетоном без добавки (до 10% при добавке 10% нитрита натрия). Величина коэффициента паропроницаемости керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия, определенная при средней относительной влажности воздуха 75...80 и 90%, повышается в зависимости от количества введенной добавки и, следовательно, влажности материала.

Однако коэффициент паропроницаемости керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия при одинаковой влажности всегда меньше, чем у керамзитобетонов без добавки. Эта разница тем выше, чем больше нитрита натрия введено в керамзитобетон. С повышением влажности керамзитобетона коэффициент паропроницаемости увеличивается как у керамзитобетонов с добавкой, так и без нее. Степень увеличения коэффициента паропроницаемости керамзитобетонов с повышением влажности убывает по мере увеличения количества добавок.

Специфика технологии возведения монолитных жилых зданий обуславливает высокую начальную влажность наружных стен, которая выше максимальной сорбционной с учетом введения противоморозных добавок. В процессе сушки сверхсорбционная влага из толщи стены перемещается к плоскости испарения в жидком виде благодаря капиллярной диффузии, что определило необходимость изучения влагопроводности керамзитобетонов с противоморозными добавками.

Коэффициенты влагопроводности  $\beta$  керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия и без нее находили по методике [4].

Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что если в образцах из керамзитобетонов без добавки нитрита натрия зона сверхсорбционного увлажнения охватывает практически всю высоту исследуемой призмы, то в образцах с добавкой влажность в наиболее увлажненной нижней части призмы практически не превышает максимальную сорбционную, с учетом повышающего влияния добавки (см. табл. 1). Исключение составляет керамзитобетон с  $\gamma_0=1200$  кг/м<sup>3</sup> с добавкой 5% нитрита натрия, в котором зона сверхсорбционного увлажнения прослеживается до  $1/5$  высоты призмы. В образцах из керамзитобетонов с добавкой 10% нитрита натрия по всей высоте влажность находится в пределах сорбционной.

Результаты опытов показывают, что количество влаги, перемещающейся в исследуемых образцах после достижения стационарного режима, практически линейно возрастает с увеличением содержания нитрита натрия.

Полученные для исследуемых керамзитобетонов влажностные поля при стационарном режиме влагопереноса фор-

мально позволяют вычислять коэффициенты теплопроводности независимо от уровня влажности без анализа вопроса, какими силами (адсорбционными или капиллярными) удерживается влага в материале (табл. 2).

#### Вывод

Введение в керамзитобетон  $\gamma_0 = 1200 \dots 1500 \text{ кг/м}^3$  противоморозной добавки нитрата натрия в количестве до 10% массы цемента существенно влияет на их гигрофизические характеристики, что следует учитывать в теплотехнических расчетах наружных стен монолитных зданий, возводимых в зимний период.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бравинский Э. А. Возведение многостажных монолитных зданий в зимних условиях без прогрева бетона. — М.: Стройиздат, 1974. — 243 с.
2. Руководство по применению бетонов с противоморозными добавками. — М.: Стройиздат, 1968. — 39 с.
3. Езерский В. А. Улучшение эксплуатационных качеств наружных стен цехов обогащения шильвинита: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1982. — 22 с.
4. Бриллинг Р. Е. Миграция влаги в строительных ограждениях // Исследования по строительной физике. — Сб. № 3. — М.: Госстройиздат, 1949. — 236 с.

### На ВДНХ СССР

## Линия стыковой сварки стержневой арматуры

На межотраслевой выставке ВДНХ СССР «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве» была показана линия, предназначенная для стыковой сварки преимущественно отходов или немерных арматурных стержней из термоупрочненной стали классов Ат-IV и Ат-V.

Немерные стержни со стола укладывают на рольганг и последовательно подают на приемный лоток. Стыковую сварку стержней производят в машине непрерывной ниткой. После сварки каждого стыка посредством дозатора стык автоматически поднимается в опрыскиватель, куда из автоматического дозатора подается вода требуемого объема, при этом стык термоупрочняется. Для отмеривания заготовки нужной длины упор переставляют относительно ножи. Далее поворотом лотка заготовку сбрасывают на стенд испытания, где ее за концы захватывают канговыми зажимами и производят натяжение.

Техническая характеристика линии такова. Производительность до 30 стержней/ч; диаметр свариваемых стержней 12...18 мм; объем воды, подаваемый в камеру охлаждения, до 2,4 л; усилие натяжения стержней до 200 кН. Давление рабочей жидкости в гидросистеме до 10 МПа; давление воздуха в пневмосистеме 0,4...0,7 МПа. Габаритные размеры линии 19000×2700×1800 мм, масса 8500 кг.

Линия внедрена на Щекинском опытно-экспериментальном заводе Главприокстроя Минюгстроя СССР (г. Щекино Тульской обл.). Экономический эффект от ее внедрения составил 130 тыс. р.

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

## Заводское производство

УДК 693.542

В. А. ГОРШКОВ, канд. техн. наук (МАДИ)

## Коррекция состава бетонных смесей в производственных условиях

Несмотря на значительный опыт производства сборного железобетона проблема стабилизации прочности бетона по-прежнему является одной из важнейших. Анализ показателей вариации прочности бетона свидетельствует о том, что диапазон его изменения весьма широк — 30...40%. Средние значения по стране (10...12%) обуславливают и большой запас прочности бетона (до 20%), в результате до 15...20% цемента, поступающего на предприятия сборного железобетона, расходуется лишь на компенсацию вариации прочности бетона.

Стабилизация прочности бетона в железобетонных изделиях достигается стабилизацией качества исходных материалов и режимов технологического процесса, а также коррекцией состава бетонной смеси по изменению контролируемых характеристик исходных материалов или в терминах автоматического регулирования — организацией управления по возмущению. Однако не все характеристики исходных материалов можно измерить в момент подачи их в дозировочное отделение (например, активность цемента), не все они метрологически определимы (например, лещадность и форма поверхности крупного заполнителя в настоящее время устанавливают лишь качественно), не выявлено количественное влияние изменения всех характеристик качества на прочность бетона, например гранулометрического состава крупного заполнителя, что не позволяет учесть их изменение при коррекции состава бетонной смеси, в процессе формирования прочности бетона на всех технологических переделах имеются как контролируемые, так и неконтролируемые отклонения режимов (например, вариация температурного режима, погрешности дозирования компонентов бетонной смеси и др.).

Единственным способом снижения вариации прочности бетона, обусловленной нестабильностью неконтролируемых и неучитываемых технологических факторов, является коррекция состава бетонной смеси по результатам изменения прочности бетона, т. е. организация управления по отклонению. Для этой цели служат контрольные карты, дающие наглядное представление о динамике процесса. Однако в рекомендациях по их использованию не зафиксированы однозначно условия, определяющие с достаточной обоснованностью моменты и величины вводимой коррекции. В связи с этим оперативное управление коррекцией бетонной смеси и поддержание процесса на уровне требуемой прочности бетона в настоящее время осуществляется на основании опыта и интуиции работников заводской лаборатории. Отсутствие рекомендаций по кор-

ректировке состава бетонной смеси на заданном уровне является существенным пробелом в технологическом обеспечении производства сборного железобетона. Стабилизация прочности бетона коррекцией состава бетонной смеси относится к теории автоматического регулирования. Коррекцию состава бетонной смеси по отклонению прочности бетона (т. е. введения обратной связи на процесс) рассматривали многие исследователи [1, 2]. Однако передаточная функция управления, минимизирующая вариацию прочности бетона, до сих пор не установлена (рис. 1).

Развитие управления по отклонению в промышленности сборного железобетона сдерживалось отсутствием технических средств и в первую очередь недорогой электронно-вычислительной техники.

В последнее десятилетие за рубежом предложено специальное математическое обеспечение для персональных микроЭВМ для бетонных и железобетонных заводов, обеспечивающее подбор и оперативную корректировку состава бетонной смеси.

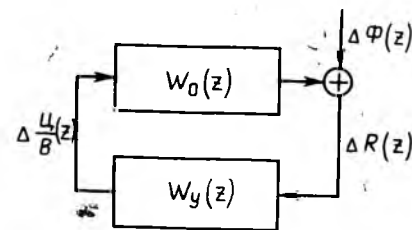


Рис. 1. Структура управляемого процесса

Эффективность организации управления по отклонению тем выше, чем менее высокочастотен процесс изменения совокупного влияния неконтролируемых и неучитываемых технологических факторов. Учитывая значительное запаздывание технологического процесса (8...12 ч.), это ограничение позволяет компенсировать лишь те неконтролируемые характеристики, которые в этот период обладают значимым, отличным от нуля коэффициентом автокорреляции. Вариация технологических факторов, обладающих высокочастотным спектром (т. е. для которых коэффициент автокорреляции в данный интервал времени равен нулю), введением управления по отклонению компенсироваться не может.

Рассмотрим основные технологические факторы, характеризующие низкочастотную часть спектра изменения прочности бетона. Склад материалов — один из ис-



Рис. 2. Управляющий комплекс в заводской лаборатории Краснопресненского ЖБК № 1

точников низкочастотной составляющей спектра изменения прочности бетона. Активность поставляемого цемента постоянна, и ее изменение представляет собой относительно высокочастотный процесс. Вследствие совместного хранения цементов различной активности, разгрузка и выгрузка которых сопровождается перемешиванием, процесс изменения активности цемента имеет значительную низкочастотную составляющую, что обуславливает и наличие ее в общем спектре изменения прочности бетона. Сегрегация, опутствующая загрузку и разгрузку склада, также является причиной низкочастотного изменения фракционного состава, а также лежачности крупного заполнителя [3]. Влажность материала, особенно на открытых складах крупного заполнителя, подвержена влиянию окружающей среды, в связи с чем она также определяет низкочастотную часть спектра прочности бетона. Однако при наличии достаточно точного контроля влажности и коррекции с ее учетом воды процесс дозирования фильтрует низкочастотную часть, оставляя лишь высокочастотную составляющую, обусловленную погрешностями измерения и дозирования воды с незначительной мощностью.

Степень уплотнения является важнейшим пооперационным показателем катона. Она определяется в основном показателем удобоукладываемости бетонной смеси, который в свою очередь зависит от количественных и качественных характеристик исходных материалов. Наличием низкочастотных составляющих в изменениях характеристик материалов объясняется и наличие низкочастотной составляющей в спектрах подвижности (жесткости) бетонной смеси, а следовательно, и прочности бетона.

Термовлажностная обработка — наиболее длительная технологическая операция, влияющая на структуру управления. Вследствие инерционности велика ее доля в низкочастотную составляющую в общем спектре изменения прочности бетона.

Таким образом, значительная доля неконтролируемых технологических факторов, характеризующих прочность бетона, имеет низкочастотный характер, что позволяет компенсировать их организацией управления по отклонению прочности бетона.

Вследствие неконтролируемости технологических факторов по изменению прочности бетона на выходе процесса невозможно судить о том, изменение какого именно фактора ее вызвало. Поэтому необходима обобщенная оценка совокупного влияния неконтролируемых и неучитываемых факторов. Изменение прочности бетона

$$\Delta R = \frac{\partial R}{\partial \left( \frac{C}{B} \right)} \Delta \frac{C}{B} + \sum_i \frac{\partial R}{\partial x_i} \Delta x_i = \frac{\partial R}{\partial \left( \frac{C}{B} \right)} \Delta \frac{C}{B} + \Delta \Phi, \quad (1)$$

где  $x_i$  — неконтролируемые и неучитываемые факторы;

$\Phi$  — обобщенный технологический фактор, изменение которого вызвано совокупным изменением  $\Delta x_i$ .

Таким образом, при постоянном  $C/B$  (т. е. при отсутствии коррекции состава) изменение прочности бетона на выходе определяется изменениями неконтролируемых факторов. Однако на практике заводская лаборатория вносит изменения в цементно-водное отношение на основании контрольных карт, статистического анализа и пр.

$\Delta \Phi$  можно учитывать модификацией прочности бетона, заключающейся в пересчете изменения прочности бетона при  $C/B = \text{const}$

$$R_t^* = R_t + k \left[ \left( \frac{C}{B} \right)_0 - \left( \frac{C}{B} \right)_{t-1} \right], \quad (2)$$

где  $R_t^*$ ,  $R_t$  — модифицированная и фактическая прочность бетона;  $(C/B)_0$  — цементно-водное отношение, относительно которого проводится модификация;  $(C/B)_{t-1}$  — цементно-водное отношение,

при котором получена фактическая прочность бетона.

Следовательно, модифицированная прочность бетона показывает изменение фактической прочности бетона при  $C/B = \text{const}$ .

Очевидно, что изменение обобщенного технологического фактора эквивалентно изменению модифицированной прочности бетона, поэтому идентификацию моделей обобщенного технологического фактора можно проводить по рядам модифицированной прочности бетона. Анализом изменения модифицированной прочности бетона (обобщенного технологического фактора) на заводах ЖБИ № 6, ЖБИ № 2, ЖБК № 1 (Москва) установлен диапазон изменения ее автокорреляционной функции. Это позволило представить изменение обобщенного технологического фактора в виде модели авторегрессии

$$\Delta \Phi_t = \sum_{i=1}^n \varphi_i \Delta \Phi_{t-i} + \lambda n_t, \quad (3)$$

где  $i$  — номер текущей партии;  $\varphi_1 = 0.2 \dots 0.7$ ;  $\varphi_2 = 0. \dots 0.5$ ;  $\varphi_3 = (-0.2) \dots 0.2$ ;  $\varphi_4 = (-0.2) \dots 0.2$ ;  $\varphi_5 = (-0.2) \dots 0.1$ ;  $n_t =$  — случайный центрированный импульс типа «белый шум» ( $\sigma_n = 1$ ).

Или в  $z$ -преобразовании

$$\Delta \Phi(z) \left( 1 - \sum_{i=1}^n \varphi_i z^{-i} \right) = \lambda n(z), \quad (3')$$

т. е. передаточная функция формирующего фильтра обобщенного технологического фактора

$$W_\Phi(z) = \frac{\Delta \Phi(z)}{n(z)} = \frac{\lambda}{1 - \sum_{i=1}^n \varphi_i z^{-i}}. \quad (4)$$

Минимизация функционала, определяющего среднее квадратическое отклонение прочности бетона

$$\sigma_R \rightarrow \min, \quad (5)$$

приводит к необходимости выполнения условия

$$\Delta R_t \left( \Delta \frac{C}{B} \right) = -M \{ \Delta \Phi(t+1) \}, \quad (6)$$

т. е. следует таким образом в момент  $t$  корректировать  $C/B$ , чтобы изменение прочности было равно по модулю математическому ожиданию изменения  $\Delta \Phi$ , которое будет в момент  $t+1$ . Связь изменения прочности бетона с изменением  $C/B$  с учетом запаздывания

$$\Delta R_t = k \Delta \frac{C}{B} (t-1), \quad (7)$$

или в  $z$ -преобразовании

$$\Delta R(z) = k z^{-1} \Delta \frac{C}{B}(z), \quad (7')$$

где  $k$  — коэффициент, связывающий изменение прочности бетона с изменением  $C/B$ .

Таким образом, передаточная функция объекта

$$W_0(z) = k z^{-1}. \quad (8)$$

С учетом этого на основании структурной схемы управляемого процесса (см. рис. 1) обеспечение условия (5) дости-

гается введением управляющего звена с передаточной функцией

$$W_y(z) = - \frac{1 - W_\Phi(z)}{k z^{-1} W_\Phi(z)}, \quad (9)$$

или

$$W_y(z) = - \frac{1}{k} \sum_{i=0}^n \delta_i z^{-i}, \quad (9')$$

где  $\delta_i$  — находят делением полиномов числителя на знаменатель выражения (9).

Теоретически сумма имеет бесконечный предел. Однако из-за того, что  $\delta_i \rightarrow 0$   $i \rightarrow \infty$ , порядок полинома изменяется в диапазоне от 1 до 16. Таким образом, оптимальным звеном коррекции является интегральное звено, и величина коррекции цементно-водного отношения определяется рядом текущего и предшествующих отклонений прочности бетона

$$\Delta \frac{C}{B}(t) = - \frac{1}{k} \sum_{i=0}^n \delta_i \Delta R(t-i). \quad (10)$$

Организация управления (коррекции) цементно-водным отношением на основе выражения (10) требует достаточно большого объема вычислительных операций,

связанных с нахождением рядов модифицированной прочности бетона, идентификацией модели обобщенного технологического фактора, расчетом изменения Ц/В, что вызывает необходимость использования электронно-вычислительной техники в контуре управления. На рис. 2 представлен электронно-вычислительный комплекс, включающий микроЭВМ «Электроника ДЗ-28», дисплей, печатающее устройство, на котором реализовано изложенное управление на Краснопресненском ЖБК № 1.

ЭВМ рассчитывает статистические характеристики прочности бетона, анализирует качество исходных материалов, осуществляет подбор компонентов бетонной смеси.

Экономический эффект от применения описанной системы достигается вследствие снижения коэффициента вариации прочности бетона в среднем на 20...30% имеющегося уровня. Так, при уровне вариации прочности бетона 12% снижение этого показателя при использовании системы — 2,4...3,6%, что даст 5%-ную экономию цемента. Вследствие широкого сервисного обеспечения данной системы повышается культура труда работников лаборатории завода сборного железобетона, все расчетные операции и ведение

документации, связанные со стабилизацией прочности бетона, ведутся на ЭВМ в интерактивном режиме.

Описанная система, внедренная на Краснопресненском ЖБК № 1, успешно эксплуатируется с мая 1984 г. на всех технологических линиях.

## Выводы

Анализ динамики прочности бетона и организация системы коррекции цементно-водного отношения на ЭВМ позволяет экономить цемент и стабилизировать качество выпускаемой продукции на заводах сборного железобетона.

По вопросу внедрения данной системы обращаться по адресу: 125829, Москва, ГСП-47, Ленинградский пр., 64. Московский автомобильно-дорожный институт, научный отдел.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Х а ю т и н Ю. Г., Д о р ф В. А. Технологический алгоритм автоматического регулирования качества бетона // Бетон и железобетон. — 1978. — № 10. — С. 31—32.
2. Ш е и н В. И. Физико-химические основы оптимизации технологии бетона. — М.: Стройиздат. 1978. — 271 с.
3. К а р а м а н я н Г. Е., Д у д к о А. А. Влияние складирования на качество составляющих бетона // Бетон и железобетон. — 1981. — № 7. — С. 34—35.

УДК 693.546

С. Л. ЛИТВЕР, канд. техн. наук (НИИЖБ); Г. А. АЙРАПЕТОВ, д-р техн. наук, А. И. ПАНЧЕНКО, канд. техн. наук, Г. В. НЕСВЕТАЕВ, инж. (Грозненский нефтяной ин-т)

## Послойное формование элементов крыш из керамзитобетона на НЦ

Преимущества плоских крыш без покрытий по сравнению с многослойной кровлей из рулонных материалов довольно значительны. Однако такие крыши не получили широкого применения в основном из-за сложности обеспечения качества бетона элементов покрытия.

Проблема качества кровельного бетона на портландцементе состоит в том, что он подвержен усадочным деформациям и имеет относительно невысокую водонепроницаемость и морозостойкость. Для элементов покрытия из портландцементных бетонов необходимо применять предварительное натяжение арматуры и бетонные смеси с воздухововлекающими и уплотняющими добавками [1].

Известно, что способный к расширению в процессе твердения напрягающий цемент придает бетону ряд специфических свойств. Это прежде всего самонапряжение и вследствие этого отсутствие растягивающих усадочных напряжений, высокая водонепроницаемость и морозостойкость, повышенные значения прочности на растяжение и сжатие [2]. Совокупность свойств позволяет эффективно использовать напрягающий бетон,

в том числе керамзитобетон, для изготовления элементов крыш без покрытий [3].

В настоящее время на ДСК Чечено-Ингушского управления строительства завершается внедрение крыш без покрытий из напрягающего керамзитобетона с теплым чердаком для крупнопанельных жилых домов серии 92с. Внедрение — результат научно-исследовательской работы кафедры строительного производства Грозненского нефтяного института.

Сборные кровельные элементы представлены 12 типоразмерами объемом от 0,5 до 5,8 м³, толщиной от 150 до 250 мм. Изделия изготавливают по агрегатно-поточной технологии «лицом вниз» с уплотнением на виброплощадке. Подача смеси производится от смесителя емкостью 1 м³ с ритмом 10 мин. При больших объемах изделия возникает потребность в разработке технологии формования изделий большого объема при порционной подаче смеси и оптимизации процесса ее уплотнения с учетом быстро меняющихся во времени реологических свойств керамзитобетонной смеси на НЦ. Была принята послойная технология формования с уплотнением каждого слоя,

в связи с чем лицевой слой изделия подвергается неоднократному повторному вибрированию.

Параметры режима уплотнения керамзитобетонной смеси на портландцементе, влияние повторного вибрирования, роль пригрузки достаточно хорошо изучены, но влияние названных факторов на свойства напрягающего бетона на сегодняшний день не исследовано. Следует отметить, что в данном случае не рассматривались такие параметры процесса уплотнения, как амплитуда и частота вибровоздействия. Хотя эти параметры и оказывают значительное влияние на свойства бетона, они являются характеристиками формовочного оборудования и не зависят от организационно-технологической схемы формования. Поэтому изучалось влияние временных параметров режима уплотнения, а образцы формировали на стандартной виброплощадке.

В работе исследовались следующие параметры: возраст смеси к моменту первоначального вибровоздействия ( $\tau_{\text{см}}$ ), продолжительность первоначального ( $\tau_1$ ) и повторного ( $\tau_{\text{п}}$ ) вибрирования, продолжительность перерывов между вибрированием ( $\tau_{\text{п}}$ ), число повторных вибрирований ( $n$ ).



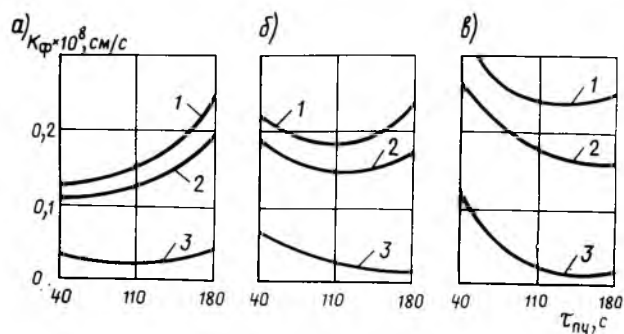


Рис. 1. Влияние возраста смеси, продолжительности повторного вибрирования и числа повторных виброударов на коэффициент фильтрации воздуха при первоначальном уплотнении в течение 80 с и продолжительности перерывов между вибрированиями 15 мин  
а, б, в — возраст смеси соответственно 10, 20 и 30 мин; 1, 2, 3 — число повторных вибрирований

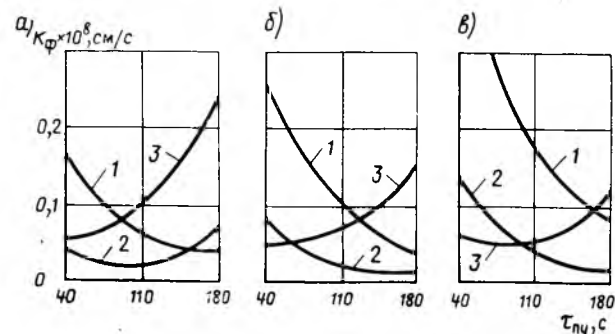


Рис. 2. Зависимость коэффициента фильтрации воздуха от временных параметров режима уплотнения при трех повторных виброударных воздействиях  
а, б, в — соответственно возраст смеси 10, 20 и 30 мин, продолжительность перерывов между виброударными воздействиями 6, 15 и 24 мин; 1, 2, 3 — соответственно время первоначального вибрирования 40, 80 и 120 с

Эксперименты выполнялись с применением методов математического планирования и обработкой результатов на ЭВМ. В качестве плана эксперимента был выбран план «Хартли-5». Уровни варьирования факторов, представленные в таблице, задавались с учетом условий производства.

| Факторы                                               | Уровни варьирования |         |         |
|-------------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|
|                                                       | нижний              | средний | верхний |
| Возраст смеси, мин                                    | 10                  | 20      | 30      |
| Продолжительность первоначального вибрирования, с     | 40                  | 80      | 120     |
| Продолжительность перерывов между вибрированиями, мин | 6                   | 15      | 24      |
| Продолжительность повторного вибрирования, с          | 40                  | 110     | 180     |
| Число повторных вибрирований                          | 1                   | 2       | 3       |

В качестве эталона были приняты образцы, изготовленные из свежеприготовленной смеси ( $\tau_{см} < 10$  мин) при однократном виброуплотнении в течение 80 с под пригрузом 10 г/см<sup>2</sup> (1 кПа), что соответствует наиболее качественному уплотнению без повторного вибрирования. Образцы изготавливали из керамзитобетонной смеси состава Ц=330 кг/м<sup>3</sup>, В=180 л/м<sup>3</sup>, К=910 л/м<sup>3</sup>, П=405 л/м<sup>3</sup>, технические лигносульфонаты Д=0,5%. Как показали исследования, повышенная дозировка лигносульфоната оказывает положительное влияние на свойства смеси и затвердевшего напрягающего керамзитобетона, не замедляя его твердения. Образцы объемной массой 1200...1250 кг/м<sup>3</sup> выдерживали не менее 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Цемент применялся напрягающий НЦ-20, керамзит объемной массой 520 кг/м<sup>3</sup>, песок кварцевый с Мк=2,1. Первоначально вибрирование выполнялось без пригруза, при повторном вибрировании применялся пригруз 10 г/см<sup>2</sup> (1 кПа), имитирующий давление вышележащих слоев смеси. Исследовалось также влияние величины пригруза на свойства бетона.

При оптимизации режима уплотнения в качестве показателей, наиболее полно

характеризующих структуру бетона и его долговечность, принимались открытая пористость  $P_o$  и коэффициент фильтрации воздуха  $K_F$ . Кроме этих величин определяли прочность бетона на сжатие и растяжение, самонапряжение.

Анализ результатов показал, что повторное вибрирование напрягающего керамзитобетона в исследованных пределах положительно влияет на его физико-механические свойства. Установлено, что на улучшение свойств бетона в меньшей степени влияет продолжительность, чем сам факт повторного виброударного воздействия (рис. 1). При этом оптимальное время повторного вибрирования зависит от степени первоначального уплотнения, возраста смеси, продолжительности перерывов и соответствует оптимальному времени первоначального уплотнения (рис. 2). Последнее определяется в данный момент жесткостью смеси по методу Б. Г. Скрамтаева и лежит в пределах 80...110 с. Этот важный вывод позволяет при послойной укладке и уплотнении бетонной смеси принимать для всех слоев одинаковую продолжительность вибрирования, оптимальную для первого (лицевого) слоя. При постоянстве реологических свойств бетонной смеси принятый режим будет оптимальным для всех слоев, т. е. для изделия в целом.

Анализ влияния возраста смеси и продолжительности перерывов между виброударными воздействиями показал, что эти временные параметры рационально принять равными, что дает возможность подчинить их ритму подачи бетонной смеси к посту формирования. Оптимальное время для первоначального вибрирования соответствует точке перегиба на кривой изменения жесткости смеси во времени, зависит от свойств цемента, керамзита, водосодержания и температуры смеси и может регулироваться введением добавок — регуляторов реологических свойств и сроков схватывания. Как видно из рис. 1, с увеличением возраста смеси перед уплотнением положительное влияние повторного уплотнения более значительно, а его продолжительность и в этом случае не следует принимать более 100...110 с.

Как известно, морозостойкость бетона в большой степени зависит от объема открытых пор. Установлено, что повторное вибрирование снижает их объем с

8,5 до 6,5%. При этом зависимость величины открытой пористости от изученных временных параметров режима уплотнения аналогична установленной зависимости для коэффициента фильтрации воздуха. Следует отметить, что минимальному значению открытой пористости соответствует максимальное значение кубиковой прочности 32,5 МПа при прочности эталона 25,2 МПа.

При исследовании влияния инерционного пригруза на свойства напрягающего керамзитобетона установлено, что уплотнение смесей с жесткостью до 40...50 с применением пригруза до 60 кг/см<sup>2</sup> (6 кПа) не улучшает самонапряжение и открытую пористость бетона. Поэтому при уплотнении умеренно жестких смесей можно от пригруза отказаться, что позволит организовать послойную укладку и уплотнение. Пригруз можно применять при уплотнении последнего слоя, если к качеству его поверхности предъявляются повышенные требования. Пригруз при этом не должен превышать 10...15 г/см<sup>2</sup> (1...1,5 кПа).

#### Выводы

Установлено, что при формировании сборных изделий из напрягающего керамзитобетона повторное вибрирование положительно влияет на основные физико-механические свойства бетона. Значительное улучшение свойств бетона вызывает сам факт многократного повторного вибрирования; продолжительность повторного виброударного воздействия целесообразно назначать равной времени первоначального уплотнения. При формировании изделий «лицом вниз» послойная укладка и уплотнение обеспечивают повышение качества бетона лицевого слоя, что способствует повышению долговечности плиты в процессе эксплуатации.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головачев Н. М., Лукьянова И. Г., Гилевич С. Г. Применение водонепроницаемых бетонов и безрулонной гидроизоляции для устройства крыш гражданских зданий в СССР: Обзор. — М., 1973. — 47 с. — (Обзор. информ. ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре).
2. Михайлов В. В., Литвер С. Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряженные железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1974. — 312 с.
3. Элементы безрулонной кровли из напрягающего бетона / М. И. Дьямант, Г. М. Мартынов, У. Ф. Фазылов и др. // Бетон и железобетон. — 1981. — № 6. — С. 18—19.

Н. И. ВОРОПАЙ, Г. С. МИЮЦОВ, инженеры (Каховский з-д ЖБИ);  
Е. А. ВОЛЕНКО, инж., В. Н. ЛЕМЕХОВ, канд. техн. наук (УкрНИИГим)

## Пакетный способ изготовления плит НПК

После реконструкции на Каховском заводе ЖБИ треста Укрводжелезобетон принята в эксплуатацию технологическая линия для изготовления преднапряженных плит НПК. Такие плиты размером  $6 \times 2 \times 0,06$  м по ГОСТ 22930—78 из бетона класса В 25 F150W6 применяют для облицовки оросительных каналов. Особенность линии, разработанной в УкрНИИГим и эксплуатируемой в одном из унифицированных типовых пролетов размером  $18 \times 144$  м, состоит в применении пакетной технологии [1].

В отличие от традиционного изготовления каждого изделия в отдельной форме, при пакетной технологии на одном поддоне или площадке изготавливают несколько изделий, разделенных прокладками из стального листа. Число изделий в пакете, последовательно формируемых одно над другим, определяется массой их с формами, грузоподъемностью внутрицехового транспорта, продолжительностью формирования и видом теплоносителя для контактного прогрева при тепловой обработке.

Технологическая схема производства изделий в пакетах на заводе — полуконвейерная агрегатно-поточная (рис. 1). Она включает два поста формирования, два участка тепловой обработки с применением парового и электрообогрева, конвейерную линию для распаковки изделий и подготовки форм, участки для выдерживания изделий, ремонта и складирования форм.

Посты формирования представляют собой рамы с фиксаторами-ловителями, на которые устанавливают поддоны. Они размещены между рельсами для передвижения бетоноукладчиков, оборудованных скользящим виброустройством для поверхностного метода формирования [2]. Для изготовления плит в пакетах применяют поддоны в виде плоской рамы из швеллеров, выполняющих роль грузовой площадки. К комплексу

форм, представляющих собой жесткую раму бортовых элементов, прикрепляют плоское днище из стального листа, теплоизоляционная крышка укрывает открытую поверхность бетона верхнего в пакете изделия.

Продольные борта форм включают верхний формообразующий и нижний фиксирующий пояса из швеллеров или гнутого профиля [3]. Поперечные борта имеют коробчатое сечение, внутренняя стенка их является упором для анкеровки напрягаемой арматуры. В днище формы монтируются низкотемпературные плоские электронагреватели, выводы к которым размещают в коробке поперечного борта.

При паровом прогреве поддон рамной конструкции снизу обшивают стальным листом. Таким образом создается полость, в которую пар подается через отверстия в боковых стенках бортов встречными потоками посредством сопел Лавалля или коротких патрубков от парораспределительных стояков. При составлении пакетов изделий на таких поддонах в штабеля нижняя обшивка закрывает открытую поверхность бетона верхнего изделия и передает на него давление массы вышележащего пакета или пакетов.

Формование изделий в пакеты производится следующим образом. На поддон устанавливают и заполняют бетоном форму для первого изделия. При этом скользящее виброустройство бетоноукладчика за один проход со скоростью 2 м/мин осуществляет укладку, дозирование, профилирование и уплотнение бетонной смеси. Затем на форму устанавливается форма для второго изделия в пакете, ее днище закрывает открытую поверхность первого изделия. После укладки и уплотнения бетонной смеси устанавливается форма для третьего изделия и т. д. Затем пакет при помощи автоматической траверсы кра-

ном транспортируется на участок тепловой обработки.

Для равномерного прогрева изделий при двухстороннем контактом обогреве расстояние между греющими поверхностями должно быть не более 0,25 м. Следовательно, при паровом прогреве изделий толщиной 0,06 м в пакете их может быть не более 4. Однако из-за грузоподъемности кранов (15 т в пролете) число изготавливаемых в пакете плит уменьшено до 3.

Такое же их число изготавливается в пакете и при электрообогреве, хотя, в принципе, выгоднее увеличивать массивность пакета, увеличивая число плит. В этом случае, как показали эксперименты, при модуле поверхности пакетов менее  $10^{-1}$  м и равномерном прогреве изделий электронагревателями тепловая обработка может производиться без камер. Режим: разогрев 6...8 ч, (в том числе 3...4 ч электрообогрев и 3...4 ч за счет экзотермического тепла гидратации цемента), термосное выдерживание 12...14 ч при медленном естественном остывании со скоростью  $1...1,5^\circ\text{C}/\text{ч}$ . Расход электроэнергии 25...35 кВт·ч/м<sup>3</sup> соответственно летом и зимой.

При паровом прогреве вследствие высокого модуля поверхности пакетов ( $12,5 \text{ м}^{-1}$ ) обработка производится в теплоизолирующих камерах ямного типа. Они предназначены для установки 6 пакетов в штабель с заглублением в грунт наполовину и оборудованы стойками-ловителями, механически закрывающимися крышками, парораспределительными стояками с короткими патрубками, оси которых совпадают с центрами отверстий в обшивке поперечных бортов в поддонах, и системой отвода конденсата.

Загрузка и выгрузка пакетов в камеры производится краном с автоматической траверсой, а включение и отключение пара — при помощи системы «Пуск-3». Режим тепловой обработки также включает периоды разогрева и термосного выдерживания.

Поскольку твердение бетона происходит в закрытых формах, при давлении массы вышележащих изделий и термопригруза, может быть применен укороченный режим с форсированным разогревом и выдерживанием при температуре 80...85°C [4]. Это дает возможность повысить оборачиваемость форм и снизить удельную металлоемкость оборудования.

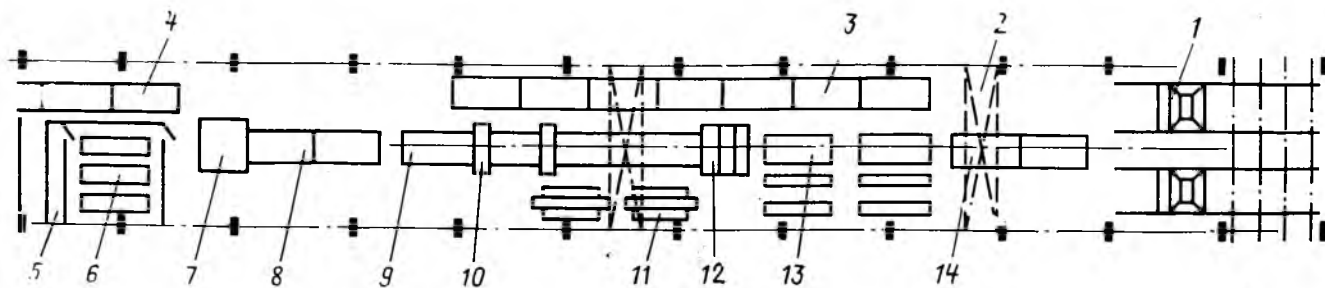


Рис. 1. Схема полуконвейерной технологической линии для изготовления плит пакетным способом

1 — посты формирования; 2 — кран электрический  $Q=15$  т; 3 — теплоизоляционные камеры для парового и электрообогрева изделий в пакетах; 4 — тележки для вывоза изделий на склад; 5 — трансформаторы; 6 — пост электротермообработки; 7 — перегружатель портального типа; 8 — посты установки пакетов после тепловой обработки; 9 — конвейер толкающий; 10 — станки для резки стержневой арматуры; 11 — стеллажи для выдерживания бетона изделий; 12 — установка для чистки и смазки форм; 13 — посты установки арматуры; 14 — посты готовых форм

Благодаря равномерному прогреву и наличию воздушной прослойки между бортами форм и ограждающими стенками камер остывание изделий происходит со скоростью менее  $1^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ . Расход теплоты составляет около  $60 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$ , что почти в 2 раза меньше, чем по существующей заводской технологии [5].

После тепловой обработки пакеты устанавливают на площадку. Отсюда при помощи самоходного порталного перегружателя с автоматической траверсой формы с изделиями поочередно перегружаются на рольганги толкающего конвейера, по которому перемещаются на посты распалубки и формирования (рис. 2). Для резки стержней арматуры при передаче натяжения на бетон, выпрессовки изделий из форм при распалубке, чистке, смазке разработано соответствующее оборудование, работающее в автоматическом режиме. Установка напрягаемых продольных стержней производится методом электротермического нагрева.

Труд формовщиков, по существу, стал трудом операторов-машинистов. На линии занято 10 человек, в том числе 2 крановщика, 2 машиниста бетоноукладчиков, 4 арматурщика и 2 машиниста на конвейере подготовки форм. Расчетный ритм работы конвейера — 6 мин.

Опыт показал, что при нормальной работе оборудования и обеспечении подачи на посты формирования бетонной смеси фактическая производительность может достигать проектной (30,4 против 18,5 тыс.  $\text{м}^3$  по существующей агрегатно-поточной технологии).

Бесспорным достижением является повышение качества бетона изделий, значительное снижение энергозатрат на тепловую обработку и улучшение условий труда. Механизированное выполнение операций позволяет существенно повысить производительность труда, а компактное расположение изделий в пакете открывает большие возможности для увеличения съема продукции с единицы производственной площади.

Вместе с тем при проектировании ли-

нии и разработке документации на нестандартное оборудование и оснастку были допущены просчеты и недоработки. Например, производительность формовочной линии не увязана с возможностями бетоносмесительного цеха, в котором до настоящего времени работает физически изношенное малопроизводительное оборудование. Велики простои линии, связанные с ремонтом электрических кранов, работающих при больших нагрузках (масса пакета с изделиями 14,6 т), эксплуатирующихся в сложных температурно-влажностных условиях цеха почти 20 лет. Недоработана конструкция установки для чистки и смазки форм.

Необходимо разработать механизированный способ установки проволоочной напрягаемой арматуры в формы. Кроме того, уровень шума при формировании и резке стержней арматуры дисковой пилой превышает санитарные нормы (98...105 дБ).

Опыт работы линии и выявленные недостатки учтены при разработке проектов и конструкторской документации на оборудование для реконструкции формовочных пролетов на других заводах для изготовления плит типа НПК по полуконвейерной горизонтально замкнутой схеме. Он также был учтен при разработке проекта оборудования для конвейерной вертикально замкнутой схемы изготовления плит в двухместных формах шириной 3 м. В этом случае работа электрического крана связана только с транспортировкой изделий от поста распалубки на пост выдерживания и отгрузки готовой продукции на склад. Как показал опыт Каховского завода, при реконструкции технологических линий с установкой более совершенного и высокопроизводительного оборудования необходимо на всех технологических пределах предусмотреть установку соответствующего нового серийного оборудования, включая электрические краны, оборудование для арматурных работ, приготовления и транспортирования бетонной смеси.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лемехов В. Н. Новые технологические линии по производству плитных конструкций // Новое в технологии сборного железобетона. — М.: МДНТП, 1985. — 146 с.
2. Лемехов В. Н., Сайпудиянов М. М., Логинов А. Г. Опыт формирования плит вибропротажным устройством // Бетон и железобетон. — 1984. — № 1. — С. 16—17.
3. Лемехов В. Н. и др. Формы для изготовления железобетонных плит в пакетах // Гидротехника и мелиорация. — 1971. — № 6. — С. 21—22.
4. Лемехов В. Н., Малинина Л. А., Голышева М. А. Тепловая обработка пакетов плит в теплоизолирующих камерах // Бетон и железобетон. — 1984. — № 4. — С. 26—27.
5. Лемехов В. Н. и др. Энергозатраты на термообработку плит, изготавливаемых пакетным способом // Гидротехника и мелиорация. — 1984. — № 6. — С. 20—22.

#### На ВДНХ СССР

### Кассетно-конвейерная линия

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» Министерство строительства в районах Урала и Западной Сибири представило кассетно-конвейерную линию. Она состоит из пакета тепловых отсеков с бортоснасткой, эстакады главного рельсового пути, опорной стойки с гидроцилиндрами, установочной тележки с вибратором, снимающей тележки, транспортной линии.

Линия работает следующим образом. Тепловой отсек с навешенной на него арматурой доставляется тельферной тележкой по монорельсовому пути на установочную тележку, снимается с крюков тележки и устанавливается на эстакаду главного рельсового пути. Происходит сплавливание пакета тепловых отсеков и передвижение его на один шаг. С противоположной стороны пакета в это время краном снимают отформованное изделие и навешивают тепловой отсек на крюки тельферных тележек. Операции осуществляются с помощью снимающей тележки. После установки теплового щита в пакет и срабатывания замковых устройств бетон подается в отсек, затем смесь уплотняют навесными вибраторами или виброблоком. Подача пара и отвод конденсата в тепловые отсеки осуществляется автоматически. Режим термообработки составляет 9,5 ч. На транспортной линии имеются посты чистки, смазки, навешивания арматуры на тепловые отсеки. Управление линией с пультов — электрическое и гидравлическое.

Производительность линии составляет 40000  $\text{м}^3$  в год. Максимальные размеры изделий  $6,15 \times 2,6 \times 0,16$  м. Линию обслуживают 3...4 чел.

Экономический эффект от внедрения линии составит 203 тыс. р. в год.

За дополнительными сведениями обращаться по адресу 300000, Тула, пр. Ленина, 57а. ЭКБ Министерства строительства в районах Урала и Западной Сибири.



Рис. 2. Полуконвейерная технологическая линия для изготовления плит в пакетах

М. Т. СОЛДАТКИН, д-р техн. наук, проф., Г. В. ТЕРЕШЕНКО, инж.  
(Белорусский политехнический ин-т)

## Снижение удельных расходов энергии на заводах ЖБИ

На заводах железобетонных изделий значительное количество тепловой и электрической энергии потребляют системы отопления и вентиляции формовочных цехов, где осуществляется тепловая обработка продукции.

Для поддержания в этих цехах нормальных санитарно-гигиенических условий предусмотрена система механической общеобменной вентиляции, а в холодный период — воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

Вентиляционные объемы воздуха, определяемые по величине выделяемой в помещении цеха влаги, достигают 200...400 тыс. м<sup>3</sup>/ч и выше. Капитальные вложения в такие системы довольно велики, они потребляют значительное количество энергии, поэтому в целях экономии тепловой и электрической энергии зачастую не включаются. Хотя это и приводит к ухудшению микроклимата цехов, но дает возможность руководству предприятия не выходить за пределы общезаводского потребления топлива и электроэнергии, а иногда даже получать премии за экономию. При этом не ведется какой-либо работы по созданию и внедрению научно-технических и организационных мероприятий для снижения удельных расходов энергии на технологические и общезаводские нужды.

Например, ни на одном из 10 обследованных заводов вентиляционные системы не работали, вследствие чего в помещениях были дискомфортные условия. Проведенные в один день сравнительные натурные обследования показали, что при параметрах наружного воздуха  $t_n = -9,5^\circ\text{C}$ ;  $\varphi_n = 82\%$  температура воздуха в формовочных цехах не превышала  $12^\circ\text{C}$ , а в некоторых цехах была близка к  $0^\circ\text{C}$ . В более холодное время, когда температура наружного воздуха опускается до  $-20...-30^\circ\text{C}$ , в цехах были зафиксированы отрицательные температуры воздуха. В условиях высокой относительной влажности воздуха помещений ( $\varphi_n = 70...100\%$ ) это приводит к образованию густого тумана, особенно там, где тепловая обработка изделий осуществляется в ямных камерах.

Таким образом, сокращение потребления энергоресурсов за счет отключения вентиляционных систем и воздушно-тепловых завес, как это зачастую встречается на практике, недопустимо. Необходимо полный и глубокий анализ путей снижения энергоемкости отопительно-вентиляционных систем.

Первый из возможных путей экономии энергии — совершенствование проектных решений: определение рациональной величины воздухообмена, улучшение схем

воздухораспределения, оптимизация режимов обработки воздуха и т. д. Вторым путем — использование вторичных энергоресурсов — должен рассматриваться после реализации возможностей экономии энергии по первому направлению.

Каждый из отмеченных путей требует определенных разработок, и такие исследования проводятся в различных организациях страны. Вместе с тем опубликованные результаты свидетельствуют о том, что в них не рассматривались вопросы, связанные с оценкой характера и точностью учета особенностей атмосферы цехов, а также выбором экономически целесообразных расчетных параметров воздуха помещений при определении рациональной величины воздухообмена формовочных цехов.

Прежде всего следует отметить необходимость принципиально различного подхода к оценке выделяемых теплоты и влаги. В формовочных цехах в холодное время года (в период отопительного сезона) основное количество вентиляционного воздуха и энергии систем затрачивается на удаление влаги. Выделяемая через ограждающие конструкции тепловых установок и от остывающих готовых изделий теплота бесполезно не теряется, поскольку помогает уменьшить тепловую нагрузку на отопительно-вентиляционные системы в течение всего отопительного периода, что составляет 180...200 сут в средней полосе страны и 300 сут в северных районах.

В настоящее время многие домостроительные заводы и ЖБИ работают в две смены, некоторые из них перешли на низкотемпературную тепловую обработку, что значительно удлиняет технологический цикл. При обосновании таких режимов их сторонники ссылаются на уменьшение аккумуляции теплоты ограждающими конструкциями тепловых установок, забывая при этом о работе отопительно-вентиляционных систем.

Таким образом, расход топливно-энергетических ресурсов на технологические нужды необходимо рассматривать во взаимосвязи с совершенствованием отопительно-вентиляционных систем цехов, что практически позволит снизить удельные общезаводские расходы теплоты и электроэнергии.

Будущее домостроительных заводов и ЖБИ — полная их механизация и автоматизация. Уже сейчас работают заводы, на которых внедряют манипуляторы и роботы, для нормальной работы которых требуются определенные санитарно-гигиенические условия. Отопительно-вентиляционные системы будущего

должны автоматически обеспечивать эти условия. Значит, они должны работать; за счет их бездействия невозможно будет экономить тепловую и электрическую энергию.

Уже сейчас необходимо свести к минимуму влаговыведение в помещение. Этого можно добиться при максимальной герметизации тепловых камер, ликвидации неплотностей в системах теплоснабжения, внедрении устройств, позволяющих вести форсированные режимы ускорения твердения бетона с получением заранее заданных прочностных и теплозащитных качеств, особенно изделий наружных ограждающих конструкций отапливаемых зданий любого назначения. При этом можно было бы довольствоваться подачей санитарно-гигиенического количества свежего воздуха на каждого работающего в помещении (60 м<sup>3</sup>/ч). Например, при численности одновременно работающих 100 чел. объем приточного вентиляционного воздуха должен составить не более 6000 м<sup>3</sup>/ч, что в несколько десятков раз меньше, чем при существующем состоянии.

Немаловажную роль в снижении общезаводских расходов топливно-энергетических ресурсов играет выбор экономически целесообразных расчетных параметров воздуха при проектировании ограждающих конструкций и отопительно-вентиляционных систем. В настоящее время допустимые и оптимальные расчетные величины температуры  $t_n$ , относительной влажности  $\varphi_n$  и скорости движения  $V_n$  воздуха в рабочей зоне производственных помещений определяются в соответствии с ГОСТ 12.1.005—76 «Воздух рабочей зоны». ГОСТ дает довольно широкий диапазон параметров внутреннего воздуха в зависимости от сезона года и тяжести выполняемых работ. В частности, для заводов железобетонных изделий допустимые параметры воздуха формовочных цехов для зимнего и переходного периодов могут быть выбраны следующие:  $t_n = 15...23^\circ\text{C}$ ;  $\varphi_n \leq 75\%$ ,  $V_n = 0,3...0,4$  м/с. Эти крайние значения определяют большую область, внутри которой можно выбрать различные сочетания  $t_n$ ,  $\varphi_n$ .

Проектировщики сегодня выбирают либо наименьшие, либо средние значения параметров воздуха в нормируемом диапазоне, считая, что более высокие значения  $t_n$  и  $\varphi_n$  приводят к увеличению толщины ограждающих конструкций и их удорожанию. В действительности же требуемые условия обеспечиваются совместно защитными свойствами наруж-

ных ограждений и отопительно-вентиляционных систем. Более низкие значения  $t_b$ ,  $\Phi_b$  приводят к снижению затрат только на наружные ограждения.

В промышленных зданиях необходимо также учитывать величину воздухообмена, мощность и энергоемкость отопительно-вентиляционных установок, которые существенно снижаются при повышении расчетных значений  $t_b$  и  $\Phi_b$ . Таким образом, в зависимости от принятых значений  $t_b$  и  $\Phi_b$  изменяется толщина ограждающих конструкций, величина воздухообмена и расход теплоты на нагрев приточного воздуха, то есть изменяются капитальные и эксплуатационные затраты на объект.

Поэтому необходимо определить такие сочетания  $t_b$  и  $\Phi_b$ , которые соответствовали бы минимальным приведенным затратам на обеспечение санитарно-гигиенических требований работы.

Для этого было исследовано влияние параметров воздуха помещений на изменяющиеся величины: толщину ограждающих конструкций, величину воздухообмена и расход теплоты на нагрев приточного воздуха. Результаты показали, что в формовочных цехах заводов ЖБИ при увеличении расчетных значений  $t_b$ ,  $\Phi_b$  величина воздухообмена и, следовательно, мощность вентиляционных установок и расход тепловой и электрической энергии снижаются так сильно, что несмотря на увеличение толщины ограждающих конструкций приведенные затраты по объекту снижаются.

Например, для формовочного цеха завода ЖБИ в Хабаровске выбор расчетных параметров  $22^\circ\text{C}$  — 60% по отношению к базовому  $16^\circ\text{C}$  — 60% позволил снизить расчетную величину воздухообмена с 220 000 до 146 000  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Расход теплоты на нагрев приточного воздуха снизился с 17,02 до 13,4  $\text{Гкал}/\text{год}$ , экономия по приведенным затратам составила 32400  $\text{р}/\text{год}$ . В общем случае изменение на единицу расчетных параметров воздуха помещений приводит к изменению приведенных затрат от 2 до 10 тыс.  $\text{р}/\text{год}$  в зависимости от региона строительства.

Таким образом, мероприятия по уменьшению на технологические нужды удельных расходов топлива-энергетических ресурсов на домостроительных комбинатах и ЖБИ следует рассматривать с учетом изменения нагрузок на отопительно-вентиляционные системы. При проектировании этих систем расчетные значения  $t_b$  и  $\Phi_b$  целесообразно выбирать не минимальные или средние в нормируемом диапазоне, а максимально допустимые.

## Монолитные конструкции

УДК 624.012.4:624.92

Е. М. АЛЬТШУЛЛЕР, Е. И. АПАРИНА, инженеры (ЦНИИЭП жилища)

### Монолитный бетон в сельском домостроении

Намечаемое на двенадцатую пятилетку резкое увеличение объемов домостроения из монолитного бетона связано с его высокой эффективностью. Предполагается 50% гражданских зданий из монолитного бетона построить в сельской местности.

Для выявления целесообразности сооружения домов усадебного типа из монолитного бетона авторы проанализировали технико-экономические показатели зданий из кирпича, силикатных блоков, крупных железобетонных панелей и монолитного бетона.

Сравниваемые усадебные дома имеют единые архитектурно-планировочное решение, конструктивные элементы, не зависящие от принятых вариантов стен и перекрытий (крыши, крыльца, террасы и т. п.), а также одинаковый уровень комфортности жилья.

В качестве эталона приняли широко распространенный крупнопанельный одноэтажный жилой дом с двумя трехкомнатными квартирами, разработанный КБ по железобетону им. А. А. Якушева (сер. 181-25-11/1.2). При этом сопоставляли дома:

с наружными стенами из глиняного полнотелого (64 см) и эффективного (51 см) кирпича и перекрытиями из многопустотных настилов толщиной 22 см;

с наружными стенами из ячеистого силикатобетона толщиной 30 см, внутренними стенами из плотного силикатобетона толщиной 22 см и перекрытиями как и в кирпичных домах;

с наружными стенами из конструкционно-теплоизоляционных керамзитобетонных панелей толщиной 35 см, внут-

ренними стенами и многопустотными перекрытиями из тяжелого бетона толщиной 22 см;

с наружными стенами из монолитного керамзитобетона, внутренними — из тяжелого бетона, возводимыми в модульной металлической опалубке конструкции Гражданстроя. При этом сравнивали три варианта устройства перекрытий в таких домах — из многопустотных настилов толщиной 22 см, монолитных сплошных из тяжелого бетона толщиной 12 см и сборно-монолитных такой же толщины, состоящих из 6 см сборной скорлупы, используемой в качестве замониличиваемой опалубки, и 6 см — слоя монолитного тяжелого бетона.

При установлении затрат на строительство сельских жилых зданий учитывали рассредоточенность производственной базы и относительно небольшую мощность ДСК, необходимость транспортирования конструкций, изделий и материалов на значительно большие расстояния, ритм в городах, и усложнение ведения ритмичной работы в условиях относительно небольших объемов строительства, в период распутицы и в зимнее время.

Сравнительные показатели конструктивно-технологических вариантов домов усадебного типа на 1  $\text{м}^2$  общей площади (см. таблицу), характеризующие современный уровень их технико-экономических показателей, подтверждаются строительством в Белоруссии, Куйбышевской обл. и др., где несущие и ограждающие конструкции двухквартирного дома возводили при поточном стро-

| Показатели                                                                              | Конструктивно-технологические варианты дома |                                   |                 |                      |                                      |                            |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|
|                                                                                         | Из кирпича глиняного полнотелого            | Из глиняного эффективного кирпича | Крупнопанельные | Из силикатных блоков | Из монолитного бетона с перекрытиями |                            |                    |
|                                                                                         |                                             |                                   |                 |                      | Монолитными                          | из многопустотных настилов | сборно-монолитными |
| Общая приведенная площадь, $\text{м}^2$                                                 | 139,4                                       | 139,4                             | 139,4           | 139,4                | 139,4                                | 139,4                      | 139,4              |
| Затраты на возведение дома, $\text{р.}$                                                 | 199,6                                       | 194,7                             | 176,2           | 168,6                | 151,3                                | 159,1                      | 152,3              |
| Капитальные вложения в организацию производства и возведение конструкций, $\text{р./г}$ | 146,1                                       | 135,6                             | 118,6           | 109,4                | 44,6                                 | 74,2                       | 53,7               |
| Суммарная трудоемкость возведения дома, чел.-ч                                          | 57,9                                        | 46,6                              | 34,2            | 35,0                 | 29,4                                 | 31,6                       | 29,4               |
| на стройплощадке, чел.-ч                                                                | 39,9                                        | 30,2                              | 21,8            | 22,2                 | 25,5                                 | 23,9                       | 25,4               |
| Энергоемкость изготовления и возведения конструкций, $\text{кг уел. топлива}$           | 193,8                                       | 180,0                             | 216,1           | 188,2                | 187,3                                | 201,0                      | 198,1              |
| Расход важнейших строительных материалов                                                |                                             |                                   |                 |                      |                                      |                            |                    |
| сталь натуральная, $\text{кг}$                                                          | 12,5                                        | 12,4                              | 20,3            | 21,0                 | 10,5                                 | 16,3                       | 11,3               |
| бетон и гипсобетон, $\text{м}^3$                                                        | 0,15                                        | 0,15                              | 0,8             | 1,2                  | 0,7                                  | 0,8                        | 0,8                |
| Кирпич глиняный, тыс. шт.                                                               | 0,3                                         | 0,3                               | —               | —                    | —                                    | —                          | —                  |



ительстве за 4...5 дней, а также сметными нормативами, введенными в действие в 1984 г.

Монолитное индустриальное домостроение является высокоэффективным методом строительства на селе, способным вытеснить малоэффективные методы традиционного сооружения сельских домов из кирпича, мелких блоков и т. п. Оно позволяет застраивать сельские населенные пункты, расположенные вдали от производственной базы домостроения, а также при ее отсутствии.

В сравнении с домами, возводимыми из кирпича, затраты на строительство монолитных домов в зависимости от конструктивного решения перекрытия уменьшаются на 20...25%, по сравнению с панельными — на 10...15%. При этом более чем в 2 раза, по сравнению с кирпичными и крупнопанельными домами, снижается потребность в капитальных вложениях. Суммарная трудоемкость возведения монолитных домов, по сравнению с кирпичными, уменьшается вдвое, тогда как трудозатраты на стройплощадке — не менее чем на 5 чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> общей площади.

Важное преимущество сельского монолитного домостроения заключается в том, что оно обеспечивает существенную экономию материальных ресурсов: арматурной стали, цемента, топливно-энергетических. Расход стали в домах из монолитного бетона приближается к расходу стали в кирпичных домах усадебного типа; в сравнении же с панельными домами снижается не менее чем вдвое. Применение бесцементных и низкомарочных бетонов позволяет экономить цемент, а также топливо, расходуемое на изготовление конструкций и полуфабрикатов.

Несмотря на очевидные преимущества монолитного домостроения его широкое внедрение сдерживается:

отсутствием заинтересованности в применении монолитных конструкций подрядными организациями из-за более низкой их сметной стоимости по сравнению с конструкциями из традиционных штучных материалов и крупных панелей, что отрицательно сказывается на объеме выполненных работ и выработке одного рабочего;

дефицитом проектов домов усадебного типа, включающих хозяйственные постройки, для возведения из монолитного бетона. В настоящее время такие дома, как правило, строят по переработанным на местах недостаточно экономичным проектам кирпичных и панельных зданий;

нерешенностью вопросов внедрения монолитного домостроения в условиях сельской местности, необходимостью проектирования технологии и оборудования, создания материально-технической базы.

Для реализации планируемых объемов применения монолитного бетона в сельском домостроении необходимо обеспечить экономическое стимулирование этого метода, что создает заинтересованность строителей и позволяет укрепить материально-техническую базу.

Наряду с созданием номенклатуры сельских зданий из монолитного бетона, а также современных проектов таких зданий, в настоящее время, не дожда-

ясь разработки проектов, необходимо отобрать из числа существующих проектов кирпичных, панельных и других домов такие, которые по архитектурным и технологическим критериям позволяют переработать их для возведения из монолитного бетона. Такие проекты следует дополнить технологической частью, регламентирующей привязку унифицированной опалубки и порядок бетонирования конструкций.

В некоторых случаях для застройки сельских населенных пунктов рекомендуется привлекать мобильные предприятия монолитного домостроения на осно-

ве предложений ЦНИИЭП жилища при участии ЦНИИОМТП.

Полностью основанное на использовании отечественного стандартизованного оборудования и мобильных производственных помещений (модулей), такое предприятие позволяет возвести 115...120 сельских домов усадебного типа общей площадью 131 м<sup>2</sup> каждый в год. Зона действия такого предприятия охватывает район в радиусе 100...120 км от центральной базы. В своем составе предприятие должно иметь строительные участки, располагаемые в пунктах строительства.

УДК 624.012

Н. Н. ДАНИЛОВ, д-р техн. наук, В. Д. КОПЫЛОВ, канд. техн. наук, С. Л. GERMAN, С. М. Наумов, инженеры (МИСИ); В. М. ФЕДОРОВ, инж. (трест Промстрой Главульяновскстроя)

## Инфракрасный нагрев при устройстве монолитных полов

В практике строительства довольно часто приходится устраивать монолитные полы при отрицательных температурах окружающей среды. При этом, как правило, выполняются дополнительные технологические операции по предварительному удалению снега и наледи, прогреву основания перед укладкой бетонной смеси, разогреву уложенной смеси, созданию тепловой защиты для изотермического выдерживания бетонного пола.

Существующие технологии и способы устройства монолитных покрытий не позволяют в полной мере решать весь комплекс перечисленных задач. Сквозной или периферийный электропрогрев не дают возможности предварительно прогреть плотные и неровные основания, причем первый из них довольно трудоемок и влечет за собой потери металла. Применение метода термоса, предварительно разогретой бетонной смеси или бетона с противоморозными добавками исключает предварительный разогрев основания, удаление наледи, значительно увеличивает срок выдерживания бетона. Термоактивные маты практически недоступны для широкого использования из-за ограниченного производства.

Анализ технологии устройства монолитных полов в зимних условиях позволил сделать вывод о целесообразности применения для этих целей энергии инфракрасного излучения. С использованием мобильной инфракрасной прожекторной установки (ИПУ) появляется возможность выполнять весь комплекс перечисленных выше дополнительных технологических операций.

Коллективом сотрудников кафедры технологии строительного производства МИСИ разработана инфракрасная прожекторная установка, позволяющая осуществлять термообработку монолитных стеновых конструкций без дополнительного переоборудования опалубки при смене времен года. Успешно можно применять ИПУ также для тепловой обработки монолитных полов в замкнутых объемах.

Генератор установки, выполненный из металлической полой жаропрочной оболочки (ГОСТ 99—41—81, марка 12Х18Н10Т) с наружным диаметром 12 мм, толщиной стенки 1,5...2 мм и длиной 4,5 м, закреплен в алюминиевом параболическом отражателе с поверхностью, описанной по формуле  $Y^2 = 2,25 X$ . Отражатель крепится на металлической стойке и имеет до 5 степеней свободы.

### Техническая характеристика ИПУ

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Рабочее напряжение, В              | 20...36      |
| Рабочий ток, А                     | 200...400    |
| Потребляемая мощность, кВт         | 5...12       |
| Погонная мощность, кВт/м           | 1,5...2,5    |
| Температура рабочего генератора, К | 900...1200   |
| Сопотнвление генератора, Ом        | 0,075...0,09 |
| Инерционность, мин                 | 1,5...2      |

На одной стойке целесообразно располагать по два отражателя на автономных поддерживающих устройствах (рис. 1). Предложенная схема расположения ИПУ позволяет равномерно прогревать одной парой установок участок монолитного пола общей площадью 6 м<sup>2</sup>.

Исследования показали высокую эффективность термообработки инфракрас-

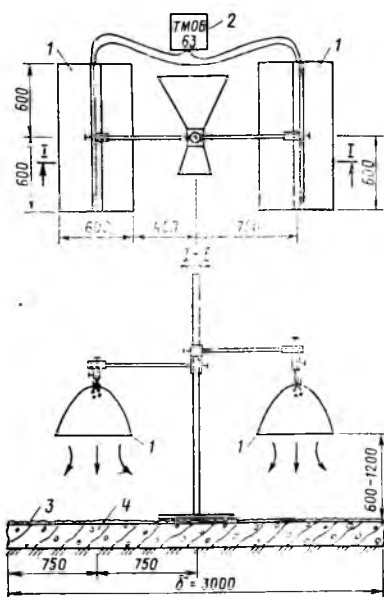


Рис. 1. Принципиальная схема термообработки монолитных полов ИПУ

1 — ИПУ; 2 — понижающий трансформатор; 3 — полиэтиленовая пленка; 4 — монолитный пол  
а, б — соответственно ширина и длина участка поверхности с равномерной плотностью теплового потока ( $S$ , Вт/см<sup>2</sup>), создаваемой двумя ИПУ

ными прожекторными установками монолитных полов толщиной до 25 см при постоянной плотности теплового потока ( $S=1500\ldots3000$  Вт/м<sup>2</sup>) (рис. 2).

Как правило, применяют комплект из нескольких ИПУ (по расчету). К электрической сети их подключают через понижающей трансформатор, например, ТМОБ-63. Это позволяет регулировать режимы термообработки, что предусмотрено конструкцией нового генератора инфракрасного излучения без дополнительного резистивного элемента.

Применение интенсивного режима в начальной стадии разогрева (при  $S=3000$  Вт/м<sup>2</sup>), а затем переход на шадющий режим (при  $S=1500\ldots2000$  Вт/м<sup>2</sup>) выявили ряд преимуществ использования ИПУ. Так, время разогрева монолитной конструкции до изотермической температуры при интенсивном режиме по сравнению с постоянным сокращается на 20...30%. Использование интенсивного режима работы установок оправдывает себя также при выполнении подготовительных операций — удалении снега, наледи и т. д. В свою очередь шадющий режим эффективен при создании тепловой защиты для выдерживаемого бетона.

Таким образом, выполнение посредством ИПУ всего комплекса дополнительных технологических операций, возможность регулирования режимов термообработки и безопасное рабочее напряжение установок (до 30 В), их мобильность в эксплуатации позволяют применять поточную технологию устройства монолитных полов при отрицательных температурах.

Преимуществами такой технологии являются уменьшение расхода электрической и тепловой энергии, а также сокращение сроков выдерживания бетона. Поточная технология предусматривает

постепенное включение в сеть ИПУ для прогрева основания и бетонного пола. В период бетонирования установки переносят на следующую захватку (деланку), не отключая от сети. При этом экономится электроэнергия, необходимая для очередного разогрева каждой установки. После окончания бетонирования ИПУ в принятой последовательности устанавливают в первоначальное положение для прогрева непосредственно бетона.

Технология устройства монолитных полов успешно прошла производственное опробование. Зимой 1985—1986 гг. инфракрасные прожекторные установки были применены при устройстве монолитных железобетонных многослойных полов на одном из объектов треста Промстрой Главульяновскстроя. Было предусмотрено поточное бетонирование по захваткам размерами 10×6 м с использованием 20 ИПУ в замкнутом пространстве.

Термообработка монолитных полов включала 4 этапа. Свежеуложенную бетонную смесь накрывали полиэтиленовой пленкой, которая предотвращала дополнительную потерю влаги из бетона. Разогрев очередного слоя толщиной

9...25 см проводили около 2...4 ч при интенсивном режиме ( $S=3000$  Вт/м<sup>2</sup>,  $T_{ген}=1200$  К,  $H$  до поверхности нагрева 70 см) до средней температуры бетона 330...340 К. Затем ИПУ переключали на шадющий режим ( $S=1500\ldots2000$  Вт/м<sup>2</sup>,  $T_{ген}=950\ldots1050$  К,  $H$  до поверхности нагрева равна 70 см) и осуществляли лишь тепловую защиту бетона в период изотермического прогрева. Последний длился в среднем 4...6 ч, что способствовало достижению бетоном прочности около 40%  $R_{28}$ .

Комплект из двух установок двое рабочих переносили на очередную захватку, не отключая от сети. Тем самым уменьшался расход электроэнергии на разогрев генератора установки. Прогретый участок пола укрывали теплоизоляционными матами либо на него сразу же укладывали очередной слой бетонной смеси. Поточный метод позволил сократить время разогрева последующего слоя бетона в среднем на 30%.

Столь же эффективно с помощью ИПУ осуществляли предварительный разогрев оснований с уложенным арматурным каркасом. Одновременно прогревалась и арматура, что является еще одним преимуществом метода. Комплект ИПУ из 20 шт. обслуживал один электрик. Контроль за температурным режимом прогреваемой конструкции проводили с помощью хромель-копелевых термопар.

Наибольший интерес представляет характер изменения температурного поля в железобетонном полу толщиной 25 см при температуре наружного воздуха  $-7\ldots-10^\circ\text{C}$  с предварительно прогретым основанием (рис. 3).

Таким образом, при среднем тепловом потоке 2000 Вт/м<sup>2</sup> продолжительность прогрева составила около 6...10 ч. После окончания термообработки бетонный слой пола имел прочность около 40%  $R_{28}$ . При последующем выдерживании под слоем теплоизоляции или при прогреве очередного слоя бетон набирал в среднем за 3 ч необходимую критическую прочность, равную 50%  $R_{28}$ . Удельный расход электроэнергии составил в среднем 82 кВт/м<sup>3</sup>.

## Выводы

Экспериментальные исследования и практическое внедрение показали высокую эффективность технологии устройства монолитных полов при отрицательных температурах с применением ИПУ.

Предлагаемая технология позволяет осуществлять с помощью ИПУ весь комплекс дополнительных технологических операций по бетонированию полов в зимних условиях.

Термообработка полов посредством ИПУ дает возможность регулировать энергетические режимы, что сокращает продолжительность разогрева бетона до изотермической температуры на 20...30% и снижает расход электроэнергии на 10%.

Применение ИПУ позволило осуществить поточную технологию устройства монолитных полов. Оборачиваемость установок составила 2 об/сут.

По сравнению с ранее применявшимся предварительным разогревом бетонной смеси и последующим термосным выдерживанием время набора бетонным основанием прочности 50%  $R_{28}$  сократилось более чем втрое, удельная стоимость работ уменьшилась на 2,45 руб/м<sup>3</sup>.

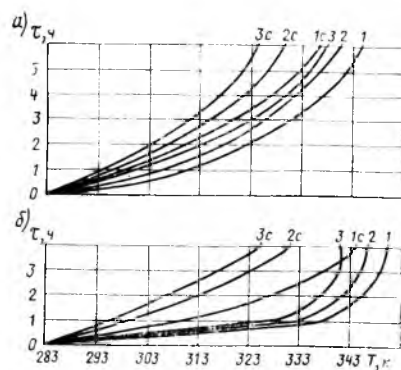


Рис. 2. Изменение температуры монолитных полов в период их разогрева

а — при  $S=2000$  Вт/м<sup>2</sup> — const; б — при  $S=3000$  Вт/м<sup>2</sup> — в первый час;  $S=2000$  Вт/м<sup>2</sup> — в последующее время  
1, 2, 3 — температура на прогреваемой поверхности конструкции толщиной соответственно 10, 15, 20 см; 1с, 2с, 3с — температура в центре соответствующих конструкций

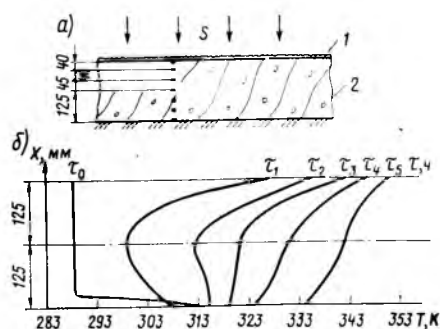


Рис. 3. Кинетика формирования температурного поля в монолитном железобетонном полу с предварительным прогревом основания и переменными энергетическими режимами

а — схема расположения термопар; б — температурные кривые; 1 — полиэтиленовая пленка; 2 — железобетонный пол;  $t_0$  — начало прогрева;  $t_1 \dots t_5$  — продолжительность измерения температуры бетона, равная 1 ч

УДК 666.982.24

М. М. ХОЛМЯНСКИЙ, д-р техн. наук, проф., В. А. КОПЫТИН, К. А. МАВРИН,  
В. И. МЕЛИХОВ, кандидаты техн. наук (ВНИИЖелезобетон)

## К применению перекрестного армирования

Схема перекрестного армирования элемента, растянутого в двух направлениях, показана на рис. 1. Обычно принимают, что арматура работает только на продольные усилия  $N$ , при этом перекрестное армирование не имеет преимуществ перед более технологичным обычным ортогональным армированием. Положение принципиально меняется, если поперечные усилия в арматуре  $Q$  значительны, особенно при относительно больших  $\varphi$ . Таким образом, целесообразность перекрестного армирования зависит от  $Q/N$ . До недавнего времени не было данных об изменении этого отношения в процессе развития трещин и его зависимости от свойств бетона и арматуры. В последнее время появились исследования, в том числе ВНИИЖелезобетона, результаты которых открывают возможность рационального применения перекрестного армирования на основе расчета с учетом поперечных усилий [1].

Особенности перекрестного армирования проявляются в основном после появления трещин в бетоне. Раскрытие трещин в общем случае — результат суммирования продольных  $u$  и поперечных  $v$  смещений арматуры относительно ее берегов. Как видно из рис. 1, эти смещения связаны с шириной раскрытия трещин  $a_T$  соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} u &= 0,5 a_T \sin \varphi; \\ v &= 0,5 a_T \cos \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Задача эксперимента заключалась в установлении связи между компонентами  $N$  и  $Q$  усилия в арматуре в сечении с трещиной и величинами  $u$  и  $v$ . Попытки прямого определения этой связи в опытах с перекрестным армированием не дали результатов, потребовалось использование образцов с однонаправленным армированием (рис. 2), в которых отсутствие арматуры одного из направлений компенсировалось приложением сдвигающих усилий  $H$ , обеспечивающих отсутствие взаимного сдвига берегов трещины. Образцы представляли собой плитки размером  $40 \times 30 \times 5$  см с искусственной трещиной посередине. Точность опытных данных при однонаправленном и перекрестном армировании была проверена ранее [1]. Действительная схема испытаний (см. рис. 2) несколько сложнее показанной на рис. 2, а, поскольку для растяжения образца и исключения взаимного поворота частей образцов в трех направлениях нужно прикладывать нагрузку в 9 направлениях. Каждый опыт дает  $N$ ,  $Q$ ,  $u$  и  $v$  при данном  $u/v = \operatorname{tg} \varphi$ . Для того

чтобы судить о характере зависимостей  $N = f_1(u, v)$  и  $Q = f_2(u, v)$  необходимо сопоставить результаты опытов при различных  $\varphi$ . При обработке данных предположили, что  $N$  зависит только от  $u$ , а  $Q$  — только от  $v$ . Оказалось, что при этом получается вполне удовлетворительное приближение.

Для проверки существования однозначной зависимости  $N—u$  при различных  $\varphi$  подсчитали отношение перемещений при данном  $\varphi$  к перемещениям при  $\varphi = 90^\circ$  для четырех уровней нагрузки. Среднее из 80 опытных значений составило 1,18, а после исключения значений, отклоняющихся от среднего более чем на два стандарта, получено  $\eta = 1$ . Это позволяет, по крайней мере в первом приближении, принять, что в проверенном диапазоне  $30^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$  зависимость  $N—u$  одинакова. Таким образом, можно получить эту зависимость из сравнительно простых опытов при  $\varphi = 90^\circ$ , не требующих применения образцов с трещинами, и распространить на ее анализ техническую теорию сцепления [4], в частности следующие ее положения и результаты:

между условными взаимными смещениями бетона и арматуры  $u$  и условными касательными напряжениями сцепления  $\tau_{сц}$  имеется однозначное соответствие (закон сцепления)

$$\tau_{сц} = B_* \frac{\ln(1 + \alpha u)}{1 + \alpha u} \quad (2)$$

( $B_*$ ,  $\alpha$  — параметры сцепления, определяемые из опыта);

принятому закону сцепления при достаточно большой глубине заделки арматуры в бетоне отвечает зависимость

$$1 + \alpha u = \exp \frac{4 N}{\pi (1 + n \mu) d^2 k} \quad (3)$$

( $d$  — диаметр арматурного стержня,

$k$  — вспомогательный параметр:  $k = \sqrt{4 B_* E / \alpha d}$ );

для стержневой арматуры и проволоки Вр-II значения параметров сцепления приведены в работе [4], для проволоки Вр-I по ГОСТ 6727—80 — в таблице.

| $d$ , мм | $h$ , мм | $s$ , мм | $\omega_{сц} \times 10^4$ , $\mu\text{д}$ | Класс бетона В, МПа | Параметры сцепления |           |                             |
|----------|----------|----------|-------------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------------------------|
|          |          |          |                                           |                     | $B_*$ , МПа         | $k$ , МПа | $\alpha$ , $\text{см}^{-1}$ |
| 3        | 0,15     | 2,0      | 105                                       | 15                  | 4,3                 | 495       | 45                          |
|          |          |          |                                           | 20                  | 5,8                 |           | 60                          |
|          |          |          |                                           | 30                  | 8,6                 |           | 90                          |
|          |          |          |                                           | 40                  | 11,5                |           | 119                         |
| 4        | 0,20     | 2,5      | 151                                       | 15                  | 4,7                 | 449       | 45                          |
|          |          |          |                                           | 20                  | 6,3                 |           | 59                          |
|          |          |          |                                           | 30                  | 9,4                 |           | 103                         |
|          |          |          |                                           | 40                  | 12,6                |           | 137                         |
| 5        | 0,25     | 3,0      | 100                                       | 15                  | 4,1                 | 500       | 25                          |
|          |          |          |                                           | 20                  | 5,5                 |           | 34                          |
|          |          |          |                                           | 30                  | 8,3                 |           | 50                          |
|          |          |          |                                           | 40                  | 11,0                |           | 67                          |

При составлении таблицы принято  $\mu \approx 0,05$  и использованы соотношения:

$$\left. \begin{aligned} B_* &= 0,35 B \left[ 1 - \exp \left( -153 \frac{\omega_{сц}}{\pi d} \right) \right]; \\ k &= 0,01 E \left( 3 - 50 \frac{\omega_{сц}}{\pi d} \right), \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где  $\omega_{сц}$  — погонная площадь смятия.

Вследствие большого разброса опытных данных параметр  $\alpha$  следует считать случайной величиной. В первом приближении распределение  $\alpha$  можно принимать равномерным с коэффициентом вариации  $\approx 30\%$ .

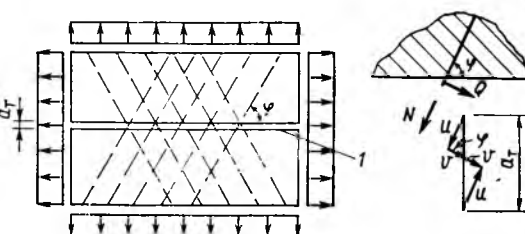


Рис. 1. Расчетная схема растягиваемого элемента  
I — трещина

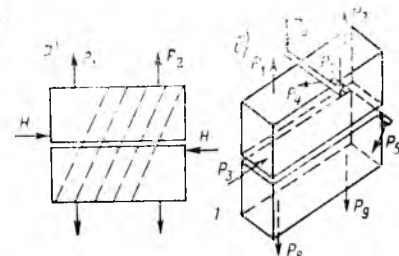


Рис. 2. Схемы испытаний  
а — принципиальная; б — фактическая; I — искусственная трещина

Поперечным нагружением проволоки установлено, что из-за концентрации напряжений у поверхности бетона исходное положение проволоки быстро сменяется более устойчивым, обеспечивающим следящее растягивающее усилие в ней. При дальнейшем увеличении нагрузки возникают новые местные разрушения и проволока вновь меняет положение, приобретая все меньшую кризисную. Местные разрушения носят случайный характер, что обуславливает случайность поперечного сопротивления, в частности при перекрестном и спирально-перекрестном армировании. В опытах с образцами с однонаправленным армированием подтвердилось, что зависимость  $Q-v$  как и  $N-u$  в первом приближении от  $\varphi$  не зависит

$$Q = A \rho B \left( \frac{v}{\rho} \right)^v d, \quad (5)$$

где  $\rho=7,25$  см,  $v=0,46$ ,  $A$  — равномерно распределенная случайная величина со средним значением  $A=0,68$  и коэффициентом вариации 40 %.

При столь большом разбросе учитывать в расчете благоприятное влияние  $Q$  с достаточной обеспеченностью можно только при числе стержней в сечении  $>10$ . В случае перекрестного и спирально-перекрестного армирования это условие обычно реализуется. Из полученных выражений для  $N$  и  $Q$  можно получить среднюю величину  $Q/N$

$$\left( \frac{Q}{N} \right) = \frac{1,44 \rho}{d} \left( \frac{v}{\rho} \right)^{0,46} \times \left\{ \frac{1}{\ln [1 + (\bar{\alpha} - \sigma_{\alpha} u)]} + \frac{1}{\ln (1 + \alpha u)} + \frac{1}{\ln [1 + (\bar{\alpha} + \sigma_{\alpha} u)]} \right\}, \quad (6)$$

где  $\sigma_{\alpha}$  — среднее квадратичное отклонение  $\alpha$ . Увеличение  $\sigma_{\alpha}$ , равносильное уменьшению  $N$ , вызывает небольшое увеличение  $Q/N$ . От разброса значений  $A$  средняя величина этого отношения не зависит.

Характер изменения  $(Q/N)$  в ходе нагружения иллюстрируется примером. При  $\varphi=45^\circ$ ,  $d=0,25$  см,  $B=28$  МПа,  $R=470$  МПа,  $\bar{\alpha}=70$  см $^{-1}$  найдены следующие значения:

| $u=v$ , мкм | $Q/N$ |
|-------------|-------|
| 25          | 0,25  |
| 50          | 0,18  |
| 100         | 0,14  |
| 200         | 0,12  |
| 400         | 0,11  |
| 800         | 0,10  |

Из условий равновесия (см. рис. 1) суммарная нагрузка  $\Sigma P$ , соответствующая данному раскрытию трещины,

$$\Sigma P = \sum_{i=1}^r N_i \sin \varphi + Q_i \cos \varphi. \quad (7)$$

Подставляя выражение для  $N_i$  и  $Q_i$  и переходя от  $u$  и  $v$  к  $a_T$ , получим аналогичную зависимость

$$\Sigma P = \frac{k F}{6} \sum_{i=1}^r \sin \varphi_i \times \{ \ln [1 + 0,5 (\bar{\alpha} - \sigma_{\alpha}) a_T \sin \varphi_i] + 4 \ln [1 + 0,5 \bar{\alpha} a_T \sin \varphi_i] + \ln [1 + 0,5 (\bar{\alpha} + \sigma_{\alpha}) a_T \sin \varphi_i] \} + 0,68 B \rho d \sum_{i=1}^r \cos \varphi_i \left[ \frac{a_T}{2 \rho} \cos \varphi_i \right]^{0,46}. \quad (8)$$

Для условий примера при  $a_T=140$  мкм формула (8) дает  $\Sigma P=56,9$  кг. Первое слагаемое выражает долю продольного сопротивления, второе — поперечного.

Перекрестное армирование целесообразно для работающих на растяжение в двух направлениях пластин, для опертых по контуру плит и особенно для труб, подверженных растяжению как в продольном, так и в меридиальном направлениях. Подсчетами установлено, что весьма рационален переход на спирально-перекрестное армирование в безнапорных трубах. При этом нужно или заново рассчитывать армирование, или принимать его эквивалентным ортогональному. Был избран более простой второй путь. При выводе формул замены использовано выражение (3), в котором с запасом принято  $1 + \mu \approx 1$ , формула (6), в которой обозначено  $Q/N = \text{tg} \beta$  и условия равновесия. Условной нагрузкой считали равномерное растяжение трубы нагрузками  $p_1$  и  $p_2$  в кольцевом и продольном направлениях.

Из условия меньшего или равного раскрытия продольных трещин

$$-1 + \exp \frac{4}{\pi m} \frac{p_1 s_{\text{сп}} \cos \beta}{d_{\text{сп}}^2 k_{\text{сп}} \sin (\beta + \varphi)} \leq \leq \frac{d_{\text{сп}}}{d_c} \sin \varphi \left( -1 + \exp \frac{4 p_1 s_c}{\pi k_c d_c^2} \right), \quad (9)$$

причем индексы «сп» и «с» относятся к спирально-перекрестной арматуре и к спирально ортогональной арматуре.

Из условия большей или равной несущей способности продольных сечений

$$\frac{s_{\text{сп}}}{d_{\text{сп}}^2} \leq m \frac{R_s^{\text{сп}}}{R_s^c} \frac{s_c}{d_c^2} \frac{\sin (\beta + \varphi)}{\cos \beta}, \quad (10)$$

где  $R_s$  — расчетное сопротивление арматуры.

Из условия меньшего или равного раскрытия поперечных трещин

$$-1 + \exp \left[ \frac{4 p_2 D}{m k_{\text{сп}} d_{\text{сп}}^2} \frac{\cos \beta_*}{\cos (\varphi - \beta_*)} \right] \leq \leq \frac{d_{\text{сп}}}{d_{\text{п}}} \cos \varphi \left( -1 + \exp \frac{4 p_2 s_{\text{п}}}{\pi k_{\text{п}} d_{\text{п}}^2} \right), \quad (11)$$

причем индекс «п» указывает на продольные стержни ортогональной арма-

туры;  $\beta_*$  определяется из соотношения

$$\text{tg} \beta_* = \text{tg} \beta \text{ tg} \varphi^{0,46} \times \frac{\ln \left[ 1 + \frac{d_{\text{сп}} [a_T]}{2} \sin \varphi \right]}{\ln \left[ 1 + \frac{d_{\text{сп}} [a_T]}{2} \cos \varphi \right]},$$

где  $[a_T]$  — расчетное раскрытие трещин от заданной нагрузки при ортогональном армировании.

Из условия большей или равной несущей способности поперечных сечений

$$\left( \frac{d_{\text{сп}}}{d_{\text{п}}} \right)^2 \frac{R_s^{\text{сп}}}{R_s^{\text{п}}} \geq \frac{\pi D}{m s_{\text{п}}} \frac{\cos \beta_*}{\cos (\varphi - \beta_*)}. \quad (12)$$

Последовательность расчета замены состоит в следующем: при выбранном  $\varphi$  и  $m$  и исходя из заданной величины  $[a_T]$  по формуле (7) подсчитывают  $\beta$ , затем  $\beta_*$ .

После этого из неравенств находят четыре значения  $s_{\text{сп}}$ , наименьшее из которых и будет искомым. Варьируя  $\varphi$  и  $m$ , можно выбрать наиболее экономичное решение. Расчет замены ортогонального армирования в стандартных трубах позволил сэкономить 10...15 % стали. Проведенные опыты подтвердили реальность этой экономии.

#### Выводы

В конструкциях, в которых направления трещин и арматуры не ортогональны, при раскрытии трещин в арматуре возникают не только продольные, но и поперечные усилия.

Отношение  $Q/N$  — величина случайная и может учитываться в расчете только при достаточно большом числе арматурных стержней в сечении.  $Q/N$  зависит от диаметра арматуры, прочности бетона и ширины раскрытия трещин. Среднее значение 0,1...0,3.

Применение перекрестного армирования целесообразно в конструкциях 3-й категории трещиностойкости, работающих на изгиб или растяжение в двух направлениях. Замена в таких конструкциях ортогонального армирования на перекрестное, как показали расчеты для безнапорных труб, дает экономию стали 10...15 %.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Опытные данные о развитии трещин нормального отрыва при произвольном расположении трещин / М. М. Холмянский, К. А. Маврин, В. П. Ястребова, Н. Н. Ерин // Экономика топливно-энергетических материальных и трудовых ресурсов в промышленности сборного железобетона // Труды ин-та / ВНИИЖелезобетон. — 1984. — 187 с.
- Холмянский М. М., Мелихов В. И., Ерин Н. Н. Механизм сопротивления произвольно расположенной арматуры раскрытию трещин нормального отрыва. — Механизация и автоматизация технологических процессов в промышленности сборного железобетона // Труды ин-та / ВНИИЖелезобетон. — 1984. — 129 с.
- Карпенко Н. И. Теория деформирования железобетона с трещинами. — М.: Стройиздат, 1976. — 208 с.
- Холмянский М. М. Контакт арматуры с бетоном. — М.: Стройиздат, 1981. — 182 с.
- Серова Л. П. Влияние технологических факторов на сцепление низкоуглеродистой проволоки с бетоном: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — М., 1969. — 24 с.

Ю. В. ЧИНЕНКОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИЖБ);  
В. Н. РАЩИНСКИЙ, инж. (Львовский филиал НИИСМИ)

## Расчет изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона на поперечную силу

Использование пористых песков позволяет существенно снизить плотность легких бетонов, облегчить массу конструкций из них и уменьшить расход арматуры [1]. Облегченные бетоны обладают отличными от обычных свойствами, которые необходимо учитывать при расчете нормальных сечений и жесткости [2]. Для проектирования изгибаемых элементов требовалось разработать рекомендации по расчету их на поперечную силу. Исследования проводили на неизученном ранее керамзитоперлитобетоне прочностью 40 МПа при плотности в сухом состоянии 1400 кг/м³ и для сравнения на тяжелом бетоне прочностью 46...51 МПа. Для керамзитоперлитобетона использовали керамзитовый гравий прочностью в цилиндре 5,5...5,9 МПа с насыпной плотностью 680 кг/м³, а перлитовый песок — с насыпной плотностью 640 кг/м³, вспученный в печи «кипящего слоя». Для тяжелого бетона в качестве крупного заполнителя служил гранитный щебень, мелкого — речной песок.

В результате установлено, что прочность и деформативность керамзитоперлитобетона, как и изучавшегося ранее бетона прочностью 35 МПа [2], значительно отличаются от тяжелого бетона, особенно в области упругопластических деформаций (табл. 1). Испытание образцов из керамзитоперлитобетона в условиях плоского напряженного состояния «сжатие—растяжение» показало, что он имеет более низкую прочность, чем тяжелый бетон (рис. 1). Зависимость

$$\frac{\sigma_{mt}}{R_{bt, ser}} = f \left( \frac{\sigma_{mc}}{R_{b, ser}} \right)$$

Таблица 1

| Характеристики                                                                  | Керамзитоперлитобетон прочностью, МПа |               | Тяжелый бетон прочностью 45 МПа |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------|
|                                                                                 | 35 [2]                                | 40            |                                 |
| Коэффициент призмочной прочности                                                | 0,75—0,90                             | 0,74—0,82     | 0,68—0,76                       |
| Модуль упругости $E_b \cdot 10^{-2}$ , МПа                                      | 105,00—130,00                         | 119,00—125,00 | 341,00—349,00                   |
| Предельная сжимаемость $\epsilon_{ub}$ , %                                      | 2,30—2,90                             | 2,50—2,90     | 1,90—2,40                       |
| Поперечные деформации $\epsilon_b$ , %                                          | 0,60—1,03                             | 0,55—1,00     | 0,33—0,65                       |
| Коэффициент упругопластических деформаций $\lambda_b = \epsilon_c / \epsilon_b$ | 0,88—0,91                             | 0,80—0,92     | 0,58—0,67                       |
| Параметрические уровни $R_{crc}^0 / R_b$                                        | 0,64—0,80                             | 0,68—0,82     | 0,50—0,59                       |
| $R_{crc}^0 / R_b$                                                               | 0,90—0,98                             | 0,85—1,00     | 0,67—0,77                       |
| Коэффициент полноты эпюры сжимающих напряжений $\omega$                         | 0,60—0,65                             | 0,59—0,62     | 0,77—0,81                       |
| Прочность на растяжение $R_{bt}$ , МПа                                          | 1,38—1,76                             | 1,70—1,86     | 2,30—2,45                       |
| Плотность в сухом состоянии, т/м³                                               | 1,30—1,35                             | 1,32—1,40     | —                               |

Таблица 2

| Серия образцов | $\mu_{\omega}$ , % | $a/h_0$ | Опытные      | Теоретические      |                         |
|----------------|--------------------|---------|--------------|--------------------|-------------------------|
|                |                    |         |              | по СНиП 2.03.01—84 | по предложениям авторов |
| I              | —                  | 1,47    | 67,84/195,77 | 47,30/70,95        | 56,76/94,60             |
|                | —                  | 1,48    | 68,98/191,05 | 96,99/129,32       | —/—                     |
|                | —                  | 2,20    | 47,00/118,22 | 32,59/48,88        | 39,11/65,17             |
|                | —                  | 2,23    | 64,00/116,30 | 63,71/84,95        | —/—                     |
|                | —                  | 2,95    | 41,02/84,05  | 28,05/35,71        | 42,08/47,61             |
|                | —                  | 2,95    | 59,02/59,02  | 57,17/64,70        | —/—                     |
| II             | 0,13               | 1,49    | 55,56/189,70 | 47,95/94,33        | 57,54/118,31            |
|                | 0,13               | 1,47    | 76,00/217,40 | 99,50/157,60       | —/—                     |
|                | 0,13               | 2,25    | 46,02/151,20 | 32,10/84,00        | 38,52/100,05            |
|                | 0,12               | 2,21    | 66,50/125,20 | 73,59/130,69       | —/—                     |
|                | 0,12               | 2,99    | 45,52/110,80 | 28,64/71,78        | 42,96/83,76             |
|                | 0,12               | 2,96    | 63,53/81,55  | 63,24/103,86       | —/—                     |
| III            | 0,24               | 1,49    | 64,98/233,90 | 56,06/151,29       | 67,27/79,33             |
|                | 0,24               | 1,51    | 71,50/236,50 | 98,88/180,68       | —/—                     |
|                | 0,26               | 2,24    | 48,24/151,30 | 33,95/104,68       | 40,74/121,65            |
|                | 0,25               | 2,25    | 66,50/148,65 | 63,40/165,93       | —/—                     |
|                | 0,25               | 2,95    | 45,52/120,10 | 32,12/94,66        | 48,18/108,29            |
|                | 0,24               | 3,00    | 64,70/127,85 | 58,63/140,03       | —/—                     |

Примечания. 1. Над чертой — для балок из керамзитоперлитобетона; под чертой — из тяжелого бетона. 2. Перед чертой — нагрузки образования наклонных трещин, кН; после черты — разрушающие нагрузки по наклонным сечениям.

достаточно хорошо описывается формулами (141) и (142) СНиП 2.03.01—84 для легкого бетона класса В35. Исследуемый легкий бетон обладает хорошим сцеплением с арматурой. При этом податливость стержней при выдергивании из призм меньше, чем в тяжелом бетоне.

Из каждого вида бетона отобрали по 9 балок-близнецов сечением 15×30 см, в которых варьировали пролет среза (1,5; 2,25 и 3  $a/h_0$ ) и процент поперечного армирования (0; 0,13 и 0,26 %) (рис. 2).

Показатели трещиностойкости наклонных сечений балок из керамзитоперлитобетона оказались несколько ниже, чем балок-аналогов из тяжелого бетона, но выше рассчитанных по СНиП 2.03.01—84. Близкие результаты опытных и теоретических значений получены при  $\phi_{b2}=0,6$  и  $\phi_{b4}=1,2$  из формулы (84) СНиПа (табл. 2).

Ширина раскрытия наклонных трещин в элементах из керамзитоперлитобетона оказалась близка к теоретической, определенной по СНиПу.

Испытаниями установлено, что фактическая несущая способность по наклонным сечениям большинства балок из керамзитоперлитобетона совпадает с аналогичной характеристикой балок-близнецов из тяжелого бетона или превышает ее на 20...42 %. При этом балки из легкого бетона с наибольшим поперечным армированием (0,26 %) разрушились по нормальному сечению от текущей рабочей арматуры. Разрушающие нагрузки по сравнению с теоретическими, найденными в соответствии с рекомендациями норм при  $\phi_{b2}=1,5$ , оказались в 1,5...3,37 раза большими (см. табл. 2). Опытные значения коэффициента  $\phi_{b2}$  для балок из керамзитоперлитобетона без хомутов находились в пределах 3,29...4,14. Близкие опытные и теоретические значения разрушающих нагрузок по наклонным сечениям отмечаются при  $\phi_{b2}=2$  и  $\phi_{b3}=0,6$ , т.е. как для элементов из тяжелого бетона. Значения опытных разрушающих нагрузок для балок из тяжелого бетона незначительно отличаются от теоретических, найденных по нормам. Следует отметить, что методика расчета прочности по наклонным сечениям по СНиП 2.03.01—84 в сравнении со СНиП II-21—75 позволяет получить теоретические значения нагрузок, более близкие к опытным при относительных пролетах среза  $a/h_0 > 2$ .

Расчет опытных балок по методике [3], учитывающей не только прочность, но деформативность бетона и прочность бетона в условиях плоского напряженного состояния, дает результаты, более близкие к опытным, чем по нормам. Анализ свидетельствует о том, что высокая прочность по наклонным сечениям балок из керамзитоперлитобетона является в основном следствием его пониженного (более чем в 2,5 раза) начального модуля упругости. При этом высота сжатой зоны бетона над нормальной трещиной в балках из керамзитоперлитобетона в 1,36...1,43 раза больше, чем в балках из тяжелого бетона. Поэтому, несмотря на более низкие величины предельных касательных напряжений для керамзитоперлитобетона, поперечные усилия, воспринимаемые бетоном сжатой зоны, а также силами зацепления в наклонной трещине и продольной арматурой, ока-



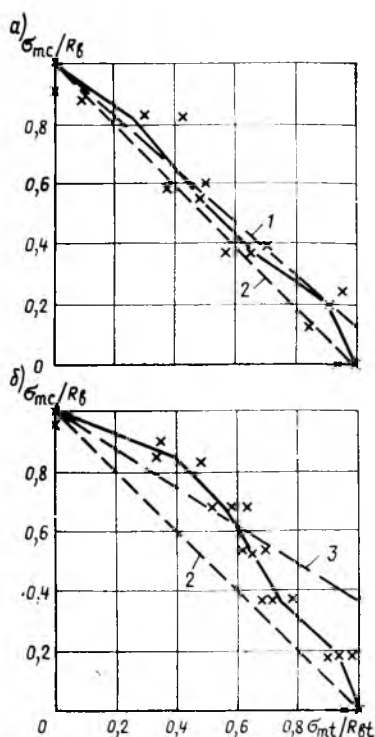


Рис. 1. Прочность керамзитоперлитобетона (а) и тяжелого бетона (б) при плоском напряженном состоянии сжатия-растяжения  
а —  $R_b = 32$  МПа,  $R_{bt} = 1,4$  МПа; б —  $R_b = 36$  МПа,  $R_{bt} = 2,5$  МПа; 1 — расчетный критерий прочности по СНиП 2.03.01—84 для легкого бетона класса В35; 2 — то же, В40; 3 — то же, для тяжелого бетона В40

зываются не ниже, чем в балках из тяжелого бетона.

При расчете прогибов элементов из керамзитоперлитобетона необходимо учитывать его особенности, принимая в формулах (156) и (160) СНиП 2.03.01—84  $\phi_{b1} = 1$ ,  $\psi_b = 0,8$  и  $\nu = 0,5$ . В испытанных балках с отношением пролета к высоте  $< 10$  следует также учитывать влияние на прогибы поперечных сил в со-

ответствии с рекомендациями норм.

По результатам исследований свойств конструкционного керамзитоперлитобетона и изгибаемых элементов из него классов В15... В35 НИИЖБ разработаны рекомендации по проектированию конструкций из этого вида легкого бетона. Для контроля изготовили три плиты покрытий одноэтажных промзданий размером  $3 \times 12$  м (1-го и 2-го типоразмера) и одну плиту размером  $3 \times 18$  м типа П на пролет. Плиты размером  $3 \times 12$  м испытывали на Львовском заводе ЖБИИ, плиту размером  $3 \times 18$  м — в НИИЖБ. Разрушающая нагрузка для плит размером  $3 \times 12$  м превышала теоретическую, определенную по фактическим характеристикам материалов, на 2...7% и расчетную по рабочим чертежам — в 1,43...1,56 раза.

Плита размером  $3 \times 18$  м разрушилась от среза стенки одного из ребер в первом кессоне, где имела трещина, возникшая при транспортировке при нагрузке 95% расчетной теоретической по нормальному сечению. По остальным трем пропорциональным участкам несущая способность по наклонным сечениям не была исчерпана. Опытные прогибы всех плит не превышали теоретических значений, определенных расчетом, и оказались меньше допустимых. Ширина раскрытия нормальных и наклонных трещин при нормативных нагрузках была меньшей контрольной, приведенной в рабочих чертежах, и теоретической по СНиП 2.03.01—84.

ЦНИИПромзданий при участии НИИЖБа провел технико-экономический анализ 26 одноэтажных отапливаемых промзданий с плитами покрытий длиной 6 и 12 м из тяжелого бетона, керамзитобетона и керамзитоперлитобетона при различных утеплителях (керамзитобетон, перлитопластобетон) и двух районах по снеговой нагрузке [4]. Установлено, что применение керамзитоперлитобетона в плитах покрытий снижает расход стали в плитах длиной 6 м до 21%, длиной 12 м до 11%, а по зданию в целом — стали 3...6%, бетона 1,5...3%. При использовании керамзитоперлитобетонных плит покрытий с эффективным утеплителем из перлитопластобетона вследствие снижения нагрузок на плиты до 2,5 раз расход стали в них снизился на 20...31%, а по зданию в целом — стали на 6...11%, бетона на 3...4% по сравнению со зданиями с плитами покрытий из тяжелого бетона и утеплителем из керамзитобетона. По прямым затратам плиты покрытий из различных видов бетона при одинаковом утеплителе практически равноценны. Применение эффективного утеплителя удорожает комплексные плиты на 7...13%. Однако снижение их массы приводит к уменьшению прямых затрат на нижележащие конструкции и в итоге затраты по зданиям в целом для г. Куйбышева ниже, а для Львова выше на 2...3% прямых затрат по зданиям с традиционным утеплителем. По трудозатратам здания с плитами из керамзитоперлитобетона на 1...2% менее трудоемки, чем с плитами покрытий из тяжелого бетона при одинаковом утеплителе и на 7...12% при эффективном утеплителе.

Облегченные плиты покрытий размером  $3 \times 12$  м из керамзитоперлитобетона применены на строительстве во Львовской области.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Облегченные керамзитоперлитобетонные плиты покрытий одноэтажных промышленных зданий / К. Ш. Шаймухамбетов, Ю. В. Чиненков, Н. А. Корнев и др. // Промышленное строительство. — 1985. — № 2. — С. 18—20.
2. Чиненков Ю. В., Корнев Н. А., Шаймухамбетов К. Ш. Особенности работы изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона // Бетон и железобетон. — 1983. — № 10. — С. 10—12.
3. Чупак И. М., Залесов А. С., Корейба С. А. Сопротивление железобетонных элементов действию поперечных сил. — Кишинев: Штиинца, 1981. — 132 с.
4. Гранев В. В., Костюковский М. Г. Несущие конструкции промышленных зданий из бетонов на пористых заполнителях // Бетон и железобетон. — 1985. — № 7. — С. 18—19.

## На ВДНХ СССР

### Облегченные штампованные закладные детали

На тематической выставке ВДНХ СССР «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве» демонстрировалась разработанная СКТБ Стройиндустрия Минсезастроя СССР технологическая схема производства закладных деталей, принципиальная планировка типового участка по производству закладных деталей для изделий заводов КПД, а также рабочие чертежи 12 штампов для изделий 5 видов.

Закладные детали способом холодного штампования изготавливаются централизованно, с высокой механизацией работ, со значительным снижением металло-, трудоемкости и стоимости по сравнению с существующими способами. Внедрение штампованных закладных деталей в расчете на 1000 м<sup>2</sup> жилой площади обеспечивает экономии 286 кВт·ч электроэнергии, 921,5 кг металла.

В качестве основного технологического варианта принято штампование закладных деталей из листового металла с предварительным раскроем на гильотинных ножницах. Однако наиболее оптимальным является применение полосовой стали: кроме повышения качества деталей, за счет сокращения операций раскроя трудоемкость их изготовления снижается на 5...10%.

Для массового изготовления штампованных закладных деталей и внедрения их на заводах СКТБ Стройиндустрия совместно с ЦНИИЭП жилища откорректированы рабочие чертежи в целях их унификации, улучшения технологии изготовления, снижения металлоемкости и расширения области использования применительно к различным сериям крупнопанельных домов и их конструктивных элементов.

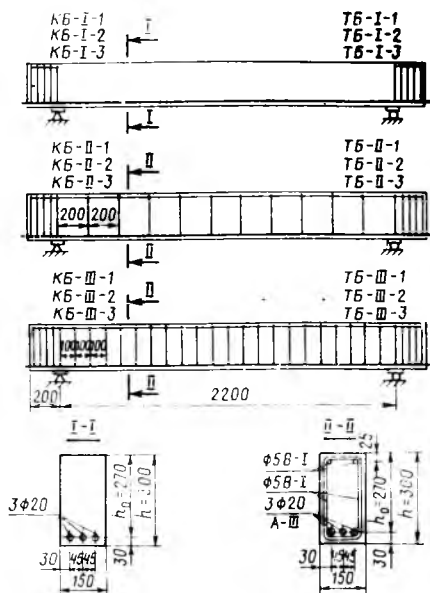


Рис. 2. Армирование опытных балок

И. Н. СЛЕЗИНГЕР, д-р техн. наук,  
Е. О. БЛОХ, инж. (Одесский инженерно-строительный ин-т)

## Определение несущей способности железобетонных стоек

Экспериментальными исследованиями установлено, что несущая способность сжатых элементов зависит от многих факторов — прочности бетона, эксцентриситета приложенной нагрузки, гибкости стойки, уровня и типа ее армирования, длины зоны с трещинами в растянутом бетоне и др. Причиной истощения несущей способности стоек могут быть как разрушение бетона сжатой зоны (в некоторых случаях текучесть растянутой арматуры), так и потеря устойчивости [1]. Однако в СНиП 2.03.01-84 четкие рекомендации относительно того, как следует рассчитывать несущую способность железобетонных элементов, особенно в случае потери ими устойчивости, отсутствуют.

Авторами предложен способ определения несущей способности любых железобетонных призматических стоек, находящихся под действием продольных сжимающих сил, подобный тому, который применяется при проектировании металлических стержней [2]. Он основан на использовании специальной методики [3], опирающейся на описание зависимости между податливостью стойки и внутренними усилиями, возникающими в ней, отрезком разложения по полиномам Чебышева. Такая математическая модель позволяет построить универсальный алгоритм аналитического интегрирования основного уравнения задачи, дающий весьма точное описание напряженно-деформированного состояния стоек при любом уровне их загрузки и раскрывающий момент и действующую причину истощения несущей способности. По составленной программе для ЕС ЭВМ произведены расчеты железобетонных элементов, сжатых внецентренными и осевыми продольными силами. Результаты расчетов сравнили с экспериментальными данными.

Рассмотрим шарнирно опертую на обоих концах призматическую стойку длиной  $l$ , испытывающую действие продольных сжимающих сил  $N$ . При этом возможны два случая — когда сила  $N$  приложена с эксцентриситетом  $e_0$  и когда сила  $N$  приложена центрально.

В первом случае расчет стойки сводится к интегрированию краевой задачи

$$\begin{aligned} y''(x) = -[B[M(x), N]M(x) + \\ + B^*[M(x), N]N]; \\ M(x) = Ne_0 + Ny(x); \\ y(0) = y(l) = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

В основном уравнении изгиба введены две податливости —  $B$  и  $B^*$ , каждая из которых учитывает характер влияния на кривизну изгибающего момента и продольной силы [2]

В работе [3] показано, что эта задача может быть решена при любых значениях  $B$  и  $B^*$  в аналитической форме, причем искомая функция прогибов получается в виде отрезка степенного ряда

$$y(x) = l \sum_{h=1}^n \beta_h \frac{x^h}{l} \quad (n \geq 4) \quad (2)$$

с коэффициентами  $\beta_h$ , зависящими от геометрических и механических параметров стойки, а также  $N$  и  $e_0$ . Система неоднородных нелинейных алгебраических уравнений, из которых определяются  $\beta_h$ , при малых значениях  $N$  дает два вещественных решения, а при очень больших — ни одного. Величина  $N$ , при которой вещественное решение единственно, является критической. Она увеличивается с уменьшением  $e_0$ .

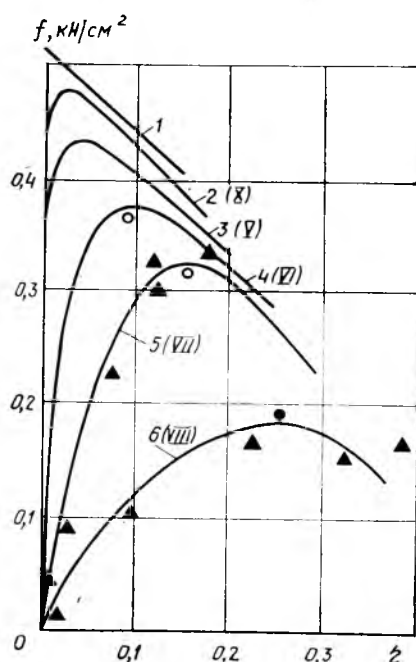
Во втором случае работа стойки описывается задачей, вытекающей из уравнений (1) при  $e_0 = 0$ . Система нелинейных алгебраических уравнений для нахождения коэффициентов  $\beta_h$  получается при этом однородной. При малых значениях  $N$  она дает два вещественных

решения, одно из которых всегда нулевое, а при больших значениях  $N$  — ни одного. Критической является такая величина  $N$ , при которой указанная система дает нулевое решение. Поскольку  $N$  входит в коэффициенты нелинейных алгебраических уравнений для нахождения  $\beta_h$  очень сложным образом, то определить критические значения  $N$  непосредственно ни в одном из рассмотренных случаев невозможно. Для этого приходится выполнять серию прямых расчетов, задавая множество постепенно возрастающих значений  $N$  и устанавливая соответствующие им значения  $\beta_h$ .

Приведенная методика была реализована с помощью специальной программы, составленной для ЕС ЭВМ [4]. С ее помощью рассчитали железобетонные стойки прямоугольного сечения, основные геометрические и механические характеристики которых принимали теми же, что и в экспериментах [1]. Продольную нагрузку прикладывали с эксцентриситетами  $e_0 = (0,01 \dots 0,33)h$  и  $e_0 = 0$ . Особенности работы железобетона (трещинообразование, пластичность бетона, текучесть арматуры и др.) учитывали при составлении податливостей  $B$  и  $B^*$ . Во всех вычислениях использовали отрезок ряда [2], содержащий 4...5 членов.

На рисунке приведены зависимости  $\chi = N/A_{red}$  от безразмерного перемещения  $\eta = y(l/2)/h$  для одной из рассчитанных стоек ( $\lambda = 25,4$ ) при различных относительном эксцентриситете  $\varepsilon = e_0/h$ . На кривых отчетливо видны характерные участки, отвечающие основным стадиям работы стойки — полной упругости бетона и арматуры; упругопластической стадии работы бетона (без трещин) и упругой стадии работы арматуры; появлению и развитию трещин в бетоне; текучести арматуры. Изображенные на рисунке зависимости имеют максимумы, определяющие несущую способность элемента для каждого значения  $\varepsilon$ . Чем меньше эксцентриситет, тем более четко выражены максимумы кривых  $\chi$ — $\eta$  и тем они выше. С уменьшением  $\varepsilon$  восходящая (устойчивая) ветвь кривой приближается к оси  $\chi$ , а нисходящая (неустойчивая) становится круче. При  $\varepsilon = 0$  (осевом сжатии) восходящая часть графика совпадает с вертикальной осью, а нисходящая превращается в огибающую нисходящих ветвей кривых состояния при различных  $\varepsilon \neq 0$ .

При расчете стоек анализировали причины истощения несущей способности (см. таблицу). В таблице приведены характеристики, полученные в момент начала потери несущей способности



Кривые состояния железобетонной стойки, сжатой продольными силами с различным эксцентриситетом  
V...VIII и X — номера выполненных расчетов (см. таблицу); 1 —  $\varepsilon = 0$ ; 2 —  $\varepsilon = 0,01$ ; 3 —  $\varepsilon = 0,02$ ; 4 —  $\varepsilon = 0,058$ ; 5 —  $\varepsilon = 0,167$ ; 6 —  $\varepsilon = 0,33$ ;  
▲ — опыты [1]; ○ — разрушение по бетону;  
● — по арматуре;  $A_{red} = 400,4 \text{ см}^2$ ;  $\lambda = 25,4$ ;  
 $h = 6 \text{ см}$ ;  $\mu = 1,2\%$

| Номер расче-<br>та | $e_0$ , мм | $e$ , в долях $h$ | $N_{кр}$ , кН | $\sigma_A \cdot 10^{-3}$ ,<br>кН/м <sup>2</sup> | $\sigma_B \cdot 10^{-3}$ ,<br>кН/м <sup>2</sup> | $\epsilon_{AP} \cdot 10^4$ | $\epsilon_{BC} \cdot 10^4$ | Причина потери<br>несущей способ-<br>ности |
|--------------------|------------|-------------------|---------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| I                  | 1,2        | 0,02              | 162,2         | -21,0                                           | 20,0                                            | -1,0                       | 5,2                        | Потеря устойчиво-<br>сти                   |
| II                 | 3,5        | 0,06              | 119,6         | -16,0                                           | 50,0                                            | -8,5                       | 12,8                       | То же                                      |
| III                | 10,0       | 0,17              | 96,9          | 182,1                                           | 70,4                                            | 4,5                        | 18,9                       | Разрушение по<br>бетону                    |
| IV                 | 20,0       | 0,33              | 64,0          | 320,0                                           | 65,2                                            | 16,1                       | 22,1                       | То же                                      |
| V                  | 1,2        | 0,02              | 176,2         | 9,0                                             | 35,0                                            | 0,8                        | 15,6                       | Потеря устойчиво-<br>сти                   |
| VI                 | 3,5        | 0,06              | 152,9         | 84,2                                            | 64,9                                            | 2,0                        | 18,6                       | Разрушение по<br>бетону                    |
| VII                | 10,0       | 0,17              | 132,1         | 234,0                                           | 69,3                                            | 5,15                       | 19,4                       | То же                                      |
| VIII               | 20,0       | 0,33              | 75,3          | 385,0                                           | 56,8                                            | 16,8                       | 17,7                       | »                                          |
| IX                 | 0,6        | 0,01              | 183,6         | -29,5                                           | 15,0                                            | -1,7                       | 2,0                        | Потеря устойчиво-<br>сти                   |
| X                  | 0,6        | 0,01              | 196,6         | 1,8                                             | 24,7                                            | 0,2                        | 11,2                       | То же                                      |

Примечание. Для расчетов I...IV и IX  $\lambda=35$ ; для остальных расчетов —  $\lambda=25$ .

стойки — напряжения  $\sigma_B^c$ ,  $\sigma_A^p$  и деформации  $\epsilon_{BC}$ ,  $\epsilon_{AP}$  в сжатом бетоне и растянутой арматуре. Они показывают, что разрушение по бетону или арматуре происходит при достижении в них предельных значений деформаций (расчеты III, IV, VI...VIII). При небольших эксцентриситетах исчерпание несущей способности стоек происходит без разрушения бетона и арматуры вследствие

лавинообразного нарастания прогибов (с одновременным снижением сжимающих сил), т. е. вследствие потери устойчивости (расчеты I, II, V, IX, X).

Для подтверждения достоверности выполненных расчетов на рисунке даны результаты опытных данных [1]. Расхождение значений  $\chi_{кр}$  не превышает 3...4% для  $e=0,167$  и 7...10% для  $e=0,333$ . Отметим также, что расчеты

по графоаналитическому методу [2] дали для стойки с  $\lambda=25$ ,  $e_0=10$  мм результаты, отличающиеся от рассчитанных на 6%, а для стойки с  $\lambda=35$ ,  $e_0=9,5$  мм — на 9%.

Хорошее совпадение результатов вычислений с экспериментальными данными позволяет сделать вывод, что с помощью предложенного способа можно достаточно точно определить предельную нагрузку для любой железобетонной стойки, а также правильно установить причину исчерпания ею несущей способности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калинин А. А. Исследование несущей способности железобетонных стержней, сжатых действительно действующими силами, приложенными с различными эксцентриситетами: Автореф. дис... канд. техн. наук. — Одесса, 1979. — 24 с.
2. Пиковский А. А. Статика стержневых систем со сжатыми элементами. — М.: Физматгиз, 1961. — 394 с.
3. Слезингер И. Н., Блох Е. О. Расчет стержней с податливостью, зависящей от нагрузки // Строительная механика и расчет сооружений. — 1985. — № 4. — С. 24—28.
4. Блох Е. О. Пакет прикладных программ расчета железобетонных сжато-изогнутых стержней. — Одесса: Одесский ЦНТИ, 1984. — № 84—45. — 4 с.

УДК 691.87-422:543.32

Л. И. КОЗАРОВИЦКИЙ, инж. (Укргипробум)

## Определение геометрической жесткости упругих стержней при свободном кручении

Предлагается практический способ определения геометрической жесткости  $I_k$  при свободном кручении упругих стержней открытого профиля с прямоугольным контуром, хорошо согласующийся с точными решениями и формализующий весь алгоритм расчета.

Реализация идей, лежащих в основе нахождения  $I_k$  прокатных профилей [1, 2], придает рекомендуемой методике универсальный характер в упругой стадии работы стержней. При этом удается

устранить серьезные недостатки существующих методов вычисления  $I_k$  элементов бетонных и железобетонных конструкций.

Предлагаемый способ базируется на суммировании геометрических жесткостей при кручении  $I_{ki}$  составляющих сечение прямоугольников  $a_i \times b_i$  ( $a_i \geq b_i$ ) и стандартном учете их сопряжений (рис. 1), причем последнее избавляет от необходимости корректировки  $I_k$  толсто-стенных стержней с помощью коэффи-

циента  $\eta$  ( $I_k = \eta \sum I_{ki}$ ), значения которого получены опытным путем для тонкостенных профилей.

Разбивка сечения на прямоугольники производится исходя из условия минимального их количества и диктуется эскизом в осях составляющих его прямоугольников. Если оперировать терминологией прокатных профилей, то за составляющие прямоугольники следует принять полки и стенки соответствующих сечений. Таким образом, исчезает неоп-

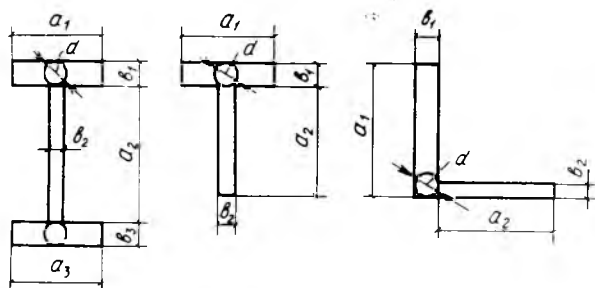


Рис. 1. Схема разбивки сечения на составляющие прямоугольники

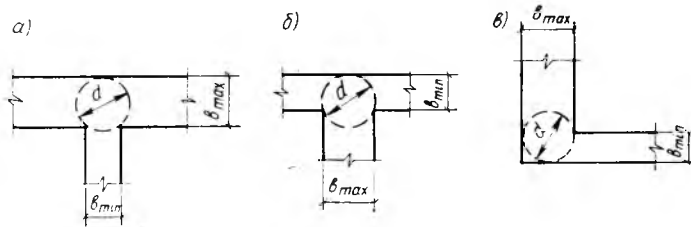


Рис. 2. Определение  $d$

$$\text{Соединения: } a \text{ — тавровое, } d = \frac{b_{\max}^2 + 0,25 b_{\min}^2}{b_{\max}}; \text{ при } b_{\max} = b_{\min} = b \text{ } d = 1,25 b; \text{ б — тавровое, } d = b_{\max}; \text{ в — уголкообразное, } d = 2(b_{\max} + b_{\min}) - \sqrt{2 b_{\max} b_{\min}}$$

ределенность на данном этапе, приводившая к значительному расхождению результатов.

Геометрическую жесткость  $I_k$  подсчитывают по формуле

$$I_k = \sum I_{ki} + \sum \alpha d^4, \quad (1)$$

где  $I_{ki}$  — геометрическая жесткость на кручение  $i$ -го прямоугольника

$$I_{ki} = \frac{a_i^3 b_i^3}{3} (1 - nm), \quad (2)$$

причем  $(1 - nm)$  согласно мембранной аналогии отражает влияние свободных (открытых) концов прямоугольника — меньших его сторон  $b_i$  в случае, когда к ним не примыкает другой прямоугольник;  $m$  является функцией отношения сторон прямоугольника  $\beta = a_i/b_i$ :

$$m = \frac{96}{\pi^5 \beta} \operatorname{th} \frac{\pi}{2} \beta;$$

$n$  равно числу свободных концов прямоугольника:  $n=2$  при двух свободных концах (полка таврового сечения);  $n=1$  при одном свободном конце (стенка таврового сечения);  $n=0$  при отсутствии свободных концов (стенка двутаврового сечения).

Формула (2) при  $n=2$  с точностью до 0,5% (для  $\beta=1$ ) совпадает с точным решением Сен-Венана для прямоугольника. Второй член выражения (1) учитывает эффект соединений элементарных прямоугольников в сечении; количество слагаемых здесь, очевидно, на единицу меньше, чем в первой сумме;  $d$  — диаметр окружности, которую можно вписать в рассматриваемое сечение в месте сопряжения прямоугольников (рис. 2).

При тавровом соединении  $\alpha = 0,15 \times b_{\min}/b_{\max}$ ; при уголкового соединения  $\alpha = 0,07 b_{\min}/b_{\max}$ .

Если какой-либо из составляющих сечение элементов имеет небольшую копусность, то он заменяется прямоугольником, меньший размер которого равен средней толщине элемента.

Изложенная методика без каких-либо изменений применима для нахождения жесткостей  $I_k$  других, не изображенных на рис. 1 типов сечений (швеллерное, z-образное и др.).

Рекомендуемый способ вычисления геометрических жесткостей  $I_k$  дает хорошее совпадение с результатами, полученными точными методами или по апробированным формулам, дающим удовлетворительную точность расчета [3, 4], причем погрешность не превышает 10%. Для наиболее распространенных толсто-стенных типовых железобетонных конструкций уточнение достигает 50%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Inge Lyse M., B. G. Johnston. Structural Beams in Torsion. // Proceedings of the American Society of Civil Engineers. — 1935. — v. 61. — № 4. — part 1. — P. 469—508.
2. Бычков Д. В., Мрошинский А. К. Кручение металлических балок. — М.: Стройиздат, 1944. — 260 с.
3. Арутюнян Н. Х., Абрамян Б. Л. Кручение упругих тел. — М.: Физматгиз, 1963. — 686 с.
4. Литвин И. С., Финкельштейн Р. И., Старицкий П. Г. Исследования работы тавровых ригелей фундаментов турбоагрегатов на изгиб с кручением. // Известия ВНИИ им. Вавилова, т. 121. — Прочность и надежность гидротехнических сооружений. — Л.: Энергия, 1978. — С. 10—19.

## Вопросы качества

УДК 658.52.011.56

Р. Г. БАРСКИЙ, канд. техн. наук, В. Н. ЗАЕЦ, инж. (МАДИ)

## Применение нормативных документов при дозировании бетонных смесей

При оценке качестваготавливаемых бетонных смесей одним из важнейших показателей является точность дозирования компонентов составляющих смеси.

Нормативные документы предусматривают допустимые пределы отклонений дозируемых масс компонентов от заданных рецептом. Так, ГОСТ 7473—85 «Смеси бетонные. Технические условия» устанавливает предельно допустимые погрешности дозирования цемента и воды  $\pm 2\%$ , а для заполнителей —  $\pm 2,5\%$ . Исходя из этого контролируется качество дозирования. Если в  $K$ -м цикле масса хотя бы одного компонента вышла за допустимые пределы («выброс» массы), то смесь, полученная в этом цикле, считается некачественной.

Погрешности дозирования при этом определяются

$$\Delta X_i = X_i(U_i) - U_i, \quad (i = 1, n), \quad (1)$$

где  $X_i(U_i)$  — фактическая масса  $i$ -го компонента после дозирования;  $U_i$  — заданная по рецепту доза  $i$ -го компонента.

На предприятиях стройиндустрии точность дозирования зависит от многих объективных факторов: неоднородности подаваемого в дозатор материала, износа оборудования, климатических условий и т. и., — поэтому погрешности дозирования  $\Delta X_i$  часто превышают допустимые ГОСТом пределы. Рецептура смеси задается, исходя из заданных значений результирующей массы  $V_0$  смеси и коэффициентов  $\gamma_i$  долевого содержания каждого компонента в смеси, равного

$$\gamma_i = U_i/V_0 \quad (i = 1, n). \quad (2)$$

Так, если известны  $V_0$  и  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ , то рецептурные дозы компонентов перед началом дозирования определяются как

$$U_i = \gamma_i V_0. \quad (3)$$

После  $K$ -го цикла дозирования результирующая масса смеси будет равна

$$V_p^K = \sum_{i=1}^n X_i^K(U_i). \quad (4)$$

Исходя из того, что основным показателем эффективности дозирования является поддержание заданных соотношений  $\gamma_i$ , зная результирующую массу  $V_p^K$  смеси после дозирования, нетрудно определить точные (расчетные) значения масс компонентов смеси  $X_i^K$  в  $K$ -м цикле дозирования, которые не нарушали бы  $\gamma_i$ :

$$X_i^K = \gamma_i V_p^K. \quad (5)$$

Так как в смеси  $V_p^K$  дозированные массы компонентов равны  $X_i^K(U_i)$ , то погрешности дозирования компонентов  $\Delta X_i^K$  в  $K$ -м цикле дозирования следует определять из уравнения

$$\Delta X_i^K = X_i^K(U_i) - \gamma_i V_p^K. \quad (6)$$

Для проведения сравнительной оценки погрешностей дозирования компонентов  $X_1, X_2, \dots, X_n$  введем понятие нормированной массы  $V_i$ -го компонента:

$$V_i = X_i(U_i)/\gamma_i. \quad (7)$$

Следовательно, погрешности дозирования компонентов, выраженные через нормированные массы, определяем как

$$\Delta V_i = V_i - V_p, \quad (i = 1, n) \quad (8)$$

и будем называть приведенными погрешностями нормированных масс компонентов.

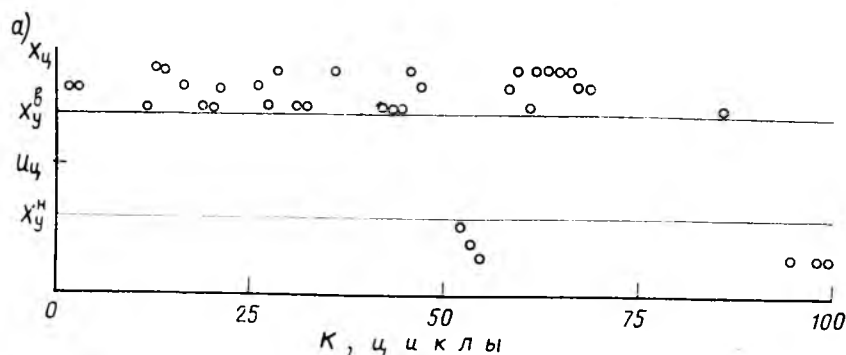
Как видно из формулы (8), при оценке точности дозирования по приведенным погрешностям нормированных масс компонентов в качестве их расчетного значения в  $K$ -м цикле дозирования служит одно и то же значение — результирующая масса  $V_p^K$  смеси. Учитывая, что результирующая масса смеси  $V_p$  в каждом цикле представляет собой случайную величину, необходимо при оценке качества дозирования в каждом цикле вычислять допустимые пределы отклонений нормированных масс компонентов по результирующей массе смеси  $V_p^K$  по формуле

$$V_{B, H}^K = V_p^K (1 \pm \alpha_i), \quad (9)$$

где  $\alpha_i$  — нормативные допуски на погрешности дозирования  $i$ -го компонента в относительных единицах.

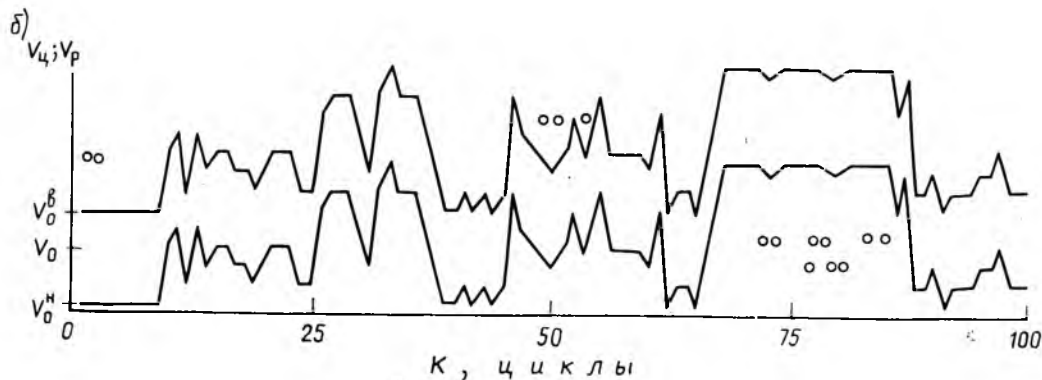
Если нормированные массы  $V_1^K, V_2^K, \dots, V_n^K$  компонентов  $X_1, X_2, \dots, X_n$  в  $K$ -м цикле дозирования не выходят за пределы соответствующих допусков  $V_{B, H}^K$ , то смесь в данном  $K$ -м цикле будет соответствовать требованиям ГОСТ.

Результаты экспериментальных исследований процесса автоматического дозирования компонентов бетонной смеси марки М 300 (рецептура, кг на 1 м<sup>3</sup>: цемент марки 400—540, песок речной — 1040, щебень фракции 5...20—500, вода — 150), проведенных на Краснопресненском заводе ЖБК ДСК № 1 Главмосстроя, показали, что из 100 циклов



Реализация циклов дозирования цемента  $X_{ц}$

а — оценка выбросов цемента традиционным методом; б — то же, по скользящим допускам; — — допустимые пределы отклонений нормированных масс цемента; ○ — выбросы масс цемента



дозирования компонентов бетонной смеси погрешности превышали нормативные допуски цемента — в 36, песка — в 37, щебня — в 17, воды — в 10 циклах. Из них в 8 циклах наблюдались выбросы масс одновременно всех четырех компонентов, в 9 циклах — одновременно трех, в 12 — двух, в 16 — одного, и только в 54 циклах все компоненты были дозиро-

ваны с точностью, предусмотренной ГОСТ.

Пересчет данных о выбросах масс цемента, полученных традиционным методом оценки и предлагаемым методом (см. рисунок), показал, что при оценке качества дозирования по скользящим допускам число выбросов масс компонентов резко сокращается. При оценке

традиционным методом получено 36 выбросов масс цемента, а по скользящим допускам — 14.

Повышение эффективности оценки качества дозирования предлагаемым методом легко объяснить. Предположим, что в  $K$ -м цикле дозирования все массы компонентов превысили верхние допустимые пределы. Вероятность того, что соотношения между компонентами в этом случае будут соответствовать заданным по рецепту значениям, резко повышает-

ся в отличие от случая, когда в одном цикле массы компонентов превышают и верхние, и нижние пределы.

Таким образом, сравнение полученных данных при оценке качества дозирования традиционным методом и по приведенным погрешностям показывает, что вероятность признания смеси бракованной резко снижается.

## Долговечность

УДК 691.327:666.972.53

И. М. КРАСНЫЙ, канд. техн. наук

## Совершенствование компенсационного фактора при контроле морозостойкости бетона

Метод компенсационного фактора  $\Phi_k$ , предложенный ранее [1], является одним из ускоренных методов для определения и контроля морозостойкости бетона Мрз, внесенных в ГОСТ 10060—76. Необходимость ускоренных методов вызвана тем, что основной метод ГОСТ циклического испытания бетона на замораживание и оттаивание при  $-20^\circ\text{C}$  не удовлетворяет требованиям строительства, поскольку результаты испытания становятся известны, как правило, лишь в стадии эксплуатации конструкции. Кроме того, он неточен из-за невозможности строго обусловить время оттаивания, при котором бетон существенно, притом неопределенно, меняет свою структуру и Мрз во время испытания.

В результате громоздкого и ненадежного контроля Мрз происходит мороз-

ное разрушение конструкций, велики потери на их ремонт или преждевременную замену.

Метод  $\Phi_k$  позволяет проектировать состав бетона заданной морозостойкости и контролировать ее в процессе производства конструкций еще до начала твердения бетона, что исключает выпуск неморозостойких конструкций.

В основе метода лежат современные представления о структуре морозостойкого бетона, состоящие в том, что чем меньше в нем объем капиллярных пор с замерзающей водой  $V_{л}$ , создающей давление воды и льда, и чем больший объем замкнутых пузырьков воздуха или газа  $V_{в}$ , компенсирующих это давление, тем выше Мрз.

Особенность метода  $\Phi_k$  заключается в том, что структуру и морозостойкость

бетона оценивают не дожидаясь его твердения, поскольку ее можно с достаточной точностью прогнозировать сразу после уплотнения бетонной смеси по составу бетона, содержанию  $V_{в}$  и условиям твердения.

Известно [1], что роль  $V_{в}$  играют поры, образуемые не только воздухововлекающими добавками, но и остаточным (защемленным) воздухом, объем которого зависит от жесткости бетонной смеси. В работе [2] указано, что некоторый дополнительный объем замкнутых пор  $V_k$  образуется в результате контракции, т. е. уменьшения абсолютного объема цементного камня. Проектирование состава бетона заданной морозостойкости и его контроль состоит в определении известными способами  $V_{в}$ , которое в производственных условиях



может существенно изменяться в зависимости от подвижности или жесткости бетонной смеси и других технологических факторов, и расчетного объема  $V_k$  и  $V_{л}$ :

$$V_k = 12 \frac{Ц}{\gamma_{ц}}; \quad (1)$$

$$V_{л} = 100 \frac{Ц}{\gamma_{в}} \left( \frac{В}{Ц} - 0,27 \right); \quad (2)$$

$$\Phi_k = \frac{V_{в} + V_k}{V_{л}} \quad (3)$$

где  $Ц$ ,  $В$  — расход цемента и воды в бетоне, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{ц}$ ,  $\gamma_{в}$  — плотность цемента и воды, кг/м<sup>3</sup>.

Коэффициент 12 в зависимости (1) означает, что объем контракции составляет 12% абсолютного объема цемента и реализуется при нормальных условиях твердения бетона 28 сут. Коэффициент 0,27 указывает на то, что из всего объема воды затворения 27% входит в химическую реакцию и физико-химическое соединение с цементом и не образует лед при  $-20^{\circ}\text{C}$  в тонких капиллярах.

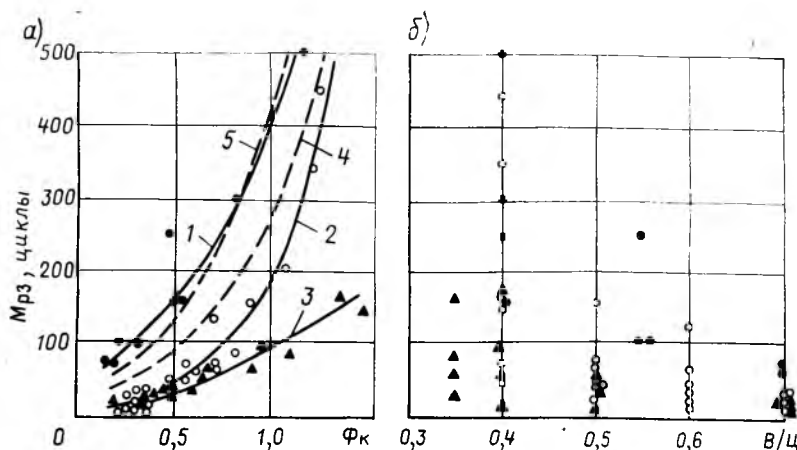
Сопоставление результатов определения зависимости  $M_{рз} - \Phi_k$  для разных бетонов, испытанных при  $-20$  и  $-45^{\circ}\text{C}$ , содержащихся в работах [1, 4, 5], с данными ГОСТа, а также построенных по этим данным зависимостям  $M_{рз} - В/Ц$ , приведено на рисунке. Из рисунка видно, что независимо от вида бетона и температуры замораживания при циклическом испытании существует достаточно тесная зависимость  $M_{рз} - \Phi_k$ , а между  $\Phi_k - В/Ц$  она отсутствует. Таким образом, нельзя отождествлять  $M_{рз}$  только с  $В/Ц$ , так как это приводит к перерасходу цемента. С учетом же  $V_{в}$  можно достигнуть высокой морозостойкости без дополнительного расхода цемента.

Основные замечания по методу [3]  $\Phi_k$  состояли в том, что фактическая  $M_{рз}$  значительно выше рекомендуемой ГОСТом, а также, что  $V_{в}$  не учитывает возможность образования в уплотненной бетонной смеси незамкнутых пор, которые в отличие от замкнутых легко впитывают воду и из защитных превращаются в опасные.

Из рисунка видно, что фактическая  $M_{рз}$  для бетона со щебнем без добавки превышает подсчитанную по ГОСТ более, чем на марку, и совпадает с ГОСТом для бетона с добавкой. Поскольку первоначальные предположения о том, что замешанный воздух менее эффективен, чем образуемый с помощью добавки, не подтвердились в исследованиях и наблюдениях за конструкциями, работающими в суровых условиях Севера, можно принять кривую 5 на рисунке для оценки  $M_{рз}$  независимо от наличия или отсутствия в бетоне добавки.

При равных  $\Phi_k$   $M_{рз}$  бетонов автоклавного твердения примерно в 2 раза ниже. Вследствие более полной кристаллизации гидросиликатов в таких бетонах содержание физико-химически связанной воды незначительно, что не учитывается формула (2). Для неавтоклавного бетона при  $-45^{\circ}\text{C}$   $V_{л}$  также выше, чем по формуле (2), по причине замерзания большей части физико-химически связанной воды.

Количественного учета этих факторов



Зависимости  $M_{рз} - \Phi_k$  (а) и  $M_{рз} - В/Ц$  (б)

1 — [4] (бетон со щебнем) (●); 2 — [1] (бетон мелкозернистый автоклавный) ○; 3 — [5] (бетон мелкозернистый, испытанный при  $-45^{\circ}\text{C}$ ) ▲; 4 — по ГОСТ 10060—76 для бетона без добавок; 5 — то же, с добавкой

в настоящее время нет, поэтому зависимость  $M_{рз} - \Phi_k$  для каждого бетона и температуры замораживания следует определять опытным путем.

Для установления влияния открытого воздуха, который в особенно большом объеме может содержаться в полусухих смесях принудительного уплотнения (роликовый плакат, прессование и др.), целесообразно внести в формулу (1) дополнение

$$\Phi_k = \frac{V_{в.з} + V_k}{V_{л} + V_{в.о}}, \quad (4)$$

где  $V_{в.о}$ ,  $V_{в.з}$  — закрытый и открытый воздух.

$V_{в.з}$  определяют методом разжижения, а  $V_{в.о}$  — насыщением уплотненной пробы смеси водой и расчетом

$$V_{в.о} = \frac{m_2 - m_1}{\gamma_{в} V_{п}} \cdot 100 \%,$$

где  $m_2$ ,  $m_1$  — масса пробы смеси с формой после и до насыщения водой, г;  $\gamma_{в}$  — плотность воды, г/см<sup>3</sup>;  $V_{п}$  — объем уплотненной пробы, см<sup>3</sup>.

#### Выводы

Зависимость  $M_{рз} - \Phi_k$  существует для разных бетонов при различной температуре замораживания.  $M_{рз}$  неавтоклавного бетона со щебнем и мелкозернистого без добавки следует оценивать по ГОСТ 10060—76, как для бетонов с добавками.

Морозостойкость автоклавных бетонов примерно в 2 раза, а неавтоклавных, испытанных при  $-45^{\circ}\text{C}$ , — в 4 раза ниже при одинаковых  $\Phi_k$ , чем неавтоклавных бетонов при  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Для учета влияния открытого воздуха на  $M_{рз}$  предложена уточненная формула для подсчета  $\Phi_k$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красный И. М. Исследование морозостойкости мелкозернистых бетонов // Бетон и железобетон. — 1969. — № 12. — С. 33—35.
2. Шейкин А. Е. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня. — М.: Стройиздат, 1974. — 191 с.
3. Шлаен А. Г. Определение морозостойкости бетона по компенсационному фактору // Бетон и железобетон. — 1979. — № 10. — С. 37—38.
4. Медведев В. М., Либерман М. Я. Об ускоренной оценке морозостойкости бетона по воздушно-содержанию свежесжатой бетонной смеси (метод компенсационного фактора) // Тр. ин-та / НИИЖБ. Новые

методы исследования свойств бетонной смеси и твердеющего бетона. Вып. 29. — М.: Стройиздат, 1977. — 133 с.

5. Красный И. М., Ивлеев П. П. Морозостойкость мелкозернистого бетона на мелких песках // Бетон и железобетон. — 1983. — № 1. — С. 38.

На ВДНХ СССР

## Жилые дома улучшенной серии

В настоящее время ведется большая работа по совершенствованию действующих серий типовых проектов жилых домов. Переход на блочно-секционный метод позволяет уйти от повторения отдельных типовых домов, скопированных композицию застройки, компоновать ее с учетом особенностей рельефа и других факторов.

В Ленинабаде с 1979 г. ведется строительство 5-этажных 50-квартирных крупнопанельных жилых домов серии 105.

На ВДНХ СССР в экспозиции «Основные направления жилищного строительства в СССР» представлена конструктивная схема блок-секции, решенная с несущими поперечными и продольными стенами в сочетании с неизменяемыми диафрагмами перекрытий. Несущие стены и перекрытия соединяются сваркой арматурных выпусков с последующим замоноличиванием стыков мелкозернистым бетоном.

Жилые дома возводятся с единым шагом поперечных стен 3,6 м и контурными опиранием панелей перекрытия размером на комнату. Технология изготовления внутренних стен и перекрытий — кассетная, наружных стен — стендовая.

Крупнопанельный дом серии 105 состоит из двух 25-квартирных блок-секций. Фундаменты ленточные монолитные железобетонные. Наружные стены изготовляют из однослойных панелей толщиной 30 см из керамзитобетона марки М100, внутренние — из несущих железобетонных плоских панелей толщиной 16 см, перекрытия — из сплошных плоских панелей толщиной 16 см.

Серия 105 разработана Ленинадским филиалом Таджикгипростроя.

А. П. КИРИЛЛОВ, д-р техн. наук (НИС Гидропроекта)

## Прочность бетона при динамических нагрузках

Известно, что если скорость нагружения, принятая в стандартных испытаниях прочности бетона, превышает 0,2...0,3 МПа/с, то увеличивается прочность бетона, что учитывается нормативными документами многих стран введением коэффициента динамического упрочнения 1,3...1,5. Большинство авторов, изучавших динамическую прочность бетона, остановилось на выражениях для установления коэффициента динамического упрочнения

$$\left. \begin{aligned} K_d &= A - B \ln t; \\ K_d &= A_1 - B_1 \lg t, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $A, B, A_1, B_1$  — эмпирические коэффициенты;  $t$  — время нагружения.

Поскольку зависимости  $K_d = f(t)$  получены при определенных скоростях нагружения и исходных характеристиках бетона, они являются частным случаем, отражающим только эти условия. Так, если изменить марку бетона, то зависимости (1) изменятся, поскольку при одинаковом времени нагружения меняется скорость нагружения  $V$ , что изменяет  $K_d$ .

Исследования прочности бетона при различных скоростях нагружения показывают влияние не только высоких, но и низких скоростей. Из анализа имеющихся данных следует, что при динамическом нагружении коэффициент динамического упрочнения приближается к 1,8, а при длительном прочность снижается до 0,7 статической прочности. На рис. 1 приведены опытные данные, полученные некоторыми авторами. Центры тяжести поля опытных точек удовлетворительно описываются уравнением  $y = f(thx)$ . Если принять за начало координат точку, соответствующую стандартной скорости нагружения  $V_0 = 0,2...0,3$  МПа/с и  $K_d = 1$ , то зависимость  $K_d = f(V)$  можно аппроксимировать выражением

$$K_d = 1 + 0,6 \times \left\{ \frac{0,27 + 0,8 [th(0,15 \lg V) - 0,358]}{1 - 0,358 th(0,15 \lg V)} \right\}. \quad (2)$$

Асимптотами функции, определяемой выражением (2), являются при  $V = \infty$   $K_d = 1,75$ , а при  $V = 0$   $K_d = 0,65$ , что практически совпадает с указанными пределами опытных величин  $K_d$ . Анализ имеющихся данных свидетельствует о том, что испытания подвергали образцы бетона прочностью 15...50 МПа при однократном нагружении с принятой скоростью до разрушения.

Многие авторы отмечают, что с уменьшением возраста бетона  $K_d$  возрастает. На  $K_d$  также влияет увеличение  $B/C$ , введение пластифицирующих добавок и др. Поскольку эти же факторы повышают пластичность бетона, то было сделано предположение о наличии зависимости между коэффициентом динамического упрочнения и пластичностью бе-

тона. В качестве характеристики пластических свойств бетона приняли меру ползучести

$$C_0(t) = \frac{\varepsilon_a - \varepsilon_y}{R}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_a, \varepsilon_y$  — полные и упругие предельные деформации при исчерпании его сопротивления  $R$  при статическом нагружении.

В НИС Гидропроекта при одинаковой скорости нагружения ( $V = 150$  МПа/с) испытывали образцы-призмы размером  $7 \times 7 \times 21$  см из гипса и бетона в возрасте 3 сут и 4 мес, а также эпоксидную композицию. Гипс практически не имеет пластических деформаций [ $C_0(t) = 0$ ], его прочность даже при такой высокой скорости нагружения практически не меняется. Эпоксидная композиция отличается значительной пластичностью [ $C_0(t) = 8 \cdot 10^{-5}$ ], для этого материала величина динамического упрочнения оказалась наибольшей ( $K_d = 1,84$ ). Для бетона, занимающего промежуточное положение по величине пластических деформаций между этими двумя материалами, [ $C_0(t) = (0,14...1,28) \cdot 10^{-5}$ ], коэффициент динамического упрочнения также имеет промежуточное значение ( $K_d = 1,32...1,61$ ).

На рис. 2 показаны кривые  $K_d = f[C_0(t)]$  для бетонов различного возраста, из которых видно, что с увеличением возраста бетона значения  $K_d$  при одинаковой скорости нагружения снижаются. Поскольку пластические свойства бетона изменяются в процессе эксплуатации вследствие реализации деформаций ползучести, то величина его динамического упрочнения также должна изменяться, т. е. в выражение для определения  $K_d$  следует вводить дополнительный член, учитывающий уменьшение запаса пластичности. На рис. 3 приведен график испытаний кернов, выбуренных из тела Днепровской ГЭС ( $R_k = 38$  МПа), и эталонных бетонных образцов прочностью 40 МПа. Эксплуатационные напряжения для образцов, взятых из тела плотины, составляют 4...6 МПа при длительности воздействия около 40 лет. Эталонные образцы начальной нагрузки не имели, их возраст составлял 4 мес. Из рис. 3 видно, что снижение пластичности вследствие большого возраста, а также отжатия части пластической деформации длительно действующей нагрузкой существенно снизило коэффициент динамического упрочнения. Поскольку величина реализуемых при динамическом нагружении пластических деформаций связана со

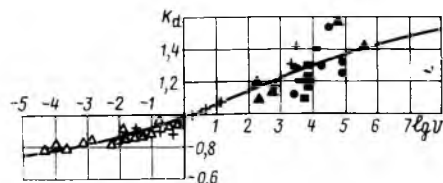


Рис. 1. Результаты испытаний прочности бетона при различных скоростях нагружения  
+ — [1]; ○ — [2]; △ — НИИЖБ; ▲ — [3]; ■ — МИСИ; ● — НИС Гидропроекта

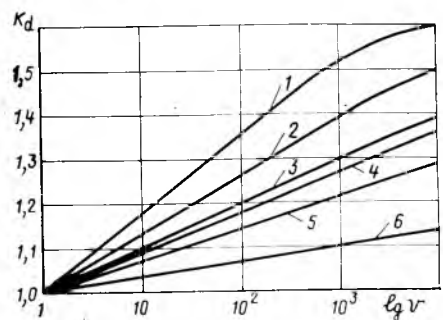


Рис. 2. Зависимость  $K_d = f(lg V)$  для бетона различного возраста  
1 — 4 сут; 2 — 7 сут; 3 — 14 сут; 4 — 28 сут; 5 — 130 сут; 6 — 40 лет

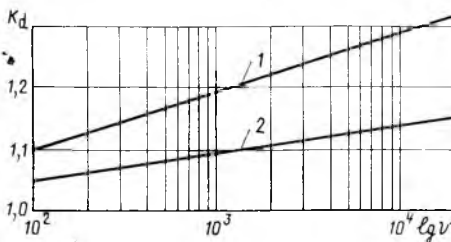


Рис. 3. Динамическая прочность бетона плотины Днепровской ГЭС  
1 — образцы бетона марки М 400,  $K_d = 1 + 0,075 \lg V$ ; 2 — кернах из плотины,  $K_d = 1 + 0,036 \lg V$

скоростью нагружения, а также с величиной и временем действия предшествующего постоянного напряжения  $\sigma_0$ , то выражение для подсчета  $K_d$  бетона в возрасте  $t$  имеет вид

$$K_d = 1 + \left( A - B \frac{\sigma_0}{R} \right) \lg V, \quad (4)$$

где  $A = f[C_0(t)]$ ;  $B = f_1[C(t, \tau)]$ ;  $C_0(t)$  — мера ползучести, соответствующая исчерпанию прочности ненагруженного предварительно бетона данной марки в возрасте  $t$ ;  $C(t, \tau)$  — мера ползучести бетона в момент  $t$ , нагруженного в возрасте  $\tau$  напряжением  $\sigma_0$ .

Для проверки правильности высказанных соображений испытали образцы из различных материалов при одинаковой скорости нагружения после выдерживания в течение 1 ч при разных уровнях статического нагружения. Из рис. 4 видно закономерное снижение коэффициента  $K_d$  при увеличении уровня длительно действующей статической нагрузки. Для эпоксидного состава снижение  $K_d$  также оказалось наибольшим. Коэффициент динамического упрочнения гипсовых образцов практически равен единице при любых режимах нагружения. Значение коэффициентов динамического упрочнения бетона — промежуточное между гипсом и полимерным составом:

$$K_d = 1 + 0,075 \lg V - 0,036 \frac{\sigma_0}{R} \lg V. \quad (5)$$

Повышенная пластичность бетона в раннем возрасте увеличила коэффициент динамического упрочнения до 1,6 (вместо 1,3). Для проверки возможности распространения выражения (5) на другие скорости нагружения на том же составе бетона испытали при скорости 350 МПа/с бетоны различных возрастов и составов при изменении деформативности, определяемой мерой ползучести  $C_0(t)$ , в пределах 0,026...3,3 при постоянной скорости нагружения. Полученные результаты удовлетворительно совпали с расчетом по формуле (5). При статистической обработке опытных данных, а также данных других исследований получили линейную зависимость между  $K_d$  и  $\lg C_0(t)$  при  $V = \text{const}$ :

$$K_d = 1,54 + 0,295 \lg C_0(t). \quad (6)$$

Опытные точки удовлетворительно ложатся на определяемый уравнением

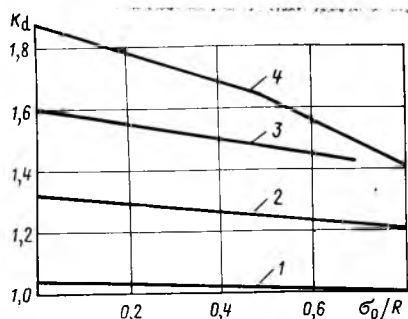
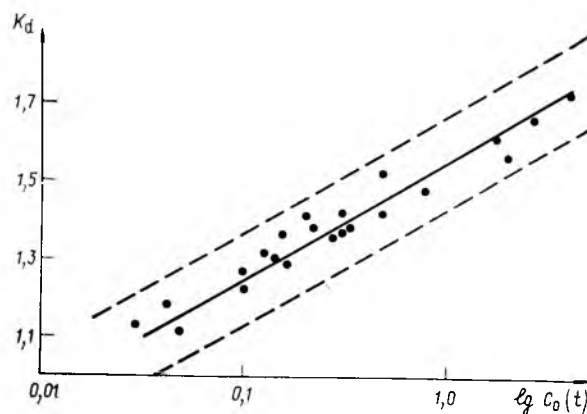


Рис. 4. Влияние уровня предварительного нагружения на динамическую прочность различных материалов

1 — гипс; 2 — бетон марки М 400 в возрасте 1 мес; 3 — то же, 3 сут; 4 — эпоксидная композиция

Рис. 5. Сопоставление опытных данных с расчетной зависимостью (6)

— область рассеяния результатов



(6) график (рис. 5). Устойчивость полученной зависимости характеризуется и высоким коэффициентом корреляции ( $\eta = -0,94$ ). На основании полученных результатов сделали предположение, что если определяющее влияние на  $K_d$  оказывает запас пластических свойств материала, то уравнение (6) является общим для всех неметаллических материалов, независимо от их структуры и природы. Для его проверки испытывали различные материалы (см. таблицу) при той же скорости нагружения ( $V = 150$  МПа/с), что и для бетонов (см. рис. 5).

| Материал              | $K_d$      |
|-----------------------|------------|
| Кирпич красный        | 1,25/1,29* |
| Кирпич силикатный     | 1,38/1,35  |
| Бук                   | 1,68/1,61  |
| Дуб                   | 1,75/1,69  |
| Известняк № 1         | 1,31/1,25  |
| Известняк № 2         | 1,21/1,27  |
| Известняк № 3         | 1,16/1,21  |
| Гранит                | 1,02/1,05  |
| Песчаник              | 1,02/1,08  |
| Габбро                | 1,00/1,04  |
| Органическое стекло   | 1,81/1,94  |
| Гипс                  | 1,00/1,04  |
| Полимерная композиция | 1,80/2,00  |

\* Перед чертой — по расчету; после черты — из опыта.

При статическом нагружении для части образцов из всех материалов устанавливали значение  $C_0(t)$ , по которому, пользуясь уравнением (6), вычисляли  $K_d$ . Для остальных образцов  $K_d$  определяли по результатам опытов. Для экспериментов использовали образцы площадью сечения 12,5...49 см<sup>2</sup> с отношением ширины к высоте, равным 3. Из сопоставления опытных и рассчитанных  $K_d$  видно, что уравнение (6) можно рассматривать как общее для всех материалов. Отсюда следует вывод относительно природы динамического упрочнения материалов, связанного только с запасом их пластических деформаций. Важное следствие этого вывода заключается в том, что коэффициент динамического упрочнения материалов не является величиной постоянной, а изменяется при изменении пластических свойств в процессе эксплуатации. Так, если динамическому воздействию предшествует длительное статическое нагружение, то это приведет к реализации части пластических деформаций материала, уменьшению  $C_0(t)$ , и, как следствие, к снижению  $K_d$ . Проведенные исследования бетона разного возраста при различных скоростях нагружения под-

тверждают правильность принятой линейной зависимости  $K_d$  —  $\lg C_0(t)$  для всех скоростей. Анализом графиков  $K_d$  —  $\lg C_0(t)$  получено выражение, связывающее коэффициент динамического упрочнения со скоростью нагружения  $V$  и запасом пластических свойств материала  $C_0(t)$ . С учетом предыстории нагружения, в соответствии с уравнением (4), получим универсальную зависимость

$$K_d = 1 + 0,085 \lg V \left\{ \lg \left[ C_0(t) - C(t, \tau) \frac{\sigma_0}{R(t)} \right] - \lg 0,013 \right\}. \quad (7)$$

Используя это выражение, можно прогнозировать значения  $K_d$  в любой момент времени приложения динамической нагрузки.  $C_0(t)$  и  $C(t, \tau)$  можно определить либо экспериментально, либо теоретически, пользуясь известным аппаратом теории ползучести [4, 5].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. H a t a h o T., S u s u m y H. Concrete properties at dynamic application of compression loads. Technical Report C-6104 of Central Research Institute of Power Industry, Tokio, 1967.—27 p.
2. G r a f O., B r e n n e r E. Versuche zur Ermittlung des Widerstandsfähigkeit von Beton gegen optimalis wiederholte Bruckbelastung. Bulletin № 76 Deutscher Ausschuss für Eisenbeton.—1934.—P. 16—23.
3. W a t s t e e n D. Effect of straining rate of the compressive Strength and elastic properties of Concrete. Journal of the American Concrete Institute.—V.24.—1953.—№ 8.—P. 48—56.
4. Александровский С. В. Об одной интересной форме уравнений теории упругоползучего тела // Проблемы ползучести и усадки бетона. (Прикладные задачи теории железобетона, связанные с длительными процессами).— М.: Стройиздат, 1974.—87 с.
5. Александровский С. В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменение температуры и влажности с учетом ползучести.— М.: Стройиздат, 1973.—432 с.

УДК 69.003:658.387.4

Г. К. ГОРШКОВА, инж. (Проектно-технологический ин-т Минсевзапстроя СССР)

## Из опыта создания и организации укрупненных комплексных бригад

В организациях Минсевзапстроя СССР проводится целенаправленная работа по дальнейшему совершенствованию бригадной формы организации и стимулирования труда, созданию комплексных сквозных бригад с оплатой труда по единому наряду за конечный результат, распределению коллективного заработка между членами бригады с учетом коэффициента трудового участия (КТУ), с включением в состав бригад вспомогательных рабочих и инженерно-технических работников.

Практика показала, что создание таких бригад оказывает положительное влияние на повышение эффективности работы цехов, участков промышленных предприятий и подсобных производств строительно-монтажных организаций, повышает ответственность и материальную заинтересованность каждого работающего в достижении высоких конечных результатов.

Опыт работы укрупненных комплексных сквозных бригад с оплатой по единому наряду за конечный результат имеется в цехах по производству керамзитового гравия на заводе строительных материалов и конструкций Марийского ТУС, на домостроительных комбинатах Смоленского ТУС и в производственном объединении Калининградстрой. Создание укрупненных бригад в этих организациях позволило с меньшим составом работающих увеличить выпуск продукции за счет взаимозаменяемости, расширения зон обслуживания, рационального использования рабочего времени, сокращения текучести кадров, хорошего трудового настроя и творческой инициативы.

В цехе по производству керамзитового гравия на заводе строительных материалов и конструкций Марийского ТУС создана укрупненная бригада, в состав которой, кроме рабочих, занятых непосредственно на технологических линиях, входят также рабочие по ремонту и обслуживанию оборудования, инженерно-технические работники. Инициатором создания бригады стал начальник цеха керамзитового гравия В. М. Архипов.

При организации комплексной бригады в цехе за счет расширения зон обслуживания рабочими, овладевшими смежными профессиями, выполнения дополнительных функций инженерно-техническими работниками, входящими в состав бригады, высвобождено 16 человек. Против нормативной численности, установленной на основании «Типового проекта организации труда в цехах по производству керамзита», утвержденного МПСМ СССР (1985 г.), высвобождено 8 обжигальщиков, 4 оператора су-

шильных барабанов, 4 моториста холодильного оборудования.

Овладев смежными профессиями, рабочие, занятые производством керамзита, участвуют в ремонте и обслуживанию оборудования, а рабочие по ремонту при необходимости могут выполнять функции основных рабочих.

В настоящее время в состав бригады численностью 58 человек входят: 32 основных рабочих, занятых выпуском готовой продукции, 19 вспомогательных рабочих по ремонту и обслуживанию оборудования и 7 инженерно-технических работников (начальник цеха, 4 мастера, механик, энергетик). Обязанности по руководству бригадой и звеньями возложены на инженерно-технических работников — мастеров. Создан совет бригады численностью 12 человек (начальник цеха, мастера, механик, энергетик и передовые рабочие).

Оплата труда всех членов бригады производится за конечный результат — выпуск керамзитового гравия. Для этого разработана и утверждена местная норма времени и расценка на изготовление 1 м<sup>3</sup> гравия; численный и квалифицированный состав звена рабочих определен на основании «Типового проекта организации труда в цехах по производству керамзита». Новая норма времени и расценка дифференцирована в зависимости от качества продукции (марки керамзита).

Коллективный заработок, подлежащий распределению между всеми членами бригады, складывается из сдельной заработной платы рабочих и заработной платы ИТР по должностным окладам. Распределение его производится с учетом КТУ и устанавливается советом бригады. Основными факторами, влияющими на размер КТУ инженерно-техническим работникам, являются: обеспечение условий для высокопроизводительной работы бригады, обеспечение безопасных условий труда и нормального технологического цикла производства. Заработная плата ИТР складывается из месячного должностного оклада и сдельного приработка бригады, размер которого определяется с учетом коэффициента трудового участия.

Премиирование рабочих производится за выполнение и перевыполнение плана выпуска продукции и качество керамзита: за выполнение 100% плана — 5% сдельного заработка, за каждый 1% перевыполнения — 0,5%, за выпуск керамзита марки 350 — 15%, марки 400 — 13%, марки 450 — 10%, марки 450 — 10%, марки 500 — 8% сдельного заработка за выпущенный объем продукции соответст-

вующей марки. Премия за основные результаты работы выплачивается из фонда заработной платы только рабочим (ИТР, включенным в состав бригады, премии выплачиваются из фонда материального поощрения).

Укрупненная комплексная сквозная бригада в настоящее время представляет собой сбалансированный трудовой коллектив, объединяющий практически всех работников керамзитового цеха. В бригаде работают квалифицированные работники. Текучести кадров и нарушений техники безопасности нет, значительно улучшилась трудовая дисциплина.

Цех ежегодно увеличивает выпуск керамзитового гравия, улучшает качество продукции. Выработка на одного работающего за 1985 г. составила 9 275 р. (или 105,9% плана), среднемесячная заработная плата — 228 р. (или 99,8% плановой). За 1 квартал 1986 г. выработка на 1 работающего в цехе — 2 798 р. (или 106,2% к плану), среднемесячная заработная плата — 255 р. (или 103,3% плановой). Экономия фонда заработной платы составила 0,8 тыс. р., себестоимость снижена на 39,0 тыс. р., план по выпуску керамзитового гравия выполнен на 100,4%. Средний процент выполнения норм выработки (времени) бригадой за 1985 г. составил 151,3%, за 1 квартал 1986 г. — 156,1%.

На улучшение показателей работы цеха оказало влияние создание укрупненной бригады, а также внедрение организационно-технических мероприятий — установка второй запасной линии по переработке сырья в глинозapasнике, реконструкция грависортировки и системы газодоводов, модернизация зон обжига печей с применением известковой муки, дополнительное утепление корпуса сушильного барабана и др.

Чтобы довести фактический выпуск керамзитового гравия до установленного проектом на 1986 г., разработаны мероприятия по совершенствованию производства, технологии выпускаемой продукции, повышению производительности труда и эффективности производства.

В цехе керамзитового гравия ДСК ПО Калининградстрой создана укрупненная комплексная сквозная бригада, в состав которой включены начальник цеха, механик и мастера. Руководство коллективом возложено на начальника цеха В. А. Капулера. Приказом по ДСК утверждены звеньевые и совет бригады в составе 10 человек.

Для оплаты труда разработана и утверждена комплексная норма времени и расценка на изготовление 1 м<sup>3</sup> керамзитового гравия. Распределение заработной платы между членами бригады производится в соответствии с присвоенными рабочим тарифными разрядами, должностными окладами инженерно-технических работников, фактически отработанным временем, с учетом индивидуального вклада каждого в результаты общего труда путем применения коэффициента трудового участия (КТУ).

Внедрение коллективной формы организации труда в цехе керамзитового гравия оказало положительное влияние на показатели его работы. За 7 мес 1986 г. выработка продукции составила 9262 р., или увеличилась на 29 % по сравнению с соответствующим периодом 1985 г. (до создания укрупненной комплексной бригады).

Переход на коллективную форму организации труда позволил сократить численность работников в бригаде с 60 до 49 человек, поскольку половина рабочих бригады овладела смежными профессиями, изменилось отношение к труду, повысилась сознательность работников, улучшилась трудовая дисциплина. С включением в состав бригады мастеров повысилась их материальная заинтересованность в обеспечении выполнения плановых заданий.

В достижении хороших показателей в работе, улучшении трудовой дисциплины большая заслуга совета бригады, в состав которой входят начальник цеха, мастера, председатель цехкома, комсорг и партгруппорг цеха, высококвалифицированные рабочие.

Бригаде ежемесячно устанавливаются следующие плановые показатели: выпуск керамзитового гравия в стоимостном и натуральном выражении, численность промышленно-производственного персонала, производительность труда (выработка продукции в стоимостном выражении на одного работающего), фонд заработной платы, средняя заработная плата одного работающего.

Премирование работников бригады производится из фонда заработной платы в соответствии с действующим на ДСК положением: за выполнение месячного плана выпуска продукции — в размере 10 % сдельного заработка, за каждый процент перевыполнения плана — в размере 1,5 %. Кроме того, размер премии дифференцирован в зависимости от коэффициента качества. При коэффициенте качества ниже 0,5 премия не выплачивается.

Коллектив под руководством В. А. Капулера работает по методу бригадного подряда. Договор заключается на год, итоги подводятся ежемесячно. За 7 мес 1986 г. достигнуто снижение плановых затрат на 2,1 тыс. р., за что выплачено 886 р. премии.

В цехе керамзитового гравия Смоленского ДСК также создана комплексная сквозная бригада, объединяющая рабочих, занятых изготовлением керамзитового гравия, ремонтом и обслуживанием оборудования, рабочих карьера по добыче глины, лаборантов, уборщиков, кладовщика, а также инженерно-технических работников. После создания укрупненной бригады за счет полной взаимозаменяемости, расширения зон обслуживания в бригаде высвобождено (по сравнению с нормативной численностью) 20 рабочих.

В настоящее время в состав бригады из 62 чел. входят: 32 основных и 23 вспомогательных рабочих (включая ремонтников), 7 инженерно-технических работников: 5 мастеров, механик, энергетик. Руководит бригадой мастер. Создан и действует совет бригады из 11 человек, в состав которого входят 5 инженерно-технических работников и 6 рабочих.

Оплата труда всех членов бригады

производится по единой комплексной сдельной расценке на изготовление 1 м<sup>3</sup> керамзитового гравия. Норма времени и расценки разработаны на плановый выпуск продукции и дифференцируются в зависимости от качества керамзита (марки, фракции).

Распределение заработка между членами бригады производится с учетом КТУ, которые устанавливает совет бригады. По КТУ распределяется весь заработок, включая все виды коллективных премий (в том числе премия за экономию от снижения плановых затрат).

Премирование всех членов бригады производится за выполнение плана по выпуску гравия и качеству продукции: за выполнение плана и выпуск керамзита марки 400...450 — 15 % сдельного заработка, марки 500...550 — 10 % сдельного заработка; за каждый процент перевыполнения плана по выпуску керамзита — 1,5 %.

С укрупненной комплексной бригадой заключен договор подряда на 1986 г., итоги работы подводятся ежемесячно. За 7 мес. 1986 г. бригадой достигнута экономия плановых затрат в сумме 14,4 тыс. р., за что выплачено

премий 5 440 р.

Создание в цехе керамзитового гравия укрупненной комплексной сквозной бригады, оплата труда по единой расценке и за конечную продукцию, распределение заработка с применением КТУ, повышение ответственности и материальной заинтересованности всех работников в улучшении показателей труда оказали положительное влияние на улучшение выпуска продукции, повышение ее качества.

За 5 мес 1986 г. выпуск продукции по сравнению с соответствующим периодом прошлого года увеличился почти в 2 раза, выпуск керамзита марки 450 составил 31,2 %, марки 500 — 49,5 % общего выпуска.

В настоящее время в организациях Минсевзапстроя СССР проводится работа по переводу трудовых коллективов (цехов, участков и других структурных подразделений) на новую форму организации и стимулирования труда — коллективный подряд. Это позволит более полно использовать резервы производства для достижения конечных результатов с меньшими материальными и трудовыми затратами.

## Нам пишут

УДК 666.97.035.55:62-523

### Комплексный пульт для автоматического регулирования температуры бетона

Рационализаторами СУ-40 ЛПСМО Главзапстроя разработан переносной комплексный пульт управления (ПКПУ), работающий совместно с любым понижающим трансформатором (см. рисунок). С этой целью выводы из ПКПУ присоединяются, соответственно, как к сети, так и к трансформатору.

Пульт представляет собой металличе-

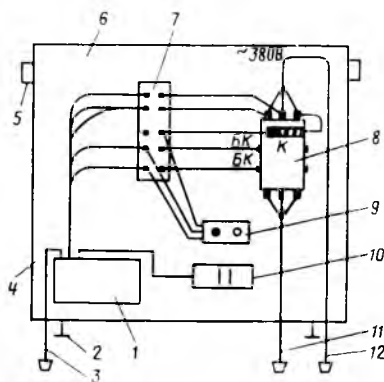


Схема пульта

1 — блок-приставка; 2 — ножка; 3 — вывод к термодатчику; 4 — металлический кожух; 5 — скоба; 6 — плата; 7 — клеммник; 8 — магнитный пускатель; 9 — кнопки; 10 — выносной пульт; 11 — вывод к высокому стороне понижающего трансформатора; 12 — вывод к сети; К — катушки; БК — блок-контакты

ский кожух с ножками и скобами для переноски. Внутри кожуха на плате из текстолита монтируют блок-приставку конструкции ЦНИИОМТП с выносным пультом и выводом к термодатчику, магнитный пускатель с кнопками и клеммник. На выносном пульте блока-приставки установлены два переключателя. Один включает ПКПУ в сеть, другой используется для выбора предела температуры. Термодатчик представляет собой двухпозиционный (50 и 70°C) термомонтажный, помещенный в защитную металлическую трубку. В зависимости от способа прогрева датчик устанавливается в температурной скважине на рабочей поверхности шита и нагревателя решетчатой электронагревательной панели. Включение и отключение понижающего трансформатора от сети производится автоматически по мере достижения бетоном температуры, при которой срабатывает датчик.

Использование ПКПУ в производстве позволяет снизить удельный расход электроэнергии на термообработку бетона в среднем на 30%, устранить необходимость периодического измерения температурного режима бетона, повысить технику безопасности и качество бетона.

Экономическая эффективность составляет 0,95 р. на 1 м<sup>3</sup> прогреваемого бетона.

П. П. ПОЛЯНСКИЙ, инж.  
(трест Оргтехстрой Главзапстроя)

## Справочное пособие для проектировщиков

**Проектирование железобетонных конструкций:** Справочное пособие. Под ред. А. Б. Г о л ы ш е в а. — Киев: Будівельник, 1985.

Первый раздел книги состоит из шести глав и посвящен расчету и конструированию бетонных и железобетонных элементов и конструкций. В первой главе даны указания по проектированию, унифицированные нагрузки. Затронуты вопросы унификации производственных, жилых и общественных зданий. Приведены подробные сведения о материалах для бетонных и железобетонных конструкций, даны их квалификация, область применения, основные расчетные положения бетонных и железобетонных конструкций. Отмечены особенности расчета преднапряженных конструкций, в частности, определение предварительных и контролируемых напряжений в напрягаемой арматуре и напряжений обжатия в бетоне.

Третья и четвертая главы посвящены расчету бетонных и железобетонных элементов по предельным состояниям первой и второй групп. Подробно рассмотрены прочность элементов по нормальным, наклонным и пространственным сечениям, выносливость, трещиностойкость (образование, раскрытие и закрытие нормальных и наклонных трещин) и деформативность. При решении отдельных задач наряду с нормативными приведены и иные методы расчета, позволяющие получать более экономичные решения. Должное внимание уделено также расчету железобетонных элементов на местное действие нагрузки и расчету закладных деталей и соединений элементов.

В пятой главе приведены классификация арматурных изделий и основные указания по конструированию: расположению арматуры, ее соединению и стыкам, а также анкеровке напрягаемой и ненапрягаемой арматуры и усилению концов преднапряженных элементов.

Последняя глава раздела посвящена расчету и конструированию несущих элементов железобетонных конструкций — фундаментов, колонн, балок, плит, рамных конструкций. Серьезное внимание уделено учету ползучести бетона, а также расчету по методу предельного равновесия не только в классической, но и в более общей постановке — с учетом ограниченной пластичности бетона и арматуры. Значительное место уделено особенностям конструирования элементов сборных железобетонных конструкций — стыкам сборных элементов, закладным деталям и т. п. Рассмотрены особенности конструирования сооружений, подверженных воздействию динамических нагрузок.

Второй раздел состоит из трех глав. В нем даны примеры расчета и конструирования перекрытий, покрытий и поперечных рам производственных зда-

ний. Приведены подробные указания по определению усилий и статическому расчету конструкций, исходные данные, варианты армирования и т. д. Рассмотрены сборные и монолитные конструкции. Материалы этого раздела можно с успехом использовать как при проектировании реальных конструкций, так и в процессе дипломного проектирования.

Книга написана в полном соответствии с современными ГОСТами и СНиПами. Для облегчения работы проектировщиков она снабжена большим числом алгоритмов, примеров, таблиц и графиков. Должное внимание уделено основным отличиям современных норм от старых, исходным предпосылкам методов расчета, а также краткому обоснованию и разъяснению отдельных положений расчета и конструирования.

Представленный в книге обширный материал изложен методично, доступ-

ным для широкого круга читателей языком и достаточно хорошо иллюстрирован.

Вместе с тем по содержанию книги можно сделать и отдельные замечания.

Прежде всего, книга безусловно выиграла бы, если бы в ней были кратко изложены современные представления о природе прочности и деформативности бетона и арматурной стали в зависимости от характера силовых воздействий и температурно-влажностных условий (в том числе о природе ползучести бетона и стали, текучести арматуры, упрочнения и т. д.). Из-за ограниченного объема книги не затронуты вопросы проектирования свайных фундаментов, а также оптимального проектирования.

В связи с тем, что работа над книгой велась практически параллельно с работой над новыми нормами (и это, конечно, может служить оправданием авторам), отдельные обозначения и индексы при них не совпадают с принятыми в нормах.

Сделанные замечания не снижают ценности этого капитального труда, который вполне достоин стать настольной книгой инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, специалистов-строителей и студентов вузов строительного профиля. Приведенные замечания (или хотя бы часть из них) можно учесть при переиздании книги.

Ю. П. ГУЩА, Н. И. КАРПЕНКО,  
доктора техн. наук

## Полезная книга

**К р и ч е в с к и й А. П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия.** — М.: Стройиздат, 1984.

Расчет конструкций на совместное действие температуры и нагрузки является одной из актуальных проблем теории железобетона. Появление монографий на эту тему — явление достаточно редкое, поэтому выпущенная Стройиздатом в 1984 г. книга о расчете железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия стала полезным пособием для проектировщиков и научных работников, специализирующихся в этом направлении.

В книге рассмотрены методы расчета железобетонных инженерных сооружений, подвергающихся совместному действию повышенных технологических температур до  $+200^{\circ}\text{C}$ , отрицательных климатических температур до  $-50^{\circ}\text{C}$  и нагрузки. Среди них — дымовые трубы, силосы для хранения горячих продуктов, резервуары для нефти и нефтепродуктов и др. Для повышенных температур и высыхающего стареющего бетона развита наследственная теория старения и решены методы определения напряженно-деформированного состояния основных элементов сооружений с учетом неоднородности и плоского напряженного состояния бетона и наличия трещин. Большое внимание уделено инженерным методам определения температурных усилий и напряжений в сооружениях и методам их расчета по пре-

дельным состояниям. В частности, разработаны методики расчета прочности внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения при совместном действии повышенных и отрицательных температур и определения ширины раскрытия вертикальных и горизонтальных трещин в сооружениях цилиндрической формы. Показано большое влияние на ширину раскрытия трещин перераспределения напряжений между бетоном и арматурой, обусловленного ползучестью и усадкой бетона при повышенных температурах, температурных моментов, возникающих при действии повышенных технологических и отрицательных климатических температур, и изменения прочности бетона при температурных воздействиях в условиях плоского напряженного состояния.

В книге приведен большой экспериментальный материал по исследованию работы элементов сооружений и свойств бетона в условиях повышенных и отрицательных температур и результаты натурных исследований сооружений.

Из-за небольшого объема книги (9 печ. л.) многие вопросы изложены конспективно, а примеры расчета чрезмерно сокращены и нуждаются в пояснениях.

А. Ф. МИЛОВАНОВ, д-р техн. наук,  
проф.



УДК 693.54.002.5

## Индустриализация и комплексная механизация бетонных работ

На тематической выставке «Дальнейшее развитие индустриализации и повышение производительности труда в капитальном строительстве», проходившей в прошлом году в объединенных павильонах «Строительство» на ВДНХ СССР, видное место было отведено прогрессивным способам производства бетонных работ. Интересный опыт в этом направлении демонстрировал ряд строительных министерств.

Минуралсибстрой СССР (бывш. Минтяжстрой СССР) экспонировал комплекс машин круглогодичного использования для приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси. Министерство системно развивает комплексную механизацию строительных работ, в первую очередь наиболее трудоемких и требующих большой численности персонала. К ним относятся и бетонные работы, на которых в организациях министерства занято 19,2% общего числа строительных рабочих, причем 43% из них трудятся вручную, без применения машин.

Министерством реализуется целевая комплексная программа совершенствования организации, технологии и механизации бетонных работ, предусматривающая:

изготовление на предприятиях министерства автобетононасосов и их внедрение в количестве, обеспечивающем укладку до 35...40% общего объема бетонной смеси;

изготовление автобетоносмесителей для перевозки всей бетонной смеси, укладываемой автобетононасосами, и использующихся в качестве самостоятельных транспортных и бетоноукладочных средств;

выполнение бетонных работ с применением прогрессивных металлических и деревометаллических опалубок;

изготовление мобильных автоматизированных бетоносмесительных установок для приготовления бетонной смеси в непосредственной близости от строительных объектов, что значительно сокращает потребность в транспортных средствах, время укладки и улучшает качество бетонной смеси;

внедрение в строительство бетоноукладочных комплексов, в 5...10 раз повышающих производительность труда и качество бетонных работ.

В двенадцатой пятилетке все мероприятия по техническому перевооружению приобретают более широкий характер. На перевозке бетонных смесей для монолитных сооружений вместо самосвалов используются автобетоносмесители. При выборе метода укладки бетонных смесей в опалубку предпочтение будет отдаваться автобетононасосам.

Повышается уровень автоматизации приготовления бетонной смеси.

Вот лишь некоторые основные средства механизации, применяемые на стройках министерства.

Мобильная автоматизированная бетоносмесительная установка М-1 предназначена для приготовления бетонной смеси любых марок вблизи от строительного объекта. Блочная конструкция установки с высокой степенью сборности блоков позволяет монтировать ее на подготовленном участке и вводить в эксплуатацию за 7...8 дней. Благодаря небольшим габаритам и компактности установку можно монтировать на небольшой площадке и максимально приближать к месту строительства.

При наличии источника пара или дополнительного парогенератора установка может работать круглогодично (в зимних условиях до  $-30^{\circ}\text{C}$ ).

Обслуживают установку 2 человека — один на пульте управления, второй — на ковшовой погрузчике. Установка работает в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

Применение приобъектных установок данного типа сокращает потребность в транспортных средствах для доставки бетонной смеси, время ее укладки и приготовления.

### Техническая характеристика бетоносмесительной установки М-1

|                                                       |                                       |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Производительность, м <sup>3</sup> /ч, не менее:      |                                       |
| летом                                                 | 52                                    |
| зимой                                                 | 28                                    |
| Тип бетоносмесителя                                   | циклический, принудительного действия |
| Объем готового замеса бетоносмесителя, м <sup>3</sup> | 1                                     |
| Установленная мощность, кВт                           | 100                                   |
| Тип управления установкой                             | автоматический или полуавтоматический |
| Габариты, м                                           | 18×6,1×13,1                           |
| Вместимость бункера для инертных, м <sup>3</sup>      | 40                                    |
| Вместимость цементных силосов, м <sup>3</sup>         | 58                                    |
| Масса, т                                              | 46                                    |

Автобетоносмеситель АБС-4,5 на шасси автомобиля КамАЗ-5511 предназначен для приготовления и транспортировки бетонной смеси при температуре окружающего воздуха от 0 до  $+40^{\circ}\text{C}$ , а также для транспортировки готовой бетонной смеси при температуре окружающего воздуха до  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Его можно загружать от специализированных установок для выдачи сухих смесей, а также от передвижных и стационарных бетонных заводов, приспособленных для выдачи сухих смесей и

готовой бетонной смеси. Он состоит из смесительного барабана, загрузочно-разгрузочного устройства, системы подачи воды, привода смесительного барабана и вспомогательного оборудования. Вращается смесительный барабан от двигателя базового шасси через коробку отбора мощности. Гидропривод обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости вращения барабана. Автобетоносмеситель надежен в работе, технологичен в изготовлении, отвечает требованиям эргономики.

### Техническая характеристика автобетоносмесителя АБС-4,5

|                                                                            |                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси, м <sup>3</sup> | 3,7...5        |
| Темп, м <sup>3</sup> /мин                                                  |                |
| загрузки                                                                   | 1              |
| выгрузки                                                                   | 1...2          |
| Высота загрузки, мм                                                        | 3490           |
| Габариты, мм                                                               | 7530×2480×3490 |
| Масса, кг                                                                  | 10080          |

Автобетононасос БН-80-20М предназначен для приема свежеприготовленной бетонной смеси из специализированных бетонотранспортных средств и подачи ее к месту укладки без затрат ручного труда при температуре окружающего воздуха от  $+40$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Он состоит из блока рабочих и бетонотранспортных цилиндров с блоком управления, шибера, шибера устройства с загрузочным бункером и смесителем, системы промывки и пневмосистемы. Последние служат для очистки и промывки бетононасосов и бетоноводов. Трехзвенная шарнирно сочлененная стрела, состоящая из основания, опорно-поворотного устройства и бетоноводов, служит для подачи бетонной смеси к месту ее укладки.

Управляют бетононасосом и стрелой с выносного пульта, связанного с блоком управления гибким кабелем длиной 25 м.

Для работы при минусовой температуре бетононасос имеет следующие специальные устройства: замкнутый термомонизированный кожух, закрывающий блок цилиндров, насосную гидравлическую станцию, масляный и водяной баки, шибера, компрессор, водяной насос и трубопроводы системы промывки; термомонизированную воронку шибера; термомонизированный бетоновод; отопительную вентиляционную установку для подачи подогретого воздуха под кожух и обогрева кабины машиниста; специальное устройство для подогрева бетоновода перед началом работы выхлопными газами; кабину, обеспечивающую нормальные условия работы машиниста при минусовой температуре окружающего воздуха.

| Техническая характеристика автобетононасоса БН-80-2М                       |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Производительность, м <sup>3</sup> /ч:                                     |                       |
| теоретическая максимальная                                                 | 80                    |
| практическая (техническая) регулируемая                                    | 3...65                |
| Подвижность перекачиваемой бетонной смеси (осадка стандартного конуса), см | 4...12                |
| Наибольшая крупность заполнителя, мм                                       | 40                    |
| Максимальное давление, создаваемое бетонотранспортным поршнем, МПа         | 6                     |
| Число цилиндров подачи бетона, шт.                                         | 2                     |
| Вместимость загрузочного бункера, л                                        | 400                   |
| Высота загрузочного бункера, мм                                            | 1400                  |
| Высота подачи бетонной смеси стрелой, м                                    | 20                    |
| Дальность подачи бетонной смеси стрелой, м                                 | 17                    |
| Угол поворота стрелы, град                                                 | 90                    |
| в вертикальной плоскости                                                   | 370                   |
| в горизонтальной плоскости                                                 | 125                   |
| Диаметр бетоновода, мм                                                     |                       |
| Привод механизмов и распределительной стрелы                               | гидравлический        |
| Управление                                                                 | электрогидравлическое |
| Масса, кг                                                                  | 19700                 |
| Габариты в транспортном положении, мм                                      | 11080×2630×3780       |
| Максимальная скорость передвижения, км/ч                                   | 40                    |

Разработчик описанных машин ЭПКБ Минуралсибстроя СССР (344709, Ростов-на-Дону, ул. Нансена, 148).

Изготавливает бетоносмесительную установку и автобетоносмеситель Каменский опытный механический завод (346315, г. Каменск-Шахтинский Ростовской обл., пос. Заводской), автобетононасос изготавливает Кемеровский опытный ремонтно-механический завод (650021, г. Кемерово).

Новый автобетоносмеситель АБ-104 экспонировал на выставке саратовский филиал ПТИОМЭС. Новинка предназначена для доставки товарных бетонных смесей от места их приготовления до места укладки. Кузов смесителя поднимается гидроприводом. Отличительные особенности его конструкции:

форма кузова — мульдобразная, обеспечивающая максимальную сохранность исходных характеристик бетонной смеси при транспортировании;

расположение разгрузочного окна в верхней задней части кузова и возможность фиксации его на любом наклоне к горизонту допускают порционную выдачу груза (без точной дозировки), а небольшая ширина окна позволяет производить опорожнение в приемное устройство бетононасоса, не прибегая к бункерам-перегрузателям;

оснащение кузова вибратором обеспечивает полноту выгрузки без дополнительных затрат ручного труда;

использование автономного промывочного устройства исключает нарастание бетона на внутренней поверхности кузова;

наличие опорного устройства страхует машину от опрокидывания при выгрузке жестких бетонов;

дистанционное управление подъемом и опусканием кузова облегчает контроль за ходом разгрузки и гарантирует безопасность водителю-оператору.

Автобетоносмеситель смонтирован на автомобиле КамАЗ-5511 грузоподъемностью 10 т, объем перевозимой бетонной смеси 4 м<sup>3</sup>, габариты 6740×2480×2950 мм, угол наклона кузова при разгрузке 90±5°.

Годовой экономический эффект применения одного автобетоновоза АБ-104 — 9,6 тыс. р.

Постепенная замена самосвалов такими автобетоновозами позволит в конечном итоге за счет ликвидации потерь в процессе доставки сэкономить 445 тыс. м<sup>3</sup> бетона в год, что составляет 3...3,5% общего объема выпуска товарного бетона по Минсевзапстрою СССР (бывш. Минстрой СССР).

За дополнительными материалами обращаться по адресу: 410017, Саратов, Пугачевская ул., 11/13, Саратовский филиал ПТИОМЭС.

## Информация

### Читательская конференция в Душанбе

В сентябре прошлого года в Душанбе состоялась читательская конференция журнала «Бетон и железобетон» со строительной общественностью Таджикской ССР. Выступивший на ней главный редактор журнала д-р техн. наук проф. К. В. Михайлов отметил, что в нынешних условиях, когда после XXVII съезда КПСС партии и правительством взят твердый курс на коренную перестройку народного хозяйства на базе эффективного внедрения в практику достижений научно-технического прогресса, резко возросла роль отраслевой печати, а своевременная и качественная научно-техническая информация приобретает новое, особо важное значение.

Редакция журнала прилагает усилия с тем, чтобы эта информация отвечала требованиям сегодняшнего дня. Для этого, в частности, регулярно проводятся читательские конференции, анализируются и сопоставляются мнения специалистов о характере публикуемых в журнале материалов. Сейчас перед строительной печатью поставлена задача организации надежной обратной связи с читателями, способствующей выявлению

наиболее ценных публикаций, использование которых потребителями информации в их практической деятельности дает реальный экономический эффект.

В основном в журнале помещаются статьи об апробированном в производственных условиях или практике проектирования опыте, однако в редакцию поступает немало материалов о различного рода разработках, не всегда проверенных в реальных условиях. Вместе с тем в редакционном портфеле журнала бывает недостаточно статей, касающихся заводского производства, излагающих передовой опыт работ на стройплощадках, описывающих новые конструктивные решения, внедряемые в практику. Мало поступает статей экономического характера, освещающих вопросы перевода промышленности бетона и сборного железобетона в новые условия хозяйствования на основе самофинансирования и самоокупаемости.

Опыт свидетельствует, что читателям нужны также обзорные статьи, характеризующие состояние отрасли по тому или иному вопросу в стране или в

республике в сравнении с мировым уровнем.

Говоря о поступающих в редакцию статьях, написанных по инициативе авторов, главный редактор отметил, что рукописи зачастую не отвечают предъявляемым требованиям по объему и качеству изложения материала. При среднем объеме журнала 5 печ. листов редакция стремится помещать в каждом номере максимум статей с поддержанием согласно тематической направленности принятой рубрикации. Поэтому от авторов требуется излагать материал предельно коротко, четко, с конкретным указанием результатов и адресности работы. Следует обратить особое внимание на качество иллюстраций, схем и графиков, на точность и ясность написания формул, символов и буквенных обозначений. При отправке рукописей в редакцию необходимо сообщать полные сведения о всех авторах статьи.

Чтобы получить побольше интересного материала с мест, редакция уже многие годы использует практику создания советов содействия журналу по отдельным крупным городам, республикам и

регионам страны. В Таджикистане такого совета пока нет. О промышленности бетона и сборного железобетона республики вообще имеется мало сведений, а информация эта нужна.

От имени читателей журнала выступил зав. кафедрой ЖБК Таджикского политехнического института канд. техн. наук доцент Я. Ш. Исхаков. Он отметил, что «Бетон и железобетон» — известный в нашей стране и за рубежом журнал. Его читают инженеры и проектировщики, производственники и научные работники, конструкторы и технологи. В течение многих лет журнал обобщает передовой опыт в стране в области исследований, проектирования, производства бетона, арматуры и железобетонных конструкций, знакомит читателей с новой литературой, с материалами конференций и совещаний по технологии бетона и железобетона, освещает новинки, демонстрируемые на ВДНХ СССР, а также знакомит специалистов с передовыми разработками за рубежом, публикует дискуссионные и иные материалы.

В Таджикистане имеются определенные достижения в области бетона и железобетона, которые можно было бы сообщать через журнал. Среди них можно назвать, например, конструктивные решения, использованные при возведении Дворца тенниса, в монолитных домах повышенной этажности, интересные разработки по пластифицирующим добавкам в бетоны, результаты исследований сейсмостойкости железобетонных оболочек и др.

Выступавшие на конференции выражали пожелание, чтобы в журнале больше места уделялось проблемам сейсмостойкого строительства, возведения зданий и сооружений в условиях сухого жаркого климата. Высказывалось мнение о том, чтобы в порядке дискуссии публиковать статьи, по которым не сложилось единого положительного мнения, активнее поддерживать молодых авторов.

На читательской конференции был организован Совет содействия журналу «Бетон и железобетон» по Таджикской ССР в составе:

**Я. Ш. Исхаков** — зав. кафедрой ЖБК ТПИ, канд. техн. наук (председатель)

**А. М. Приев** — зав. отделом науки Госстроя ТаджССР (зам. председателя)

**В. М. Бирюков** — гл. инженер ГПИ Таджикгипропром

**В. И. Бураков** — нач. технического управления Минстроя ТаджССР

**Н. М. Касымов** — гл. инженер ПИ Таджикколхозпроект

**Е. Л. Вирский** — нач. отдела стройиндустрии Госстроя ТаджССР

**С. В. Кожаринов** — зам. директора института сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН ТаджССР, канд. техн. наук

**В. С. Безноздрев** — гл. технолог ЖБК-1 Минстроя ТаджССР

**Ю. М. Большаков** — гл. технолог Душанбинского опытного завода напорных труб и ЖБИ Главтаджикводстроя

**Б. Д. Джаббаров** — директор ГПИ Таджикгипропром

**А. Н. Луцкевич** — гл. инженер треста «Монолитстрой»

## Зарубежный опыт

УДК 691.328:666.982(520)

### Железобетон в Японии\*

В Японии действует множество строительных компаний с числом занятых 5,4 млн. чел., или 10% всего работоспособного населения. 90% фирм выполняет одновременно функции проектировщика и подрядчика.

Общий объем капитальных вложений в 1985 г. в строительном секторе достиг 221 млрд. дол., или 20% валового национального продукта, что в пересчете на одного жителя составляет 1889 дол. в год (в США — 1035 дол.).

Цемент в Японии в 1985 г. было выпущено 77 млн. т, а производственные мощности цементной промышленности насчитывают 120 млн. т.

Железобетон занимает ведущее положение в строительстве. Выпуск товарного бетона составляет 143 млн. м<sup>3</sup>, на что расходуется 60% национального производства цемента (или 320 кг/м<sup>3</sup>). Из общего его объема 45% используется для жилищного строительства, 11% — для транспортного и 37% — для гражданского и промышленного строительства.

Общая площадь вновь вводимых зданий ежегодно составляет 200...220 млн. м<sup>2</sup> (60% из них приходится на частный сектор). Ежегодно в Японии возводится 1,2 млн. жилых домов общей площадью 103 млн. м<sup>2</sup> (средняя площадь дома 86 м<sup>2</sup>, в США — 135 м<sup>2</sup>). Из-за неблагоприятных грунтовых условий устройство территории обходится очень дорого. Стоимость 1 м<sup>2</sup> жилой площади индивидуального дома, состоящего из двух спален, гостиной, столовой и кухни, лежит в пределах 600...650 дол.

В Японии более 100 компаний занимаются производством свай, в 1985 г. их было выпущено более 2 млн. м<sup>3</sup>. Сваи изготавливаются как центрифугированные с автоклавной обработкой, так и по обычной стеновой технологии. По требованию заказчика поставляются сваи с битумным покрытием боковой поверхности. Центрифугированные пустотные сваи имеют диаметр 30...100 см при толщине стенки 6...13 см. Длина свай колеблется от 6,6 до 15 м.

Производство труб составляет около 2,8 млн. м<sup>3</sup>, из них 1,2 млн. м<sup>3</sup> — центрифугированные. Элементы смотровых люков и канализационных лотков выпускаются в объеме 3 млн. м<sup>3</sup>.

Преднапряженный железобетон занимает скромное место в общем объеме (в стоимостном выражении на него приходится всего 1%). При этом 75% всех преднапряженных конструкций выполняется с натяжением на бетон, 25% — на упоры. Анкеровка осуществляется преимущественно по системе VSL. Широко применяются преднапряженные грунтовыми анкерами. Для крепежа горных выработок, откосов, стенок котлованов и

т. п. этот метод был использован более чем на 1500 объектах. Подобные виды работ выполняются более чем 200 подрядчиками ежегодно на сумму более 100 млн. дол.

Протяженность береговой линии в Японии достигает 20 тыс. км. Для укрепления берегов ежегодно применяется 6,7 млн. м<sup>3</sup> железобетона. Конструкции включают, помимо прочего, волнозащитные сборные блоки типа «тетрапод» массой до 50 т. Строятся искусственные острова, крупнейший из них — Рокко-айленд площадью 6,2 млн. м<sup>2</sup>. Построен подводный завод (размером 130×42×21 м) по переработке сточных вод в г. Атами, расположенный в 160 км к юго-западу от Токио.

Япония имеет 1930 км скоростных железных дорог, и строительство их продолжается. Для этого вида строительства в основном применяется железобетон. Производство шпал составляет 1,5 млн. шт. в год (с натяжением арматуры как на упоры, так и на бетон). Их выпуском занято 14 заводов. Для скоростных дорог выпускаются плиты размером 4,8×1,8 м, толщиной 30 см. Около 10% японских автомобильных дорог имеют бетонное покрытие, остальные — асфальтовое. В Японии построено 38 тыс. мостов, более половины из них — из железобетона. Доля железобетонных мостов непрерывно растет. В последние годы мостовые пролетные строения выполняются, как правило, предварительно напряженными. Между островами Хонсю и Сикоку возведено 19 мостов, 9 из них входят в первую двадчатку мировых рекорсменов по величине пролета. На эти мосты было израсходовано 2 млн. т стали и 3,5 млн. м<sup>3</sup> железобетона.

Строительство из монолитного железобетона обслуживается 5311 заводами товарного бетона средней производительностью 92 м<sup>3</sup>/ч. Каждый завод имеет 10...15 бетоновозов. Из-за ограничений по нагрузке на автодороги (20 т) емкость каждого не превышает 5 м<sup>3</sup>; бетоновоз выполняет в среднем 2,9 ездки в день. Примерно 45% всех заводов оборудовано тарельчатыми (ротаторными) смесителями принудительного действия, 30% — опрокидывающимися гравитационными смесителями, 25% — двухвальными лотковыми смесителями. Причем последние, будучи разработанными в ФРГ, нашли в Японии намного более широкое применение, чем в других странах. В последнее время все большую популярность приобретают двухкамерные смесители, когда смесь цемента, части воды и мелкого заполнителя готовится в верхней камере и затем подается в нижнюю камеру, куда добавляется крупный заполнитель и оставшаяся вода. Продолжительность перемешивания в двух камерах составляет 60...90 с. Этот прием позволяет снизить В/Ц на 5%.

\* По материалам журнала Concrete Products. — March. — 1986. — P. 19—43.

Фибробетон впервые был применен в Японии в 1974 г. Темпы прироста использования этого материала превышают 10%, и в 1985 г. его было применено на сумму более 80 млн. дол. Три компании производят щелочестойкое стеклянное волокно общим объемом более 3 тыс. т в год. Это волокно применяется в основном для производства ограждающих панелей из стеклофибробетона (190 тыс. м<sup>2</sup> в 1985 г.). Стекловолокно вводится в бетон либо при торкретировании, либо при приготовлении в бетонносмесях. В последние годы для массового производства все шире применяются способы экструзии, набрызга с вакуумированием и др. Последний способ был разработан компанией «Асахи Гласс». В 1985 г. по этому способу было изготовлено 7,2 млн. м<sup>2</sup> декоративных плит для внутренней отделки помещений под фирменным наименованием материала «хонбон». Будучи водостойкими, легко разрезаемыми и гвоздими, декоративные плиты «хонбон», кроме того, имеют привлекательную внешнюю фактуру. Методом экструзии из фибробетона изготавливают стойки ограждений, карнизы, оконные рамы и др.

Фибробетонные панели широко применяются для фальшполов компьютерных помещений. Технология, разработанная фирмой «Хатцек», основана на приемах, аналогичных изготовлению картона. Такие цементно-волокнистые листы укладываются друг на друга до получения изделия необходимой толщины. Эта технология, по оценке специалистов, может полностью вытеснить производство асбестоцементных конструкций. Фирма поставляет такие конструкции (место асбестоцементных) широкой номенклатуры в виде шифера волнистого и плоского, окрашенных и неокрашенных панелей, облицованных алюминием и т. д.

Стеклофиброармированный пенополиуретан применяется в качестве теплоизоляции. Его производством занято несколько компаний. Компания «Чичибу Семент» разработала низкощелочной цемент, что позволит значительно повысить долговечность фибробетонных изделий. Основной объем стекловолокна для производства стеклофибробетонных конструкций США покупает в Японии.

В последнее время начато опытное применение легкого бетона с добавкой углеродного волокна. Его вводят в виде фибр длиной 3...10 мм и толщиной 18 мк в количестве 2...4% по объему. Волокно обладает высокой стойкостью к щелочам. Прочность бетона, армированного углеродными фибрами, в 2...5 раз выше прочности обычного бетона, что позволяет применять его в стандартных строительных элементах с уменьшением площади поперечного сечения на 30...50%. Панели из углефибробетона были применены при облицовке 37-этажного небоскреба в Токио, компания «Сумитомо» поставляет такие панели для фальшполов компьютерных помещений и др. Автоклавная обработка углефибробетона снижает его влажностную усадку до 0,5%.

Хотя углефибробетон на 40% дороже, чем обычный бетон, однако благодаря пониженной массе получается экономия затрат по другим статьям. Так, при облицовке упомянутого небоскреба

укрупнение монтажных единиц позволило ввести здание в эксплуатацию на месяц раньше срока.

Исследования по полимербетонам ведутся в Японии уже более 30 лет. В крупных строительных ассоциациях имеются комитеты и комиссии по полимербетонам и композитным материалам. Основными связующими для полимербетонов в Японии являются эпоксидная смола, ненасыщенная полиэфирная смола и метилметакрилат. Наибольшее распространение имеет ненасыщенная полиэфирная смола (благодаря своей носительной дешевизне), однако в последнее время метилметакрилат находит все более широкое применение ввиду его способности к холодному отверждению. Из полимербетонов изготавливают антикоррозионные облицовки, плиты полов, тротуаров, ограждения скоростных магистралей и многие другие виды изделий. Широко используются полимербетонные ремонтные смеси. Компания «Ниппон Телефон энд Телеграф» изготавливает и применяет сборные полимербетонные колодцы для телефонных линий. В Японии тремя компаниями выпускается ежегодно 16 тыс. т полимербетонных труб. Одна из них («Кубота») освоила в 1986 г. полимербетонные секции труб диаметром 5,45 м. Канализационные лотки из полимербетона изготавливаются в объеме 20 тыс. т.

В последнее время полимербетон привлекает широкое внимание как материал для базовых деталей машин и резервуаров для хранения сжиженного природного газа. Всего полимербетонные изделия в Японии изготавливают 65 компаний.

При производстве бетонных и железобетонных изделий все шире начинают применяться робототехника.

В настоящее время в японской промышленности работает 200 тыс. роботов, к 1990 г. эта цифра возрастет до 500 тыс. В строительной промышленности роботы, однако, не находят пока такого широкого применения, как в автомобильной и электронной. По данным японских ученых, отсутствие роста производительности труда в отрасли производства сборного железобетона за 1970—1980 гг. привело к увеличению себестоимости продукции за этот период более чем в 4 раза. Наряду с низкой производительностью в стройиндустрии и удорожанием продукции условия труда в отрасли остаются тяжелыми. Поэтому специалисты видят в роботизации производства перспективный путь повышения производительности труда.

В 1982 г. в университете Васеда создана специальная группа, занимающаяся вопросами применения робототехники в стройиндустрии. Работа этой группы осуществляется при поддержке правительства Японии.

Первые результаты работ японских исследователей, посвященных анализу состояния и тенденций использования роботов и манипуляторов промышленности сборного железобетона, показывают, что основными причинами, сдерживающими внедрение робототехники в стройиндустрии, являются слишком широкая номенклатура изделий; значительные размеры и масса строительных деталей; большое разнообразие и широкий диапазон производствен-

ных операций (что требует создания многофункциональных роботов и робототехнических комплексов); наличие сложных операций в производственном процессе; слабая «обратная связь» между производителями и разработчиками; невозможность изменения процесса производства применительно к возможностям робототехники из-за существующих нормативных ограничений.

Крупные строительные корпорации уделяют внедрению роботов большое внимание. Так, компания «Каджима» разработала робот для отделки железобетонных полов. Автомат самостоятельно выбирает траекторию движения, имеет сенсорные датчики для обхода колонн и других препятствий. Точность шлифовки полов 1,5 мм, производительность — 186 м<sup>2</sup>/ч. Другой робот может раскладывать арматурные стержни при изготовлении каркасов монолитных фундаментов. Одновременно робот заряжает 20 шт. стержней диаметром до 25 мм и длиной 8 м. Экономия трудозатрат при применении такого робота достигает 50%. Разработаны роботы для производства торкретных работ при отделке сводов тоннелей, для нанесения огнезащитных составов и т. д.

Научные исследования по бетону и железобетону в Японии выполняются, как правило, самими строительными корпорациями. Пять крупнейших из них («Каджима Констракшн», «Тазен Корпорейшн», «Сумицу Констракшн», «Обаяши Гиши» и «Такенака Комутен») имеют каждая штат исследовательских работников от 200 до 300 чел. и бюджет около 1 млн. дол. на эти цели. Научные исследования ведутся по всем основным направлениям строительства (материалы, строительные конструкции, основания и фундаменты, производство работ, охрана окружающей среды, морское строительство, информационное обслуживание). Учитывая специфические условия Японии, много внимания уделяется сейсмостойкости зданий и сооружений.

Крупнейшим частным исследовательским центром является Институт строительной технологии корпорации «Каджима», насчитывающий 300 научных сотрудников. Производственные площади этого института достигают 27 тыс. м<sup>2</sup>, а расходы на его содержание превышают 10% чистой прибыли корпорации. Институт является держателем 3221 патента, из них более 100 зарегистрировано в других странах. Его лабораторный корпус площадью 4,2 тыс. м<sup>2</sup> имеет уникальный силовой пол толщиной 2,1 м и силовую вертикальную стену размером 12×16×3 м. Институт оснащен уникальным оборудованием с центрами для обработки данных для моделирования сейсмической нагрузки, ветровой и волновой нагрузок и др. Из новых разработок этого исследовательского центра можно назвать бетонные смеси с полимерными добавками («гидрокрит»). Смесь может уплотняться под водой без вымывания цементного молока и расслаивания.

В целом, можно констатировать, что строительство из железобетона является быстроразвивающейся отраслью японской экономики.

К. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук,  
Ю. С. ВОЛКОВ, канд. техн. наук

УДК 699.841:624.016.5

Ржевский В. А. Сейсмостойкость железобетонных каркасов при сильных землетрясениях // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 5—7

На основе анализа нестационарных упругопластических систем, отражающих свойства железобетонных каркасов при реальных сейсмических нагрузках, проведены оценки фактической сейсмостойкости железобетонных каркасных зданий высотой до 9 этажей в условиях землетрясений расчетной интенсивности. Установлено, что такие здания при сильных землетрясениях работают в существенно нелинейной стадии, однако их запасы прочности вследствие развития упругопластических деформаций оказываются достаточными для обеспечения надежной работы железобетонных каркасных зданий в условиях расчетных землетрясений. Ил. 4. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 69.022.4(088.8)

Кудзис А. П., Попов В. Г. Трехслойные монолитные стены с новым типом гибкой связи // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 7—8

Приведена конструкция новой гибкой анкерной связи для монолитных и сборных многослойных стен. Наряду с другими функциями данная связь является фиксатором слоя теплоизоляции в проектное положение в опалубке. Дан краткий обзор экспериментального строительства сельского дома с трехслойными монолитными наружными стенами из местных материалов. Ил. 2.

УДК 624.012.45:696.6

Каландадзе В. Ш. Экономичные конструкции для энергетического строительства // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 9—10

Приведены результаты работ, проведенных в ГрузНИИЭГС и на заводах Минэнерго СССР по рационально армированным железобетонным вибробетонным сплошным и пустотелым опорам ЛЭП. Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:691.544:666.943

Пухальский Г. В., Никифоров А. П., Носенко Т. Ф. Бетоны на активизированных низкомарочных шлакопортландцементов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 11—12

Приведены результаты исследования влияния химических добавок на повышение прочности и долговечности бетонов на основе низкомарочных шлакопортландцементов. Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:691.33

Серых Р. Л. Прочность и деформативность шлакощелочных бетонов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 16—17

Изложены основные определения показателей прочности на сжатие и растяжение, а также модуля упругости и предельной сжимаемости шлакощелочных бетонов при кратковременном осевом действии нагрузки. Приведены экспериментальные данные, сделано сопоставление с бетонами на портландцементе. Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 697.1:536.2:69.022:620.193

Объедков В. А., Махмудов М. Гигрофизические свойства керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 17—19

Добавка нитрита натрия до 10% массы цемента существенно изменяет гигрофизические характеристики керамзитобетонов. Приведены результаты экспериментальных исследований сорбции, коэффициентов паропроницаемости и влажностеплопроводности керамзитобетонов с добавкой нитрита натрия и без нее. Исследованиями установлено, что изменение гигрофизических характеристик керамзитобетонов нитритом натрия необходимо учитывать в теплотехнических расчетах наружных стен монолитных зданий, возводимых в зимний период. Табл. 2. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 693.542

Горшков В. А. Коррекция состава бетонных смесей в производственных условиях // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 19—21

Приведены теоретические основы оперативной коррекции состава бетонной смеси для заводов сборного железобетона на основании анализа изменения прочности. Описана методика и дано математическое выражение для определения текущей коррекции цементно-водного отношения, компенсирующего низкочастотную составляющую изменений неконтролируемых технологических факторов. Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 693.546

Последнее формирование элементов крыш из керамзитобетона на НЦ / С. Л. Литвер, Г. А. Айрапетов, А. И. Панченко, Г. В. Несветаев // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 21—22

Приведены результаты исследований по оптимизации временных параметров режима уплотнения керамзитобетонных смесей на напрягающем цементе. Показано влияние многократного повторного вибрирования на улучшение физико-механических свойств бетона. Предложена технология последной укладки и уплотнения керамзитобетонной смеси на напрягающем цементе при производстве элементов крыш без покрытий. Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 666.97.033

Пакетный способ изготовления плит НПК / Н. И. Воропай, Г. С. Миуцов, Е. А. Воленко, В. Н. Лемехов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 23—24

Описан опыт применения в реконструированном типовом проекте технологии изготовления преднапряженных плит 6X2X0,06 м, отмечены достоинства, недостатки и эффективность применения пакетного способа. Ил. 2. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.328.004.18

Солдаткин М. Т., Терешенко Г. В. Снижение удельных расходов энергии на заводах ЖБИ // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 25—26

Показано, что при внедрении технологических мероприятий по снижению удельных расходов топливно-энергетических ресурсов необходимо учитывать изменение нагрузок на отопительно-вентиляционные системы. При проектировании последних целесообразно выбирать максимально допустимые  $t_{в}$ ,  $\Phi_{в}$  в нормируемом диапазоне.

УДК 624.012.4:624.92

Альтшуллер Е. М., Апарина Е. И. Монолитный бетон в сельском домостроении // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 26—27

На примере технико-экономического анализа конструктивно-технологических решений домов усадебного типа выявлена целесообразность их строительства из монолитного бетона низких марок, прежде всего используя отходы промышленного и сельскохозяйственного производства. Табл. 1.

УДК 624.012

Инфракрасный нагрев при устройстве монолитных полов / Н. Н. Данилов, В. Д. Копылов, С. Л. Герман, В. М. Федоров // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 27—28

Описана термообработка монолитных полов инфракрасными прожекторными установками (ИПУ) при отрицательных температурах. Продолжительность разогрева бетона до изотермической температуры сокращается на 20...30%, а расход электроэнергии — на 10%. Удельная стоимость бетонных работ уменьшилась на 2,45 руб/м³. Ил. 3.

УДК 666.982.24

К применению перекрестного армирования / М. М. Холмянский, В. А. Копытин, К. А. Маврин, В. И. Мелихов // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 29—30

Приведены основные положения расчета по прочности и раскрытию трещин с учетом поперечного сопротивления арматуры. Показана целесообразность замены обычного ортогонального армирования спирально-перекрестным. Экономия стали при этом в безнапорных и низконапорных трубах составляет 10...20%. Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 624.072.2/3

Чиненков Ю. В., Рашинский В. Н. Расчет изгибаемых элементов из керамзитоперлитобетона на поперечную силу // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 31—32

Приведены результаты исследования свойств керамзитоперлитобетона прочностью 40 МПа и испытания изгибаемых элементов из него на действие поперечных сил, а также предложения по учету особенностей такого вида легкого бетона при проектировании изгибаемых несущих конструкций по прочности и трещиностойкости по наклонным сечениям по СНиП 2.03.01—84. Даны технико-экономические показатели эффективности применения плит покрытия размерами 3X6 и 3X12 м из керамзитоперлитобетона в одноэтажных промазданиях. Ил. 2, табл. 2. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 624.012.45:624.075.2

Слезингер И. Н., Блох Е. О. Определение несущей способности железобетонных стоек // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 33—34

Изложен способ определения предельной сжимающей нагрузки, воспринимаемой железобетонной стойкой, основанный на использовании специальной методики, опирающейся на описание зависимости между податливостью стойки и внутренними усилиями в ней отрезком разложения по полиномам Чебышева. Это позволяет не только установить величину предельной силы, но и отыскать причину потери несущей способности стойки. Для реализации предложенного способа составлена программа для ЕС ЭВМ и выполнены расчеты железобетонных элементов, сжатых вицентральными и осевыми продольными силами. Ил. 1, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.87:422:543.32

Козаровицкий Л. И. Определение геометрической жесткости упругих стержней при свободном кручении // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 34—35

Предлагается практический способ определения геометрической жесткости при свободном кручении упругих стержней открытого профиля с прямоугольным контуром, позволяющий формализовать расчет и существенно уточнить результаты. Ил. 2. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.327:666.972.53

Красный И. М. Совершенствование компенсационного фактора при контроле морозостойкости бетона // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 36—37

Обобщены данные определения морозостойкости по компенсационному фактору, показавшие существование зависимости этого критерия от морозостойкости для обычных и мелкозернистых бетонов, испытанных при —20°C, а также для мелкозернистых бетонов, испытанных при —45°C. Даны уточненные формулы компенсационного фактора по ГОСТ 10060—76 с учетом излишнего запаса морозостойкости и влияния открытого воздуха в уплотненной бетонной смеси. Ил. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:69.058.8

Кирillow А. П. Прочность бетона при динамических нагрузках // Бетон и железобетон. — 1987. — № 2. — С. 38—39

Рассмотрены данные проведенных исследований и расчеты прочности бетона при динамических нагрузках. Ил. 5. — Библиогр.: 5 назв.



## CONTENTS

*Rzhevsky V. A.* Seismic stability of reinforced concrete frames under strong earthquakes  
*Kudzis A. P., Popov V. G.* Three-layer poured-in-place walls with a new type of flexible coupling  
*Kalandadze V. Sh.* Economical structures for power-generating construction  
*Pukhalsky G. V., Nikiforov A. P., Nossenko T. F.* Concretes with activated low-mark slag-portland cements  
*Mikhailov V. V., Popova V. A., Beilina M. I.* Slag-stressing and slag alunitic stressing cements and concretes on their base  
*Brusser M. I., Belousov O. V.* Large-scale coefficients in determining strength of heavy concrete  
*Serykh R. L.* Strength and stress-strain behaviour of slag-alkaline concrete  
*Ob'edkov V. A., Makhmudov M.* Hygro-physical properties of structural lightweight aggregate concretes with sodium nitrite admixtures  
*Gorshkov V. A.* Correction of concrete mix compositions under production conditions  
*Litver S. L., Airapetov G. A., Panchenko A. I., Nesvetayev G. V.* Moulding one layer at a time for roof members made of structural lightweight aggregate concretes with stressing cements  
*Voropai N. I., Mityusov G. S., Volenko E. A., Lemekhov V. N.* Envelope method for manufacturing NPK slabs  
*Soldakin M. T., Terechenko G. V.* Reducing the specific energy consumption at reinforced concrete plants  
*Altshuller E. M., Aparina E. I.* Cast-in-situ concrete in country-side house-building  
*Danilov N. N., Kopylov V. D., German S. L., Fedorov V. M.* Infrared heating when making poured-in-place floors  
*Kholmjansky M. M., Kopytin V. A., Mavrin K. A., Melikhov V. I.* Application of cross reinforcing  
*Chinenkov Yu. V., Rashchinsky V. N.* Calculation of flexural members made of structural lightweight aggregate and perlite concrete on cross force  
*Slezinger I. N., Blokh E. O.* Determination of bearing capacity of reinforced concrete columns  
*Kozarovitsky L. I.* Determination of geometrical stiffness for elastic bars in free torsion  
*Kirillov A. P.* Concrete strength under dynamic loads

## CONTENU

*Rzhevsky V. A.* La résistance aux séismes des carcasses en béton armé pendant des forts tremblements de terre  
*Koudzis A. P., Popov V. G.* Les murs monolithes à trois couches avec un nouveau type de liaison flexible  
*Kalandadze V. Ch.* Les structures économiques pour la construction énergétique  
*Poukhalsky G. V., Nikiforov A. P., Nossenko T. Ph.* Les bétons sur laitier-portland-ciments activés des qualités médiocres  
*Mikhailov V. V., Popova V. A., Beilina M. I.* Les ciments contraints en laitier et en laitier-alunite et les bétons sur la base de ces ciments  
*Broussier M. I., Belohoussov O. V.* Sur les facteurs d'échelle pour la détermination de la résistance du béton lourd  
*Serykh R. L.* La résistance et la déformabilité des bétons en laitier-alkali  
*Objedkov V. A., Makhmoudov M.* Les propriétés hygro-physiques des bétons de kéramsite avec l'adjuvant de nitrite de sodium  
*Gorchkov V. A.* La correction de la composition des bétons frais dans les conditions de production  
*Litver S. L., Ajrapetov G. A., Pantchenko A. I., Nesvetayev G. V.* Le formage par couches des éléments des toits en béton de kéramsite sur NTs  
*Voropai N. I., Mityusov G. S., Volenko E. A., Lemekhov V. N.* Le mode de «paquet» de la production des dalles NRK  
*Soldatkine M. T., Terechenko G. V.* La réduction des consommations spécifiques en énergie dans les usines des produits en béton armé  
*Altchouler E. M., Aparina E. I.* Le béton coulé dans la construction des bâtiments ruraux  
*Danilov N. N., Kopylov V. D., Cherman S. L., Pheodorov V. M.* Le chauffage infra-rouge pendant la production des planchers coulés  
*Kholmjansky M. M., Kopytine V. A., Mavrine K. A., Melikhov V. I.* Sur l'application des armatures croisées  
*Tchinenkov Yu. V., Rachtchinsky V. N.* Le calcul des éléments sollicités en flexion en kéramsite-perlitho-béton sur la force transversale  
*Slezinger I. N., Blokh E. O.* La détermination de la capacité portante des pions en béton armé

## INHALTSVERZEICHNIS

*Rshewskij W. A.* Erdbebensicherheit von Stahlbetonskeletten bei starkem Erdbeben  
*Kudzis A. P., Popow W. G.* Dreischichtige monolithische Wände mit neuer Bauart der biegsamen Verbindung  
*Kalandadze W. Sch.* Sparkonstruktionen für Bau von Energieanlagen  
*Puchalskij G. W., Nikiforow A. P., Nossenko T. F.* Betone unter Anwendung von aktivierten geringwertigen Schlackenportlandzementen  
*Michailow W. W., Popowa W. A., Bejlina M. I.* Schlackenexpansiv- und Schlackenalunitexpansivzemente und Betone auf ihrer Grundlage  
*Brusser M. J., Beloussow O. W.* Massstabkoeffiziente für Festigkeitsbestimmung des Schwerbetons  
*Sserych R. L.* Festigkeit und Verformbarkeit von Schlackenalkalibetonen  
*Objedkow W. A., Machmudow M.* Hygro-physikalische Eigenschaften von Keram-sitbetonen mit Natriumnitrit-Zusatzmittel  
*Gorschkow W. A.* Zusammensetzungskorrektion von Betonmischungen in Produktionsbedingungen  
*Litwer S. L., Eirapetow G. A., Pantchenko A. I., Neswetajew G. W.* Schichtweise Formgebung von Dachbauelementen aus Keram-sitbeton unter Anwendung von Expansivzement  
*Woropaj N. I., Mijuzow G. S., Wolenko Je. A., Lemechow W. N.* Paketherstellungsmethode von NPK-Platten  
*Soldatkin M. T., Tereschenko G. W.* Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs in Stahlbetonherstellungswerken  
*Aljtschuller Je. M., Aparina Je. I.* Ort-beton in ländlichem Hausbau  
*Danilow N. N., Kopylow W. D., German S. L., Fjodorow W. M.* Infrarotstrahlen-heizung für Einbau von monolithischen Fussböden  
*Cholmjanskij M. M., Kopytin W. A., Mawrin K. A., Melichow W. I.* Anwendung des Kreuzbemehrens  
*Tschinenkow Ju. W., Rastschinskij W. N.* Berechnung von auf Biegung beanspruchten Bauelementen aus Keram-sitperlitbeton für Querkraft  
*Slesinger I. N., Bloch Je. O.* Ermittlung der Tragfähigkeit von Stahlbetonstützen  
*Kosarowizkij L. I.* Bestimmung der geometrischen Steifigkeit von elastischen Stäben bei freier Torsion  
*Kirillow A. P.* Betonfestigkeit bei dynamischen Lasten.

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

Технический редактор Е. Л. Сангурова

Корректор Т. Г. Бросалина

Сдано в набор 12.12.86.  
 Формат 60×90/8  
 Усл. кр.-отт. 6,75

Подписано в печать 14.01.87.  
 Печать высокая  
 Уч.-изд. л. 9,68

Тираж 14402 экз.

Т-04209  
 Усл. печ. л. 6,0  
 Зак. 512

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

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

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru





## Новые внедрения

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» была организована межотраслевая тематическая выставка «Экономия материальных ресурсов в строительстве». Предприятиями СКТБ Стройиндустрия Минсвезастроя СССР представлены на выставке новые разработки.

Так, Чебоксарский филиал СКТБ Стройиндустрия демонстрирует автоматическую поточную линию ЛСК-360У для сварки двухветвевых каркасов из арматурной проволоки классов А-I и В-I, подаваемой непосредственно из бухт.

Линия состоит из модернизированной сварочной машины МТ 1818, пакетирующего, бухтодержателей, стола с механизмом продольной подачи проволоки и правильными устройствами, механизмом поперечной подачи, ножниц, программного устройства, шкафа и пульта управления. Номинальное напряжение сети составляет 380 В, установленная мощность линии 100 кВт. Применяемая продольная проволока имеет диаметр 4...5, поперечная — 3...5 мм. Шаг поперечной проволоки составляет 30...360 мм. Производительность линии при поперечном шаге 200 мм равна 6 м/мин. Линия имеет габаритные размеры 12 590×2400×2320 мм, массу 2700 кг.

В отличие от автоматической линии АД-2П, ЛСК-360У является универсальной линией, позволяющей изготавливать каркасы длиной до 6,5 м, шириной 100...360 мм и с тремя разными поперечными шагами на одном каркасе. Опытный образец линии внедрен на заводе ЖБК-9 в Чебоксарах.

Экономический эффект от внедрения линии составляет 7,9 тыс. р. в год, экономия электроэнергии — 12,6 тыс. кВт, снижение трудозатрат — 1110 чел.-дн.

Техническую документацию можно получить в Чебоксарском филиале СКТБ Стройиндустрия по адресу: 428022, Чебоксары, Кабельный проезд.

ПТИОМЭС Минсвезастроя СССР разработана полуавтоматическая ванная сварка стыков арматуры, применяемая для соединения горизонтально и вертикально расположенных стержней при монтаже сборных железобетонных конструкций.

Для выполнения сварочных работ используется нормоконспект сварщика ванной сварки. Номинальное напряжение сети в нормоконспекте составляет 380 В, первичная мощность источника тока 40 кВт, сила номинального сварочного тока 500 А. Для сварки применяют сплошную электродную проволоку диаметром 1,6...2,0 и порошковую диаметром 1,6...3,5 мм. Скорость подачи электродной проволоки 58...582 м/ч, скорость намотки проволоки в катушку 60 об/мин. Полуавтомат А-765УЗ действует в радиусе 30 м. Температура электропечи 150...450°C. Габаритные размеры нормоконспекта 800×1500×2100 мм, масса с полуавтоматом 852 кг.

Экономический эффект от внедрения 100 стыков ванной сварки составляет 120,28 р., трудозатраты сокращаются на 53 чел.-дн., расход стали на 60 кг.

Качество стыков арматуры, выполненных ванной сваркой, контролируют ультразвуковым методом. При этом используют следующую аппаратуру: ДУК-66ПМ (изготовитель Кшиневский завод «Электроточприбор»), УЗД-МВТУ (изготовитель НПО Прибор, г. Апрелевка Моск. обл.), механическое устройство с искательными головками (изготовитель ПТИОМЭС Минсвезастроя СССР).

Экономический эффект от внедрения ультразвукового контроля качества ванной сварки на один стык составляет 4,38 р., сокращение трудозатрат — 0,65 чел.-дн.

Ванная сварка стыков арматуры и ультразвуковой контроль внедрены в 16 подразделениях Минсвезастроя СССР.

Самым энергоемким процессом в производстве сборного железобетона является термовлажностная обработка. Наиболее распространенным типом тепловых агрегатов в Минсвезастрое СССР (более 5 тыс.) являются ямные пропарочные

камеры периодического действия. Коэффициент полезного использования тепловой энергии в них составляет примерно 28%, остальное — различные виды потерь.

Одним из путей сокращения потерь тепловой энергии является устройство эффективной теплоизоляции ограждений пропарочных камер. Их, как правило, выполняют из тяжелого бетона с коэффициентом теплопроводности 2 ккал/(ч×м×°С), в результате теплопотери через ограждающие конструкции камер достигают 30...35% общего расхода тепла. Для снижения теплопотерь необходимо повысить тепловое сопротивление ограждений камер путем устройства их теплоизоляции с гидрозащитой внутренней поверхности.

СКТБ Стройиндустрия разработана конструкция экономичных пропарочных камер. Новые камеры отличаются от действующих конструкцией вертикальных стенок и дна и схемой внутренней пароразводки.

Стенки камер состоят из трех слоев. Наружный ограждающий слой выполняют из тяжелого бетона, внутренний — гидроизоляцию — из асбестоцементного листа. Функцию теплоизоляционного материала выполняет экранная изоляция, для создания которой воздушное пространство между бетонным ограждением и асбестоцементным листом по ширине разделено на пять воздушных отсеков с помощью стеклопластиковых экранов, прикрепляемых к деревянным брускам. Для уменьшения теплового излучения наружная бетонная и внутренняя асбестоцементная стенки со стороны экранной изоляции покрыты фольгой, приклеиваемой мастикой «Перменид».

Особенностью экранной изоляции является радиационно-конвективный механизм передачи тепла. В камере предусмотрено двойное дно, образованное путем устройства дополнительного несущего настила, приподнятого над ее основанием. Это позволяет использовать тепло конденсата для нагрева дна и компенсировать теплопотери через грунт. Внутренняя пароразводка в камерах, традиционно выполняемая перфорированным трубопроводом, проложенным по периметру камер, заменена нижним горизонтальным кольцевым коллектором и вертикальными перфорированными стояками на высоту изделий. Шаг отверстий на стояках — переменный, число шагов различно. Удаленные от ввода стояки имеют много отверстий, пар из которых выпускается в горизонтальном направлении. Отверстия расположены так, чтобы обеспечить кольцевое направление струй пара, необходимое для создания вихревого движения греющей среды. Вихревое движение потока увеличивает теплоотдачу изделиям и ликвидирует застойные участки между ними. Нижний кольцевой разводящий коллектор выполнен с уклоном и имеет отверстие в нижней точке для слива конденсата при отключении пара.

В камерах предусмотрена автоматизация процесса термовлажностной обработки изделий, так как снижение расхода тепловой энергии в теплоизолированных камерах достигается только при подаче в них строго расчетного количества пара, обеспечиваемого системой автоматического регулирования. При назначении режимов термовлажностной обработки в теплоизолированных камерах не требуется подавать пар на стадии изотермического прогрева. Подачу пара в такие камеры следует прекращать после разогрева изделий до расчетной температуры с дальнейшим их выдерживанием и естественным остыванием в закрытой камере.

В результате изменений, внесенных в конструкцию камер, расход тепловой энергии на термовлажностную обработку изделий снизился в 2 раза по сравнению с существующими. Камеры внедрены на заводе КПД Калининского ОПДСК.

Техническую документацию можно получить в СКТБ Стройиндустрия по адресу: 170034, г. Калинин, ул. Ерофеева, 5.

## № 39\*

1265050. А. А. Зеленкин. **Питатель установок для формования трубчатых изделий из бетонной смеси.**  
1265051. А. И. Семенов. **Бетоноукладчик.**  
1265052. Минский филиал КТБ Стройиндустрия. Е. М. Тукай, В. А. Валуев и В. Т. Булавин. **Форма для изготовления центрифугированных изделий с некруглым симметричным поперечным сечением из бетонных смесей.**  
1265053. СКБ Глазмостострой. Ю. Д. Беглов и В. В. Борисов. **Форма для изготовления центрифугированных изделий из бетонных смесей.**  
1265173. Харьковский ДСК № 1. В. Г. Братчиков, В. И. Выродов, В. А. Ильин и др. **Бетонная смесь для изготовления изделий по касетной технологии.**  
1265348. Трест Гидроспецстрой Минмонтажспецстрой. Л. В. Серухин, Ю. А. Синьковский, М. Г. Муфазалов и др. **Способ строительства опускного подземного сооружения.**

## № 40

1266945. ЦНИИЭПсельстрой. В. А. Заренин, А. Г. Ферджулян, В. М. Королев и др. **Стенная панель.**  
1266946. ВНИИПИ по переброске и распределению северных сибирских рек. Э. Ф. Лыков, Ю. В. Кабацков, В. В. Васькин и др. **Устройство для возведения трубопроводов из монолитного железобетона.**  
1266992. ЦНИИПКИ проходческих машин и комплексов для угольной, горной промышленности и подземного строительства и ВНИИтрансстрой. Ю. А. Конради, М. А. Лев, Ю. М. Гапанович и др. **Устройство для набрызгбетона в горных выработках.**  
1266993. В. М. Исаченко и М. В. Исаченко. **Анкерная рама.**

## № 41

1268415. ЛИСИ и Ленинградская лесотехническая академия. Ф. Г. Брауде, С. А. Осмаков, Б. Н. Воронков и Н. И. Силина. **Система регулирования давления пневмопригрузом вибрационного устройства для уплотнения бетонной смеси.**  
1268416. НИИСК. В. П. Овчар, В. Н. Прищепа и Н. П. Рябчук. **Устройство для формования криволинейных панелей-оболочек.**  
1268417. Ин-т Воронежколхозпроект. П. А. Цыков, В. Е. Тройнин, В. С. Попов и В. С. Плугарев. **Устройство для изготовления изделий из бетонных смесей.**

1268418. Днепропетровский государственный ун-т. Е. А. Логвиненко, В. И. Пильщиков, А. А. Иванов и Г. К. Волков. **Крутильная виброударная площадка для формования изделий из бетонных смесей.**  
1268419. Саратовский политехнический ин-т и Пензенский инженерно-строительный ин-т. Н. В. Михайлов и В. Н. Каледа. **Устройство для уплотнения строительных смесей.**  
1268420. Днепропетровский государственный ун-т. Е. А. Логвиненко, Г. А. Безымянный, Г. К. Волков и др. **Виброплощадка.**  
1268421. ДСК № 3 Главленинградстрой. В. К. Новохацкий, И. А. Мысатов, И. И. Сазонов и др. **Способ изготовления газобетонных изделий.**  
1268425. ГПИ Ярославский Промстройпроект. В. Я. Морев, Г. А. Лызлов и Л. П. Морева. **Конвейерная линия для отделки и транспортировки железобетонных панелей.**  
1268428. Белорусский политехнический ин-т. В. В. Тарасов, А. Т. Лобанов, И. Н. Нановский и др. **Устройство для формования трубчатых изделий из бетонных смесей центрифугированием.**  
1268429. Ташкентский политехнический ин-т. В. И. Васин, В. И. Гуйтур и Д. Д. Жбанов. **Смеси-гель-активатор.**  
1268430. НИИСП. Г. Н. Чуглазов, Ф. Н. Теплицкий, В. Н. Мурасов и др. **Способ управления приготовлением бетонной смеси.**  
1268530. Ростовский ПромстройНИИпроект. Ш. С. Алимов, М. Ю. Радужан и С. С. Дьяченко. **Бетонная смесь.**  
1268531. НИИСМИ. Л. И. Грицай, Т. Н. Назарова, В. В. Васильев и др. **Способ приготовления бетонной смеси.**  
1268532. ВНИИГ и Ленинградская лесотехническая академия. В. Б. Судаков, У. Г. Гинзбург, Г. В. Морозова и др. **Бетонная смесь.**  
1268533. Харьковский политехнический ин-т. З. С. Литвинова, Н. И. Пивень, М. Е. Косоголова и др. **Бетонная смесь.**  
1268534. Липецкий политехнический ин-т. А. Д. Корнеев, В. И. Соломатов, Г. М. Васильева и др. **Пенополимербетонная смесь.**  
1268552. ЛИСИ. П. И. Боженков, О. М. Малахов, Л. Г. Колосовская и А. И. Быховский. **Пенообразователь.**  
1268657. НПО Дорстройтехника. А. И. Мордич, Н. Н. Маркевич, А. С. Залесов и др. **Железобетонная балка.**  
1268667. В. А. Лебедев. **Свая.**  
1268670. Киевский отдел ВНИИ гидромеханических, санитарно-технических и специальных строительных работ. В. И. Берман. **Способ возведения сооружения на просадочных грунтах.**  
1268684. ЗабайкалпромстройНИИпроект. С. А. Самарин. **Стыковое соединение наружных стеновых панелей.**  
1268685. ЦНИИТЭП. Е. В. Кавин, Л. М. Ашкинадзе, В. А. Орлов и др. **Вертикальный стык наружных стеновых панелей.**  
1268690. ЦНИИпромзданий. Ф. Н. Рабинович и Г. И. Максакова. **Способ изготовления дисперсной арматуры.**

1268691. Ворснежский инженерно-строительный ин-т. Б. В. Накашидзе. **Арматурный элемент.**  
1268694. ГПКИ Индустройпроект. В. С. Фридман, Д. Н. Гамза, Т. И. Козлова и др. **Способ возведения монолитного железобетонного трубопровода с лотковым основанием.**  
1268695. Ин-т горного дела СО АН СССР. В. Н. Власов, Б. Г. Трегубов и Ж. Г. Мухин. **Устройство для глубинного уплотнения бетонной смеси.**  
1268696. МАДИ и СПКТБ МПО Завод им. Владимира Ильича. В. И. Баловнев, Ю. П. Бакатин, В. Г. Кузьмин и др. **Устройство для глубинного уплотнения строительных смесей.**  
1268699. Ин-т Атомтеплоэлектропроект. М. С. Квасной и В. М. Квасной. **Способ монтажа конструкций.**  
1268701. Казанский инженерно-строительный ин-т. В. С. Агафонкин, А. З. Манапов и О. И. Ефимов. **Способ возведения статически неопределимой стержневой конструкции.**  
1268703. Донецкий ПромстройНИИпроект. Г. Р. Розенвассер, В. И. Ольмезов, В. Н. Токоленко и С. Б. Буше. **Резервуар для хранения жидкости.**  
1268704. В. В. Волошко, И. П. Видин, В. Д. Босый и др. **Сборно-разборное сооружение.**  
1268734. Трест Союзшахтоспецпромстрой Союзспецпромстрой. В. Т. Сыромкин, О. Н. Долбиков, П. П. Бессомов и Г. С. Бузов. **Самонастраивающаяся переставная опалубка для возведения обделки тоннеля.**

## № 42

1269997. НИЛ ФХММ и ТП. Л. И. Эпштейн, В. В. Чувьрин, С. А. Цуканов и В. М. Сырцов. **Устройство для формования изделий из бетонных смесей.**  
1269998. Ин-т горного дела СО АН СССР. Ж. Г. Мухин, В. Н. Власов, В. Ф. Надводнюк и др. **Виброударное устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей.**  
1270001. Молдавский НИИСМ. Н. М. Рамазанов, Г. С. Митник, В. П. Степовой и др. **Поддон формы.**  
1270002. ПКТБ Главбакстрой. В. Б. Аванесов, Р. С. Самедов и Ф. А. Гусейнов. **Установка для формования объемных железобетонных элементов.**  
1270005. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. В. С. Баталов и В. Г. Яценко. **Устройство для непрерывного электроразогрева бетонной смеси.**  
1270140. Ташкентский политехнический ин-т. Ф. К. Шаменев, И. К. Касимов, В. С. Соломатов и Е. Н. Махмудов. **Способ приготовления асфальтосеробетонной смеси.**  
1270141. НИИСМИ. В. И. Юськович, И. Б. Удачкин, В. В. Опекунов и др. **Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.**  
1270205. В. Ф. Илюшин. **Способ выполнения лотка водосбросного сооружения.**  
1270245. НИИСК. И. Н. Ткаченко, Ю. С. Слюсаренко, О. А. Козодой и др. **Секция сборно-разборного здания.**

\* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.