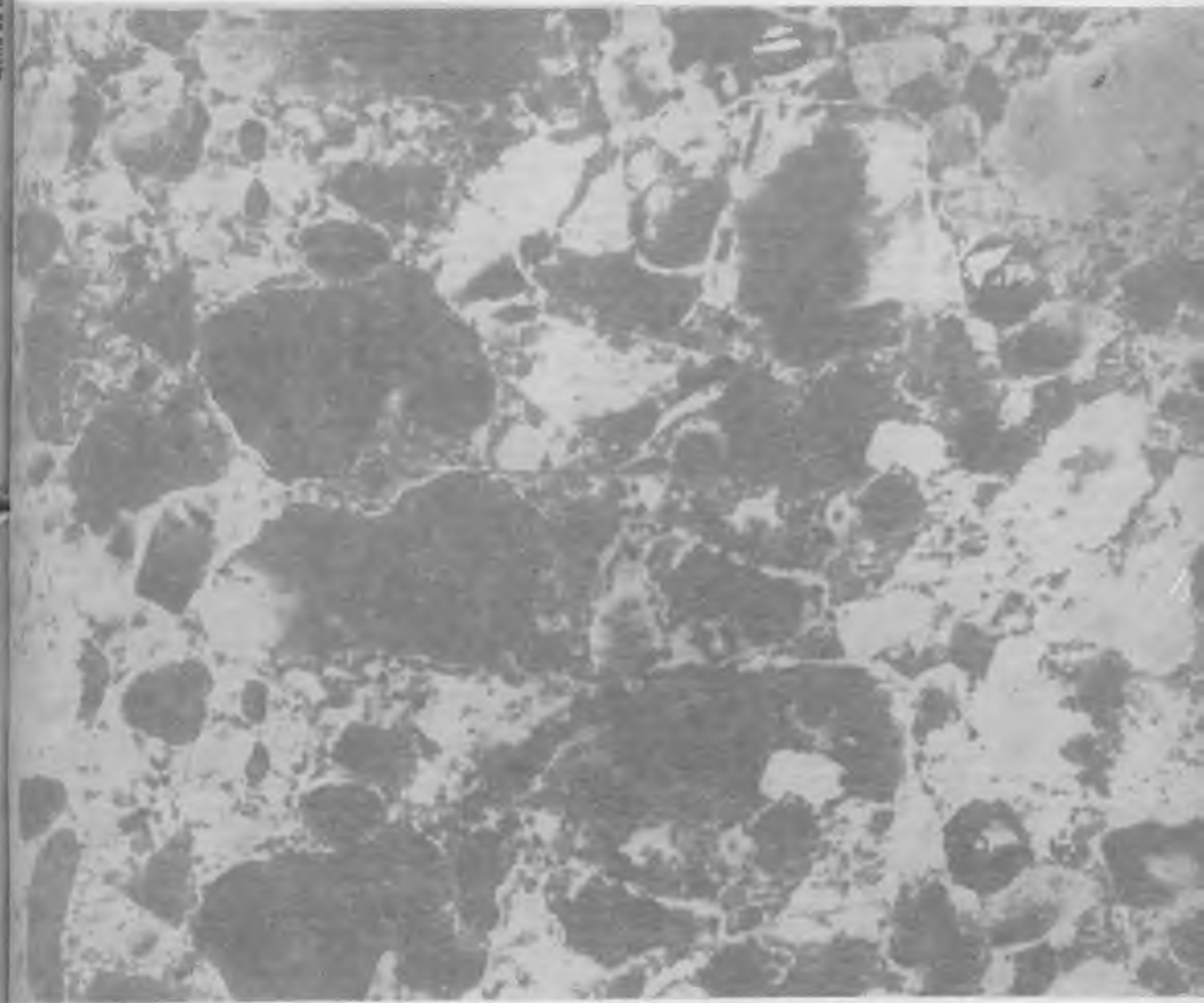


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 10

1986



Методы и организация жилищного строительства на селе

Качественно новым этапом повышения технического уровня возведения объектов на селе является монолитное домостроение. Оно позволяет ускоренными темпами выполнять задачу улучшения жилищных и социально-бытовых условий жизни сельского населения, поставленную XXVII съездом КПСС. При этом не требуется дополнительных капитальных вложений на развитие базы сельского строительства.

Еще в начале 11-й пятилетки Белмежколхозстрой начал строительство усадебных домов из монолитного керамзитобетона. Белколхозпроект разработал проекты домов нескольких типов, в том числе одноквартирные 3-комнатные жилые дома с деревянной мансардой или без нее, а также трехкомнатные дома с квартирой в двух уровнях. В каждом таком доме предусмотрены центральное или поквартирное отопление, канализация, электроосвещение, горячее и холодное водоснабжение, газ. Дом может быть с подвалом или без него.

Фундаменты в подвальной части дома — ленточные, из сборных бетонных блоков; в бесподвальной части — из буронабивных или пирамидальных свай. Стены подвалов и цоколь монолитные из бетона марки М100.

Наружные и внутренние стены предусмотрены из легкого монолитного керамзитобетона объемной массой до 1000 кг/м³. Наружные стены толщиной 350 мм, внутренние — 200 и 300 мм. Перегородки панельные на деревянном каркасе с обшивкой из листов сухой гипсовой штукатурки на мансарде и из асбестоцементных плоских листов на первом этаже. Перегородки в тамбурах утепляются минераловатными плитами.

Перекрытие из многопустотных сборных железобетонных плит высотой 220 мм. Перекрытие над мансардой — подшивка досками затяжек стропильной системы с утеплением из минераловатных плит.

Дома имеют двускатную крышу из деревянных ферм и отдельных элементов заводского изготовления. Стропильная система собирается на строительной площадке. Кровля из волнистых асбестоцементных листов.

Снаружи каждый такой дом оштукатурен с покраской или облицован плиткой. Внутренние поверхности стен затерты, ошпаклеваны и оклеены обоями.

Общая площадь дома 78,5 м², жилая — 45,55 м².

Трестом Оргтехстрой разработана инвентарная переставная опалубка, которая изготавливается из водостойкой фанеры марки ФСФ толщиной 10—12 мм на деревянном каркасе и имеет многократную оборачиваемость. Эта опалубка особенно эффективна при поточном строительстве монолитных домов.

Строительство дома осуществляется в три этапа. В подвальной и бесподвальной частях дома монтируют щиты опалубки на высоту до отметки —0,36 м по всему периметру здания. После твердения бетона опалубку снимают и устанавливают для следующего дома.

Затем монтируют опалубку первого этажа, которая обеспечивает бетонирование стен на высоту до отметки +2,5 м. Жесткость опалубки и точность геометрических размеров стен достигаются за счет конструкции ее щитов, применения снизу клиновых затворов, а сверху — металлической фермы. Через двое суток после бетонирования опалубка 2-го яруса переставляется на следующий дом. Третий этап — монтаж стен опалубки мансарды и фронтонов.

Сметная стоимость строительства одноквартирного трехкомнатного жилого дома с квартирой в двух уровнях и подвалом из монолитного керамзитобетона толщиной 35 м составляет 15 500 р., тогда как стоимость аналогичного дома из крупных керамзитобетонных панелей толщиной 35 м составляет 19 440 р., а из кирпича с облицовкой силикатным кирпичом — 19 390 р. Трудозатраты на сооружение таких домов с учетом заводского изготовления строительных конструкций составляют соответственно 329,2; 403,2 и 374,8 чел.-дня.

Таким образом, возведение домов усадебного типа из монолитного керамзитобетона с применением опалубки на 20...25% дешевле, чем кирпичных и крупнопанельных домов. При

этом трудозатраты сокращаются на 20...30%, расход металла — на 40...50%.

В цехе металлоконструкций треста Калининстрой № 1 Калининского ТУС начато производство легких конструкций «Коллибри» на базе швеллерообразного гнутого профиля из тонколистовой стали с обшивкой из плоских крупноразмерных асбестоцементных листов. Такие конструкции широко используются в малозатратном сельском строительстве в качестве облегченных объемных блоков хозяйственных построек и веранд к домам усадебного типа.

Для улучшения бытовых условий в колхозе «Мир» (село Б. Борки Калининской обл.) к существующему жилому дому пристроен опытный объемный блок хозяйственного назначения, в который входят кухня, ванная и туалет.

Такая хозяйственная надворная постройка представляет собой объемный блок полной заводской готовности. Он собирается из крупноразмерных легких асбестоцементных панелей на железобетонной ребристой плите основания, которая является фундаментом объемного блока. Строительный объем надворной постройки — 50,4 м³, площадь застройки — 18,12 м², сметная стоимость — 2,6 тыс. р., габариты — 6000 × 3000 × 3300 мм, масса — 7400 кг.

Веранда представляет собой объемный блок полной заводской готовности из крупноразмерных легких асбестоцементных панелей на железобетонной ребристой плите основания устанавливаемый на столбчатые фундаменты. Строительный объем веранды — 58,5 м³, площадь застройки — 18,15 м², сметная стоимость — 2,9 тыс. р., габариты — 6000 × 3000 × 3300 мм, масса — 6400 кг.

При использовании объемных блоков из легких конструкций в сельском строительстве транспортные расходы уменьшаются на 30%, трудоемкость монтажа в постройках условиях снижается в 2,5 раза, значительно уменьшается масса здания, сметная стоимость строительства снижается на 10...12%. В течение 1984—1985 гг. изготовлены 264 хозяйственные надворные постройки и 114 веранд.

Технология изготовления объемных блоков и необходимая для этого документация разработана трестом Оргтехстрой Калининского ТУС Минстрой СССР и Севзапгипросельхозстроем Госстроя РСФСР.

Во Владимирском ТУС в 11-й пятилетке комплексной бригадой В. М. Калмыкова из треста № 94 впервые был применен экспедиционно-вахтовый способ организации строительства жилых домов из объемных блоков. За пятилетку бригада построила в сельских районах Владимирской обл. 183 приусадебных дома с надворными постройками. Сметная стоимость строительства снижена на 908 тыс. р.

В составе бригады 138 человек, почти все ее члены владеют двумя-тремя смежными профессиями. Несмотря на большую разбросанность строящихся объектов по различным районам области, в бригаде нет нарушений трудовой дисциплины. Этому в немалой степени способствуют организация труда и социалистическое соревнование между звеньями и внутри звеньев, между всеми членами бригады. В составе бригады входят 3 звена монтажников, 3 звена плотников, звено каменщиков, звено сантехников, 2 звена отделочников и 11 механизаторов, получающих все виды премий наравне с членами бригады.

Высокая готовность заводских изделий, из которых монтируется объемно-блочный приусадебный дом, позволила организовать поточное производство строительных работ.

Строительство приусадебных домов из объемных блоков ведется методом сквозного бригадного подряда. При начислении заработной платы применяется коэффициент трудового участия, величину которого определяет совет бригады.

Удаленность строительных площадок от основной базы и их разбросанность по районам области обусловили применение экспедиционно-вахтового способа организации строительства. В течение семи суток рабочие трудятся по увеличенной (11-часовой) смене, а затем семь суток отдыхают. День смены вахт — понедельник. Общее время, отработанное в течение месяца по вахтовому способу, равно времени отработанному по обычному режиму.

На строительных площадках оборудованы комфортабельные вагончики. За счет сокращения поездок на автотранспорте и доставки бригады к месту работ в течение года экономится около 4,5 тыс. кг топлива. Годовая выработка на одного работающего составила 26,8 тыс. р.

В настоящее время на экспедиционно-вахтовый способ организации строительства приусадебных домов из объемных блоков перешли три укрупненные бригады треста. За счет снижения на 10% текучести кадров в трех потоках сэкономлено 12,15 тыс. р.

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

Дыховичный Ю. А. Новая крупнопанельная система общественных зданий для московского строительства 2

Бетоны

Михайлов В. В., Бейлина М. И., Сидоренко И. Л., Заалишвили Г. Г. Перспективы применения алунитового напрягающего цемента (СНЦ) 5
Горлов Ю. П., Чеченев В. А., Тотурбиев Б. Д. Жаростойкий высокоглиноземистый бетон на силикат-натриевом вяжущем 6

Заводское производство

Серова Л. П., Ермолаева Н. Н. Влияние ранней распалубки на прочность бетона при двухстадийной тепловой обработке 8
Логвиненко Е. А., Гулеватый С. И., Кочерга Ю. Г. Совершенствование технологии изготовления железобетонных изделий в кассетах 10
Крошкин Ю. М. Оборудование для производства и отделки деталей КПД 12
Иванов В. Н., Горшков А. М., Якобсон Я. М., Юсупов Р. К. Некоторые особенности литьевой технологии формования 14

Строительное производство

Саакян Р. О. Строительство зданий методом подъема перекрытий 16

В помощь проектировщику

Краковский М. Б., Подвальный А. М. Долговечность изгибаемых элементов при циклическом замораживании и оттаивании 19

Вопросы экономики

Павлов И. Н. О нормативах фондоотдачи для проектируемых предприятий сборного железобетона 21

Использование промышленных отходов

Ермаков Г. И., Филатов К. А., Чупшев В. Г. Бетон на щебне из шлака фосфорного производства 22

Теория

Иваницкий Я. Л., Лучко И. И. Методика определения трещиностойкости бетона при сложном напряженном состоянии 24

В порядке обсуждения

Сизов В. П. О расчетно-экспериментальном способе назначения В/Ц бетона 26

Библиография

Феднер Л. А. Интересная книга по бетонведению 27

Зарубежный опыт

Козлова Л. Д. Для индустриализации бетонных работ 28

Наши консультации

Агаджанов В. И., Бруссер М. И., Серых Р. Л. О пересчете стоимости бетона при назначении классов бетона по прочности на сжатие 31

Ю. А. ДЫХОВИЧНЫЙ, канд. техн. наук (ГлавАПУ, Москва)

Новая крупнопанельная система общественных зданий для московского строительства

В соответствии с решениями XXVII съезда КПСС, направленными на развитие социально-культурной сферы, в двенадцатой пятилетке намечен значительный рост капитальных вложений на возведение объектов социально-культурного и торгово-бытового назначения. При этом ставится задача существенного улучшения объемно-планировочных решений и повышения качества строительства этих объектов.

Технический уровень строительства детских садов, школ и ПТУ, больниц и поликлиник, предприятий торговли и обслуживания населения, т. е. массовых типов общественных зданий, до сих пор продолжает значительно отставать от уровня индустриального жилищного строительства. Для общественных зданий в качестве основных конструкций применяются мелкие керамзитобетонные блоки, кирпич, элементы каркасных конструкций, которые не отвечают современным требованиям индустриального полносборного строительства.

В результате научных, экспериментальных и проектных работ в ГлавАПУ совместно с Главмосстроем и Главмоспромстройматериалами в рамках Каталога унифицированных изделий разработана единая система панельных унифицированных конструкций для зданий общественного назначения, имеющих повторяющуюся регулярную ячеистую структуру помещений. Она отвечает общей тенденции индустриализации — расширению использования панельных конструкций во все новых областях строительства в нашей стране.

Основной особенностью системы, отличающей ее от панельной для жилых домов, является широкий шаг несущих конструкций — 4,8; 6,0, 6,6 м и высота этажа 3,3 м.

Принятая система разработана для общественных зданий, исходя из следующих принципов и правил:

типизация и унификация изделий (а не зданий);

любое изделие и конструктивный узел должны применяться в здании любого типа;

единая система модульной координации размеров и конструктивных параметров;

единство привязки изделий и конструкций к модульным осям зданий;

взаимозаменяемость изделий, общность и взаимосвязь конструктивных систем; единые правила разрезки конструктивных элементов зданий на сборные изделия;

единство унифицированных конструкций узлов соединения и стыковки сборных изделий.

Разработанная система базируется на основных принципах типизации, унификации и модульной координации размеров, заложенных в московский Единый унифицированный каталог. Для всех типов зданий высота этажа — 3,3 м; рабочие пролеты перекрытий — 4,8; 6,0; 6,6 м, малые «доборные» пролеты — 2,4 и 3,0 м; продольный укрупненный модуль — 3,0 м и поперечный модуль — 60 см; несущие внутренние стеновые панели с контактным стыком (двух- и одноконсольные) толщиной 140 мм. Несущие и самонесущие наружные стеновые панели из керамзитобетона плоские и рельефные, толщиной 350 мм с термовкладышами; перекрытия из многослойных плит шириной 3,0 м с гладкой нижней и верхней поверхностью; плиты покрытия для зальных помещений — ребристые из тяжелого бетона с утеплителем, пролетами 9, 12, 15 и 18 м; единый лестничный узел с размерами в плане 3,0×6,6 м; прокладка электрических и слаботочных коммуникаций в каналах стен и по стенам в специальных коробах и плинтусах. Предусмотрено применение сантехкабин, шахтпакетов и специальных сантехнических панелей, объемных шахт лифтов, а также унифицированные решения нулевых циклов.

Система панельных конструкций с широким шагом несущих стен разработана на основе межвидовой типизации и унификации с каркасными конструкциями для зданий различного назначения. Этот принцип не только открывает возможности совместного применения в

одном здании панельной и каркасной системы (последняя используется на участках, где необходимы большие свободные пространства), но и обеспечивает унификацию ряда элементов этих систем. Так, в каркасных зданиях могут применяться панели внутренних стен, плиты покрытий и перекрытий и панельная лестница с широким шагом. В то же время колонны, ригели и плиты перекрытий каркасных зданий могут использоваться в панельных для создания больших объемов (вестибюлей, рекреаций и т. п.). Панели наружных стен размером на этаж («бублики») будут едиными для каркасных и панельных зданий с высотой этажа 3,3 м.

Предельные размеры изделий определены, исходя из максимальной грузоподъемности строительных кранов (8 т). Это дает возможность использовать наиболее распространенный кран типа КБ 160.2, удобный в работе, мобильный в монтаже и демонтаже при перебазировках.

Принципиально новым в предложенной системе является решение основного узла опирания перекрытий на внутренние стены в виде контактного стыка, где панели перекрытий толщиной 220 мм опираются на полки (консоли) панелей внутренних несущих стен (рис. 1).

Снижению построечной трудоемкости и повышению заводской готовности способствует применение новой системы перекрытий из крупномерных калиброванных настилов шириной 3000 мм с отделанной в заводских условиях потолочной поверхностью и гладкой верхней поверхностью, непосредственно по которой можно укладывать рулонный материал пола (линолеум на упругой основе). В этой конструкции перекрытия исключены традиционные засыпки и стяжки, что позволило значительно снизить трудоемкость построечных работ. Необходимую звукоизоляцию обеспечивает масса многослойного настила перекрытия (350 кгс/м^2), от ударного воздействия защищает упругая основа линолеума. Как показали результаты экспериментальных исследований лабо-

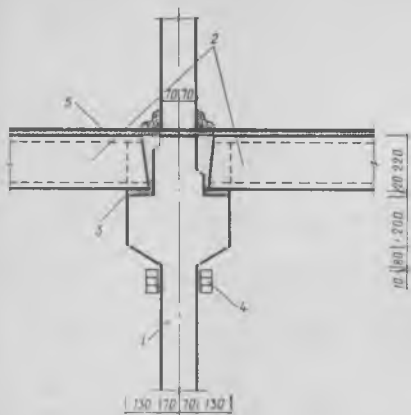


Рис. 1. Узел опирания перекрытий на несущую внутреннюю стену

1 — панель внутренней стены с консольными выступами для опирания перекрытий; 2 — крупномерный настил перекрытия (ширина 3 м); 3 — раствор; 4 — электротехнические короба для размещения электро-слаботочных устройств; 5 — линолеум на упругой основе

рабoри строительной акустики МНИИТЭП, такая конструкция перекрытий имеет индексы изоляции воздушного и приведенного уровня ударного шума соответственно 47 и 66 дБ, что удовлетворяет нормативным требованиям по звукоизоляции.

Создание рациональной конструкции перекрытий (что, как известно, во многом определяет трудоемкость возведения гражданского здания) стало возможным благодаря переносу электро- и слаботочных устройств, традиционно размещаемых в железобетонных панелях перекрытия или в конструкции пола, в специальные короба на внутренних стенах. Это позволило одновременно значительно повысить индустриальность электромонтажных работ.

Панели покрытия пролетами 12000 и 15000 мм предложены в виде комплексной конструкции, полностью выполняемой в заводских условиях — с утеплителем и гидроизоляционным покрытием (рис. 2). Это уже проверенное в экспериментальном строительстве решение позволяет резко сократить трудоемкость работ по устройству покрытий.

Наружные ограждения выполняются также из крупногабаритных панелей размером на конструктивный модуль (высота 3300, длина, равная пролету, — 6000, 6600 и т. д.). Панели из керамзитобетона марки М 60 объемной массой 1000 кг/м³, толщина их — 350 мм. Усовершенствованы конструкции стыков между панелями.

Как было сказано выше, все изделия для строительства общественных зданий сведены в номенклатуру, являющуюся разделом Единого унифицированного каталога. На основе этой номенклатуры

можно проектировать здания различной этажности и назначения, вместимости и архитектурной выразительности.

Вновь осваиваемые изделия системы можно подразделить на две группы.

К первой относятся изделия, типизация и унификация которых доведена до высокой степени, поскольку они не зависят от различной объемно-пространственной структуры и функционального назначения зданий (школы, детские сады, ПТУ, предприятия обслуживания населения). Это несущие конструкции.

Ко второй группе, составляющей 30..40% номенклатуры, принадлежат систематизированные комплексы изделий, определяющие облик зданий; степень их унификации определяется необходимым разнообразием и эстетическими требованиями к фасадам. Сводная номенклатура изделий системы содержит около 500 марок.

На основе разработанной системы институтами ГлавАПУ Москвы создана серия типовых проектов крупнопанельных зданий, в том числе детские сады на 6 и 12 групп; школы на 22 (рис. 3), 33 и 44 класса; пристройки к действующим школам (блоки начальных классов

на 240 и 360 учащихся со столовой, спортзалом и тиром); профтехучилища; 2-этажный (пристраиваемый к жилым домам) блок для учреждений обслуживания населения; поликлиники для детей и взрослых; больницы и др.

Эта первичная номенклатура зданий в дальнейшем может быть расширена в рамках предлагаемой системы. Даже такие здания, как АТС, предприятия торговли, административно-бытовые корпуса, научно-исследовательские институты и лабораторные корпуса оказывается возможным выполнять из крупнопанельных конструкций с широким шагом несущих стен.

Первые школы и детские сады на основе новой системы конструкций будут построены в 1986 г.

Переход при возведении общественных зданий на крупнопанельную систему по сравнению с ранее применяемыми решениями обеспечивает значительный экономический эффект: стоимость уменьшается на 14%, трудозатраты новых школ (в расчете на 1 место) сократятся примерно на 26%, а детских дошкольных учреждений — на 24%, расход

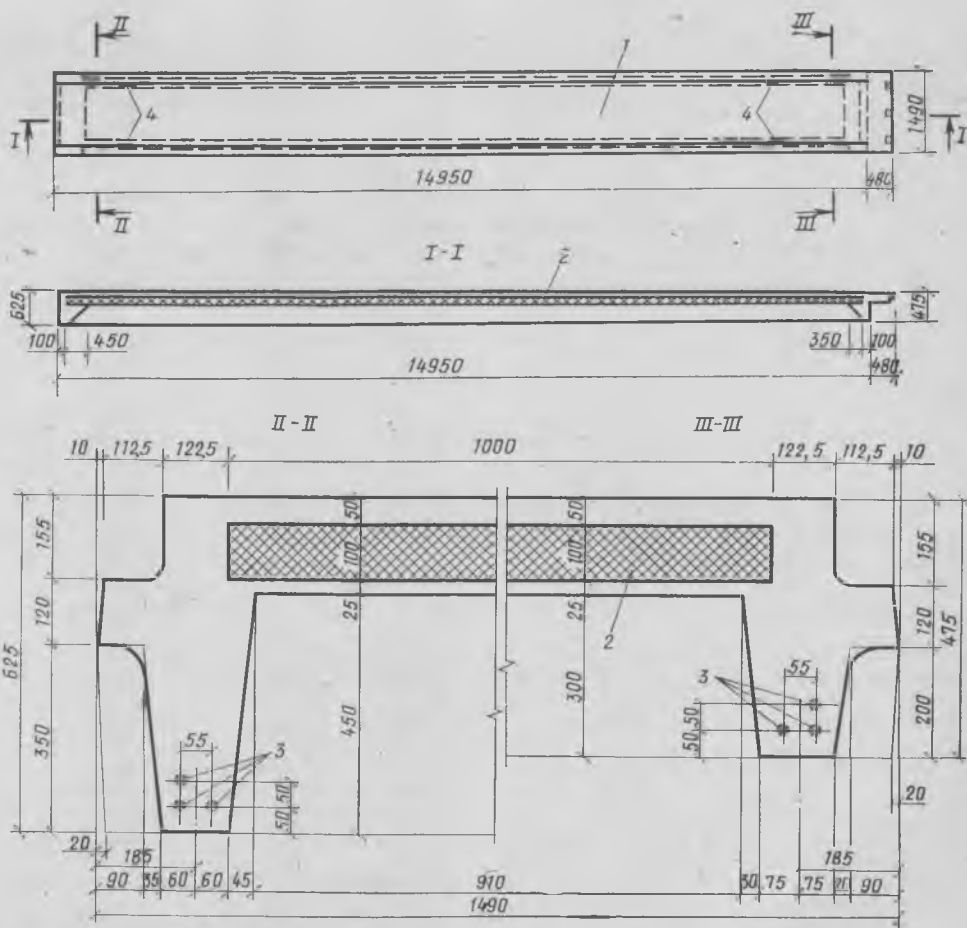


Рис. 2. Конструкция большепролетной панели покрытия

1 — панель покрытия; 2 — утеплитель ПСБ-С; 3 — напряженная арматура; 4 — подъемные петли

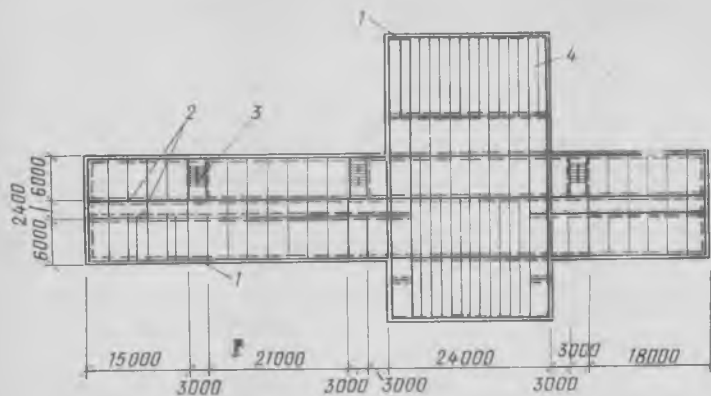


Рис. 3. Конструктивная схема школы на 22 класса
1 — наружные несущие стены из керамзитобетонных панелей; 2 — внутренние продольные несущие стены; 3 — унифицированная лестничная клетка; 4 — комплексные плиты покрытия пролетом 12 и 15 м

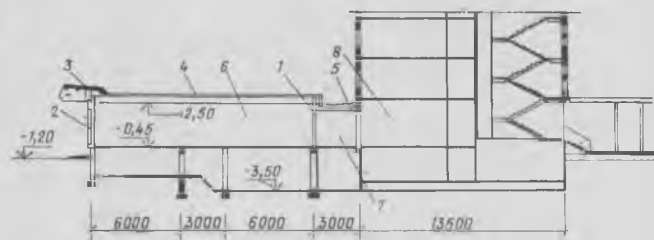


Рис. 4. Система встроенно-пристроенных предприятий обслуживания населения

1 — панель внутренней несущей стены; 2 — панель наружной несущей стены; 3 — карнизный элемент; 4 — комплексная панель покрытия пролетом 15 м; 5 — лотковый элемент; 6 — торговый зал; 7 — коммуникационный коридор; 8 — подсобные помещения магазина

стали по сравнению с каркасно-панельными системами — на 32%.

В рассматриваемую систему входит разновидность конструкций для встроенных и встроенно-пристроенных к жилым домам предприятий обслуживания населения с высотой этажа 3,3 м. Ими будут заменены трудоемкие сборные, сборно-моноклитные и моноклитные конструкции каркасных «столов», крупноблочные, кирпичные и каркасно-панельные конструкции пристроенных помещений.

При наличии пристроенного объема встроенная часть используется как подсобная. Несущие стены могут быть глухими, сообщение между подсобными помещениями осуществляется через внутренний коридор. При наличии только встроенных помещений и необходимости иметь непосредственную сквозную связь между ними создаются специальные конструкции несущих стен с увеличенными проемами, позволяющими объединить соседние помещения.

Пристроенные объемы решены в крупнопанельных конструкциях с несущими наружными и внутренними панельными стенами; покрытие из комплексных крупногабаритных панелей пролетом 15 м, включающих утеплитель и гидроизоляционное покрытие, выполняемое в заводских условиях.

На основе этого принципа разработаны типовые решения встроенных и встроенно-пристроенных первых этажей 17-этажных панельных домов, выпускаемых ДСК-1 (рис 4). В первых нежилых этажах размещается около 40 различных типов предприятий и учреждений.

Основные преимущества этого принципиального решения: конструкции первого нежилого этажа аналогичны изделиям жилой части, выполняются на тех же предприятиях, монтируются той же монтажной организацией, технологический процесс сборки дома не прерыв-

вается; все коммуникации жилого дома проходят через первый этаж и собираются в технологическом подполье; отсутствует технический этаж.

В техническом отношении созданная система конструкций по своему характеру, индустриальному уровню отвечает современному техническому уровню строительства. Одновременно с монтажом жилого дома обеспечивается возведение предприятий обслуживания, т. е. комплексная застройка города.

Анализ показал, что панельное решение встроенно-пристроенной части по сравнению с каркасным «столом» позволяет снизить трудозатраты на 20...25%, расход стали в 2 раза, расход бетона на 24%.

Выпуск полной номенклатуры изделий системы панельных конструкций позволит поднять на более высокий индустриальный уровень строительство общественных зданий, обеспечить комплексную застройку жилых районов Москвы.

На ВДНХ СССР

Эффективный утеплитель для ограждающих конструкций

Состав и технология изготовления полистиролбетона — эффективного теплоизоляционного материала, получаемого на основе цемента и предварительно вспененных гранул полистирола, разработаны в ИСиА Госстроя БССР. Процесс изготовления изделий из этого материала происходит в закрытых формах при режиме термообработки, обеспечивающем повторное вспенивание гранул полистирола. Основные физико-механические показатели полистиролбетона при

расходе полистирола 20...22 кг на 1 м³ изделия таковы. Плотность в сухом состоянии 230...300 кг/м³; предел прочности при сжатии 0,28...0,45 МПа, при изгибе 0,17...0,30 МПа; водопоглощение по массе за 24 ч 20...33%; теплопроводность в сухом состоянии при $t = 25 \pm 5^\circ\text{C}$ 0,063...0,075 Вт/(м·К); морозостойкость более 25 циклов. Материал трудного-роч.

Полистиролбетон предназначен для теплоизоляции наружных стен крупнопанельных и объемно-блочных зданий, железобетонных покрытий и покрытий из металлического профилированного настила зданий и сооружений, а также для теплоизоляции промышленного оборудования при t изолируемых поверхностей не выше 70°C.

На Витебском заводе объемно-блочного домостроения в 1983 г. введена в эксплуатацию линия по изготовлению

полистиролбетонных теплоизоляционных изделий для наружных стен блок-комнат производительностью 2000 м³ в год, на Минском комбинате силикатных изделий — линия по изготовлению полистиролбетонных изделий размером 1500×1000×100 мм для теплоизоляции покрытий из металлического настила производительностью 4500 м³ в год. На комбинате вводится также линия для изготовления полистиролбетонных изделий для теплоизоляции наружных стен блок-комнат производительностью 6000 м³ в год.

Теплоизоляция ограждающих конструкций полистиролбетоном позволяет снизить теплопотери зданий на 10...20%.

Дополнительный материал можно получить по адресу:

220600, Минск, ГСП, Староборисовский тракт, 15. ИСиА Госстроя БССР.

В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф., М. И. БЕЙЛИНА, инж. (НИИЖБ);
И. Л. СИДОРЕНКО, инж. (НИИЦемент);
Г. Г. ЗААЛИШВИЛИ, канд. техн. наук (ГрузНИИСтром)

Перспективы применения алунитового напрягающего цемента (СНЦ)

Замена дефицитного глиноземистого шлака в составе напрягающего цемента природным алюмосиликатным материалом (алунитовой рудой) привлекает внимание ученых в нашей стране и за рубежом. В результате совместных работ НИИЖБ, НИИЦемент, ГрузНИИСтрома и Грузинского политехнического института разработаны три способа использования алунитовой породы для производства напрягающего цемента: на основе обожженной при 500...700°C алунитовой руды, портландцемента и гипса; на основе сульфоалунитового клинкера, портландцемента и гипса и обжигом и помол сырьевой смеси, состоящей из алунитовой породы и известняка.

Первые два способа позволяют получать расширяющуюся добавку для напрягающего цемента. Третий способ дает возможность производить напрягающий цемент на том же технологическом оборудовании, что и портландцемент, но используя только алунитовую породу и известняк (без портландцемента). Поэтому такой метод получения напрягающего цемента наиболее технологичен, при этом значительно снижается стоимость вяжущего. В 1983 г. НИИЦемент, ГрузНИИСтром и НИИЖБ произвели расчет и корректировку сырьевой смеси, обжиг в 8-метровой печи Опытного завода НИИЦемент и помол с целью изучения основных физико-технических характеристик опытной партии СНЦ. В качестве сырьевых материалов использовали алунитовую породу Загликского месторождения (27%) и известняк Цители-Цкаройского и Горенского месторождений (73%). Обжиг клинкера осуществляли при температуре 1300...1350°C по факелу. Рентгенофазовый анализ полученных клинкеров свидетельствует о наличии в них C_2S , C_3A , C_4A_3S , C_4AF , K_2SO_4 и $CaSO_4$. Цементы мололи до удельной поверхности 3500 cm^2/g . Химический состав цемента, %: SiO_2 — 19,68; Al_2O_3 — 8,06; Fe_2O_3 — 4,05; CaO — 58,6; MgO — 0,64; SO_3 — 7,23, ппп — 0,58. Испытания цемента по ГОСТ 3104—81 показали, что начало схватывания —

55 мин, конец — 2 ч 20 мин, прочность соответствует марке 400.

Тепловлажностную обработку производили в пропарочной камере через 1 ч после изготовления образцов, в течение 4 ч — 2 ч — подъем температуры и 2 ч — изотермическое выдерживание.

Образцы нормального твердения освобождали из форм и увлажняли через 1 сут герметизированного твердения. Образцы, подвергавшиеся ТВО, распалубливали и увлажняли после конца прогрева. Сроки схватывания раствора: начало — 1 ч 10 мин, конец — 3 ч 50 мин.

Как видно из результатов, представленных в табл. 1, полученный цемент по всем показателям удовлетворяет требо-

ваниям к НЦ-20 по ТУ-21-20-18-80. Кроме того, при ТВО уже через 4 ч достигается прочность 21...27 МПа и самонапряжение 0,6...1,2 МПа, т. е. цемент этой опытной партии можно использовать для выпуска железобетонных изделий.

Аналогичные эксперименты провели с бетонными образцами, которые готовили с расходом СНЦ 500 kg/m^3 ; $V/C = 0,425$; $O. K. = 13...15$ см:

Свойства бетонных образцов представлены в табл. 2, из которой следует, что на основе СНЦ при расходе вяжущего 500 kg/m^3 может быть достигнута прочность до 47,2 МПа при самонапряжении 1,3 МПа. Жесткий режим ТВО при 95°C

Таблица 1

Возраст образцов, сут	Нормальное твердение			ТВО					
	Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа	60°C			95°C		
				Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа	Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа
4*	—	—	—	0,60	—	21,2/21,2	1,25	—	26,8
1	—	—	4,5/0,9**	—	0,05	26,2/5,8	—	—	30,2/5,5
3	1,24	0,24	22,0/—	1,12	0,05	33,3/—	1,87	0,12	42,4/—
7	2,70	0,41	—	1,25	0,05	—	2,06	0,12	—
14	3,12	0,47	61,8/10,5	1,38	0,06	43,6/9,2	2,06	0,15	48,9/7,7
28	3,45	0,49	66,1/8,1	1,50	0,07	50,7/9,5	2,06	0,15	49,6/8,5

* Возраст, ч
** Перед чертой — прочность балочек размером 4X4X16 см при сжатии, после черты — при изгибе.

Таблица 2

Возраст образцов, сут	Нормальное твердение			ТВО					
	Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа	60°C			95°C		
				Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа	Самонапряжение, МПа	Свободное расширение, %	Прочность, МПа
1	0,40	—	1,5	0,75	0,04	18,7	1,2	0,04	25,1
3	0,60	0,25	—	0,70	0,04	—	1,3	0,05	—
7	0,75	0,25	35,0	0,70	0,05	35,0	1,5	0,05	33,5
10	1,10	0,27	—	0,70	0,05	—	1,5	0,06	—
28	1,30	0,28	47,2	0,80	0,05	35,0	1,5	0,06	33,8
6*	—	—	63,6/8,3**	—	—	52,4/5,5	—	—	36,5/4,2

* Возраст, мес
** Перед чертой — прочность балочек размером 5X5X20 см при сжатии; после черты — при изгибе.

позволяет уже через 4 ч получать в бетоне самоупрочнение 0,85 МПа и прочность 65% R_{28} .

Бетонные образцы нормального твердения испытывали на морозостойкость. В настоящее время они выдержали уже 1000 циклов замораживания и оттаивания без каких-либо нарушений поверхности и снижения прочности.

Испытаниями установлено, что газопроницаемость бетона на СНЦ в 3 раза ниже, чем портландцемента той же марки. Комплексные физико-химические исследования цементного камня показали,

что при твердении вяжущего образуется более высокое содержание этtringита, чем у других видов ИЦ, а ТВО способствует резкому повышению степени гидратации цементного камня.

Цемент этой партии использовали для замоноличивания стыков плит покрытия, а также при строительстве и усилении несущих элементов вертикальной установки для определения огнестойкости строительных конструкций.

Таким образом, в результате совместной работы НИИЖБ, НИИЦемент и ГрузНИИСтрома разработана принци-

пиально новая технология получения напрягающего цемента на основе алунитовой породы, позволяющая на оборудовании любого цементного завода без дополнительных затрат получать дешевый цемент с энергией самоупрочнения до 6 МПа.

Организация промышленного производства такого напрягающего цемента особенно перспективна на Кавказе, поскольку в этом регионе имеется месторождение дешевой и доступной алунитовой породы Загликское, запасы которого исчисляются миллионами тонн.

УДК 691.327:666.974.2

Ю. П. ГОРЛОВ, д-р техн. наук, проф. (МИСИ);
В. А. ЧЕЧЕНЕВ, инж. (СУ-2 Донбасздонремонт);
Б. Д. ТОТУРБИЕВ, канд. техн. наук (Дагестанский политехнический ин-т)

Жаростойкий высокоглиноземистый бетон на силикат-натриевом вяжущем

Эффективность жаростойких бетонов на жидкостекольном вяжущем определяется, прежде всего, их высокой термической стойкостью и простотой технологии [1]. Наиболее широкое применение эти бетоны, рабочая температура которых 1000...1200°C, получили при строительстве и ремонте тепловых аппаратов и в качестве огнеупорного материала.

МИСИ совместно с Дагестанским политехническим институтом получено новое силикат-натриевое вяжущее, существенно повышающее температуру применения жаростойких бетонов при высокой термической стойкости [2, 3].

Это вяжущее представляет собой продукт совместного помола ($S_y=2500...3000 \text{ см}^2/\text{г}$) силикат-глыбы, огнеупорного материала и карбонатной породы. Последний компонент может и не входить в состав вяжущего, если силикат-глыба и огнеупорный материал активно взаимодействуют между собой при средних (750...850°C) и высоких (>1000°C) температурах.

Авторами исследован жаростойкий бетон на трехкомпонентном вяжущем, состоящем из силикат-глыбы, корунда и мела. Введение карбонатной добавки вызвано инертностью корунда по отношению к силикату натрия при средних температурах.

В основу создания нового вяжущего положены следующие теоретические предположения:

тонкодисперсные частицы силикат-глыбы при затворении системы водой способны обводняться с поверхности и приобретать вследствие этого высокие адгезионные свойства [4];

при нагревании воды до 85...95°C интенсивность растворения силикат-глыбы существенно возрастает и, следовательно, увеличивается площадь клеевых контактов [4];

обезвоживание системы при нагревании до 180...200°C резко увеличивает когезионную прочность клеевых контактов, образованных гидратированной силикат-глыбой, при этом происходит омоноличивание композиции. Кроме того, повышению прочности композиции способствует контактное сцепление остальных

тонкодисперсных компонентов вяжущего, частицам которых при помоле (вследствие термомеханического воздействия) сообщена поверхностная энергия. Этот эффект тем значительнее, чем выше степень предварительного уплотнения смеси; дальнейшее повышение температуры (до 800°C и выше) обеспечивает химическое взаимодействие между $\text{Na}_2\text{O} \times n\text{SiO}_2$ и остальными компонентами системы. При этом наиболее важное значение имеет взаимодействие силиката натрия и CaO при средних температурах (800...1000°C), так как именно эти физико-химические процессы обеспечивают необходимую прочность бетона в данном интервале температур.

В результате исследования установлены некоторые закономерности: повышение в составе вяжущего содержания силикат-глыбы существенно увеличивает прочность образцов после сушки при 200°C (рис. 1), но снижает огнеупорность вяжущего; влияние водовязущего отношения на прочность образцов носит экстремальный характер (рис. 2); на прочность образцов при данной температуре нагрева существенно влияет соотношение компонентов в системе, в первую очередь, содержание силикат-глыбы (рис. 3).

Если закономерность, представленная на рис. 1, очевидна, то влияние водовязущего отношения на прочность композиционного вяжущего требует рассмот-

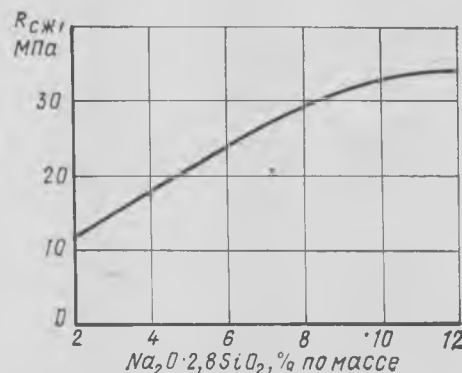


Рис. 1. Зависимость прочности образцов композиционного вяжущего при сжатии после сушки при 200°C от содержания $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,85 \text{SiO}_2$

рения. Очевидно, что на прочность образцов после сушки при 200°C в первую очередь влияет растворимость силикат-глыбы, т. е. приобретение ею адгезионных свойств.

Известно, что с повышением кремнеземистого модуля растворимость силикат-глыбы снижается. При модуле >3 силикат-глыба характеризуется весьма малой растворимостью даже при высоких температурах и давлении [4]. Снижение кремнеземистого модуля до 2,8...2,6 существенно повышает растворимость, которая заметна уже при 20°C. При этом важное значение имеет массовое соотношение между $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ и H_2O , а также температура воды. В работах [2, 3] показано, что наиболее интенсивное растворение происходит при температуре воды 85...95°C и соотношении масс $\text{H}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$ близком к 1:1. Последнее объясняется тем, что в большем количестве воды — меньшая концентрация едкой щелочи и, как следствие, меньшее ее пептизирующее действие на SiO_2 .

Поэтому выдерживание образцов при 85...95°C в течение 3...4 ч дает значительный прирост прочности (см. таблицу), а оптимальное водовязущее отношение ($B/B=0,18$) характеризуется (с учетом смачивания всех компонентов смеси) массовым соотношением $\text{H}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$, близким к 1:1.

Термомеханические испытания образцов, выполненные в Институте механики МГУ с помощью комплекса, позволяющего непрерывно измерять прочность материала при данной температуре нагрева, косвенно свидетельствуют о наличии физико-химических процессов, упрочняющих материал, при 800°C и выше (см. рис. 3).

Сопоставление рентгенограмм вяжущего после нагрева до 200 и 800°C позволяет сделать следующие заключения:

основными составляющими вяжущего после нагревания до 200°C (после

№ образца	Параметры ТВО	Время, ч	$R_{сж}$, МПа
1	А	1,0	30,1
2	С	3,0	27,9
3	В	1,0	28,3
	Д	1,0	
	Е	3,0	
4	А	1,0	24,0
5	С	0,5	22,8
6	В	1,0	23,1
	Д	3,0	
	Е	3,0	
7	В	1,5	18,1
8	Д	2,5	19,3
9	Е	3,0	17,8

Примечание. А — подъем температуры до 90°C; В — то же, до 180°C; С — выдерживание при 90°C; Д — то же, при 180°C; Е — охлаждение в шкафу до 20°C.

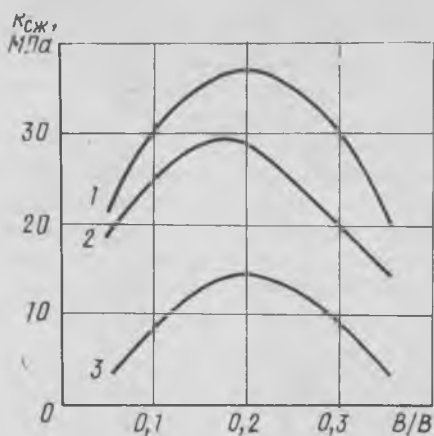


Рис. 2. Зависимость $R_{сж}$ композиционного вяжущего после сушки при 200°C от B/B и состава
1 — $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$ — 16; CaCO_3 — 24; Al_2O_3 — 60; 2 — $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$ — 8; CaCO_3 — 32; Al_2O_3 — 60; 3 — $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$ — 2, CaCO_3 — 38; Al_2O_3 — 60

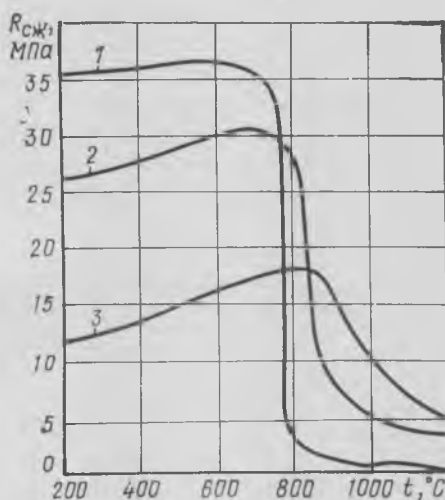


Рис. 3. Зависимость $R_{сж}$ от температуры нагрева и состава композиционного вяжущего
Условные обозначения см. рис. 2

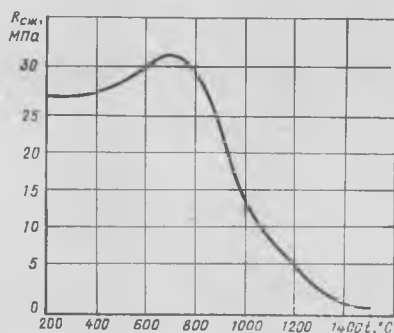


Рис. 4. Прочность жаростойкого бетона при данных температурах нагрева

сушки) являются корунд — $d\dot{A}$ (3,48; 2,55; 2,38), CaCO_3 — $d\dot{A}$ (3,85; 3,03; 2,49; 2,28) и аморфная фаза — силикат натрия.

после нагревания до 800°C основными фазами вяжущего являются корунд — $d\dot{A}$ (3,48; 2,54; 2,37), оксид кальция — $d\dot{A}$ (2,75; 2,68; 2,19), а также обнаруживаются следы соединений: $5\text{CaO} \times 3\text{Al}_2\text{O}_3$ — $d\dot{A}$ (4,94); $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ — $d\dot{A}$ (3,03) и $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ — $d\dot{A}$ (2,83).

Таким образом, наиболее заметной при 800°C является декарбонизация CaCO_3 . Но, с другой стороны, начало образования высокоогнеупорных соединений ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и др.) характеризует эту температуру как весьма значимую, при которой повышается прочность композиции по сравнению с двухкомпонентной системой «силикат натрия — корунд» (см. рис. 3). При соотношении компонентов в вяжущем $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2 : \text{CaCO}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 8:32:60$, % по массе, образцы при 1250°C сохраняли достаточно высокую прочность ($R_{сж} = 3,8$ МПа), что дало основание считать данное вяжущее пригодным для получения жаростойких бетонов с рабочей температурой 1500...1600°C в случае применения высокоглиноземистого заполнителя (муллитокорунда).

Испытания образцов из такого бетона на прочность при сжатии после сушки при 200°C и при данной температуре нагрева, а также на термическую стойкость позволили выбрать рациональный состав жаростойкого бетона: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,8 \text{ SiO}_2$ — 2; CaCO_3 — 8; Al_2O_3 — 15; муллитокорундовый заполнитель — 75% по массе.

На рис. 4 представлена зависимость прочности жаростойкого бетона данного состава от температуры нагрева, из которой следует, что начальная прочность бетона 27 МПа вполне достаточна для транспортирования и монтажа изделий, а прочность при 1500°C (0,63 МПа) обеспечивает несущую способность материала при данной температуре.

Рентгенографический анализ бетона свидетельствует о том, что с повышением температуры до 1000, 1200 и 1400°C существенно интенсифицируются процессы образования высокоогнеупорных соединений. После нагревания до 1400°C отмечались довольно яркие линии двухкальциевого силиката — $d\dot{A}$ (3,41; 3,24; 2,27; 2,51), диалюмината кальция — $d\dot{A}$ (3,19; 2,495; 1,523), муллита $d\dot{A}$ (3,39; 2,85; 2,55; 2,21; 2,12; 1,71; 1,695; 1,607; 1,404; 1,354 и 1,236) и в небольшом количестве анортита — $d\dot{A}$ (3,6; 1,838 и 1,96), возникших в связке. На микрофотографиях ясно видны игольчатые кристаллы $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ и муллита, среди которых равномерно распределены зерна двухкальциевого силиката и $\text{CaO} \times$

$\times \text{Al}_2\text{O}_3$. Игольчатые кристаллы диалюмината кальция и муллита преимущественно имели направленность по нормали или близкую к ней к поверхности зерен заполнителя, не создавая сплошной контактной зоны между связующим и заполнителем. Такая структура контактной зоны несколько снижает прочность материала, но способствует релаксации напряжений, возникающих при нагревании бетона и зависящих, главным образом, от размера зерен заполнителя. Этим объясняется нормальная термическая стойкость рассматриваемого бетона — 17 водяных теплосмен от 1300 °С.

Основные свойства жаростойкого бетона на силикат-натриевом композиционном вяжущем и муллитокорундовом заполнителе следующие:

Огнеупорность, °С	1800
T_{max} при одностороннем нагреве, °С	1600
$\rho_{\text{ср}}$, г/см ³	2,4...2,45
$R_{\text{сж}}$, МПа	
после сушки при 200°С	27
после обжига при 1500°С	32
Огневая усадка, %	0,48
Термический коэффициент линейного расширения $\cdot 10^{-6}$, °С	5,6...6,2
Температура деформации под нагрузкой 0,2 МПа, °С	
начало деформации	1530
4%-ная деформация	1560
Термическая стойкость, водяные теплосмены от 1300°С	17

Трест Донбассдомремонт данный бетон и его модификации [3] использовал на Ждановском металлургическом комбинате и Донецком металлургическом заводе в качестве холодильных плит футеровки кожуха доменной печи взамен чугунных элементов; горелочных камней и блоков для стен нагревательных колодцев вместо обжиговых огнеупоров. Из него были выполнены горелочные стены методических печей.

На Ждановском металлургическом комбинате организован производственный участок, на котором по поточно-агрегатной технологии изготавливают различные футеровочные изделия для доменного комплекса и приготавливают сухие смеси. Их применяют для торкрет-масс, используемых при ремонте и устройстве монолитных футеровок стен нагревательных колодцев и горелочных стен методических печей.

Более чем четырехлетняя эксплуатация футеровок из такого бетона свидетельствует о его высокой эффективности. Межремонтный период стен увеличен в 2...3 раза по сравнению со стенами, выполненными из обжигового высокоглиноземистого огнеупора. Применение холодильных плит из жаростойкого бе-

тона позволило заменить чугунные холодильники и повысить в 1,5...2 раза продолжительность службы этой части футеровки кожуха доменной печи.

Только благодаря снижению стоимости материала замена 1 т обжиговых высокоглиноземистых огнеупоров жаростойким бетоном позволяет получить экономию в сумме 100 р., а при замене фасонных изделий (горелочных камней) эффект возрастает до 200...220 р. на 1 т изделий.

Если же принять в расчет увеличение продолжительности службы футеровок и, как следствие, тепловых агрегатов, а также снижение трудозатрат на выполнение футеровочных работ, то экономический эффект существенно возрастает.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасова А. П. Жаростойкие вяжущие на жидком стекле и бетоны на их основе. — М.: Стройиздат, 1982. — 130 с.
2. Готурбиев Б. Д. Силикат-натриевые композиции для жаростойких бетонов // Бетон и железобетон. — 1985. — № 10. — С. 5—7.
3. Готурбиев Б. Д. Бесцементные жаростойкие бетоны на силикат-натриевых композиционных вяжущих // Бетон и железобетон. — 1986. — № 1. — С. 5—7.
4. Матвеев М. А. Растворимость стеклообразных силикатов натрия. — М.: Промстройиздат, 1956. — 408 с.

Заводское производство

УДК 666.97.037

Л. П. СЕРОВА, Н. Н. ЕРМОЛАЕВА, кандидаты техн. наук (ЦНИИЭПжилица)

Влияние ранней распалубки на прочность бетона при двухстадийной тепловой обработке

Разработчики кассетно-конвейерных линий (ЦНИИЭПжилица, Гипростроммаш, Калининский ДСК, Владивостокский КПД и др.) в последнее время используют двухстадийную тепловую обработку изделий с различной длительностью пропаривания (от 1 до 6 ч) панелей на первой стадии.

Это обусловлено различными способами распалубки: применяют как частичную распалубку, при которой изделия остаются на форме в процессе транспортирования и прохождения второй стадии тепловой обработки, так и полную рас-

Марка бетона	Отпускная прочность бетона, %	Продолжительность тепловой обработки, ч. для достижения R_6 , МПа	
		8	1...2
200	70	7,5	4,5
	85	6,5	4,5
	100	5,5	4,0
300	70	5,5	4,0
	85	5,0	3,5
	100	4,5	3,5

Примечание. Продолжительность тепловой обработки по нормам технологического проектирования бетона марки М 200 — 9,5 ч, бетона марки М 300 — 8,5 ч

палубку, когда изделие транспортируется в камеру дозревания за монтажные петли. Опыт применения двухстадийной тепловой обработки показывает, что изделия за петли поднимают при прочности бетона 8...10 МПа, в то время как частичную распалубку изделий можно осуществить при прочности бетона 1...2 МПа.

Продолжительность тепловой обработки для достижения таких величин прочности зависит от ряда технологических факторов — интенсивности прогрева бетона, его марки, подвижности смесей, вида цемента и т. д. В таблице приведе-

на усредненная продолжительность тепловой обработки изделий толщиной 140...160 мм при односторонней подаче тепла в оборудование кассетного типа (контактный прогрев) [1]. Время тепловой обработки указано для тяжелого бетона марок М 200 и М 300 при разной отпускной прочности при использовании смесей с осадкой конуса 12 см и подъеме температуры в тепловом отсеке до 90...95°C в течение 1,5...2 ч.

Приведенные данные показывают, что при двухстадийной тепловой обработке продолжительность выдерживания изделий в формах при полной распалубке изделий может быть сокращена на 30...50% и при частичной (ранней) — в 2...2,5 раза.

Применение ускорителей твердения или предварительного разогрева смесей (до 40...50°C) позволяет дополнительно сократить продолжительность выдерживания изделий в формах еще на 1,5...2,5 ч. Таким образом комплексное применение ускорителей твердения и пароразогрева позволяет максимально сократить продолжительность выдерживания изделий в формах.

Рассматривая предложения по ранней распалубке изделий, необходимо учитывать влияние распалубки горячего бетона на ранней стадии твердения, которая при определенных условиях может приводить к снижению его марочной прочности до 25...35% [2].

В ЦНИИЭПжилища были проведены экспериментальные исследования влияния ранней распалубки бетона на его проектную прочность, позволившие установить минимально допустимые значения прочности, при которых распалубка в процессе тепловой обработки не влечет за собой снижения конечной прочности.

Методика экспериментов основана на том, что в процессе тепловой обработки при определенных значениях прочности бетона из пропарочной камеры извлекали опытные образцы. После распалубливания их выдерживали некоторое время вне пропарочной камеры, а затем опять устанавливали в камеру для дальнейшей тепловой обработки. Влияние распалубки при тепловой обработке на прочность оценивали при сопоставлении прочности бетона в возрасте 28 сут распалубленных и нераспалубленных пропаренных опытных образцов.

Таким образом, критерием для оценки влияния распалубки бетона в процессе тепловой обработки на его прочность служили отношения проектной прочности распалубленного бетона и нераспалубленного, твердевшего после тепловой обработки в нормальных условиях.

Опыты проведены применительно ус-

ловиям кассетного производства. Образцы готовили из бетонных смесей двух консистенций подвижностью 10 и 2 см осадки конуса, причем О. К. = 2 см моделировала условия производства при использовании метода подвижных щитов и виброударного уплотнения. Тепловую обработку опытных образцов осуществляли без предварительной выдержки, со скоростью подъема температуры 30...35°C (в течение 2 ч) до максимальной 90°C. Твердение образцов на первой стадии тепловой обработки проводилось под грузом, равным 10 г/см², передаваемым на бетон через резиновые коврики.

Переменными параметрами при проведении опытов были проектная и распалубочная прочности бетона, размеры опытных образцов, продолжительность их выдерживания после распалубки вне пропарочной камеры, а следовательно, и степень их остывания. Определяли также влияние попеременного действия тепла на твердеющий бетон в результате остывания при распалубке и последующего разогрева при активной тепловой обработке на второй стадии. Для этого часть образцов одной серии, распалубленных при малой прочности бетона, не подвергали повторной тепловой обработке, а после распалубки и остывания устанавливали в камеру нормального хранения, где они твердели в течение 28 сут.

При проведении опытов использовали портландцемент Белгородского завода марки 400 нормальной густотой 25%, начало его схватывания — 3 ч, конец — 4 ч; песок горный с $M_k = 1,7$; щебень гранитный фракции 5...20 мм. При расчете составов бетона долю песка в смеси заполнителей изменяли от 0,47 до 0,53, уменьшая ее с увеличением расхода цемента и уменьшением подвижности смесей.

Для получения бетона марок М 150, М 200, М 300 и М 400 расход цемента изменяли от 240 до 530 кг/м³, используя подвижные и умеренно подвижные смеси. Проектная прочность (прочность пропаренного бетона в возрасте 28 сут) опытных образцов колебалась от 13 до 43 МПа, а распалубку осуществляли при прочности образцов от 0,4 до 8,5 МПа. Последнюю определяли при испытании кубов, которые извлекали из распалубки, и испытывали сразу же после распалубки в горячем состоянии. Продолжительность выдерживания их после распалубки вне пропарочной камеры составляла 20, 30 и 45 мин. В каждом опыте формовали 12...15 кубов с ребром 10 см и 8 кубов с ребром 15 см. Всего было проведено 74 опыта.

На рис. 1 приведены данные по изменению температуры бетона при различ-

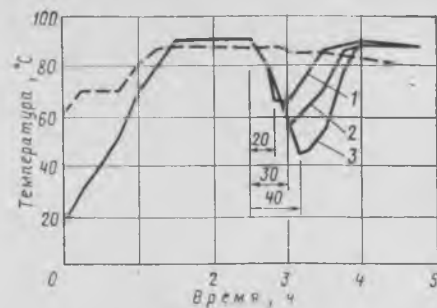


Рис. 1. Изменение температуры бетона при пропаривании с разной продолжительностью выдерживания образцов в цехе при распалубке 1, 2, и 3 — выдерживание в течение 20, 30 и 40 мин; — — — температура среды

ном выдерживании распалубленных образцов вне пропарочной камеры при температуре окружающей среды около 20°C и влажности 60...70%. Данные приведены для кубов с ребром 10 см. На рис. 2 приведены данные по кинетике испарения влаги из распалубленных образцов. Данные по температуре указаны для центра образцов. Приведенные на рис. 1 и 2 зависимости показывают, что величины охлаждения и потерь влаги в бетоне опытных образцов изменялись в довольно широком диапазоне, составляющем по истечении 10—15 мин 10...15% объема воды затворения.

Опыты позволили установить, что распалубка бетона в процессе его тепловой обработки при малых прочностях приводит к недобору прочности бетона в возрасте 28 сут. Величина недобора проектной прочности бетона зависит от величины распалубочной прочности. Анализ и обработка опытных данных позволили выявить зависимость между величиной недобора прочности и относительными значениями распалубочной прочности (рис. 3). За относительное зна-

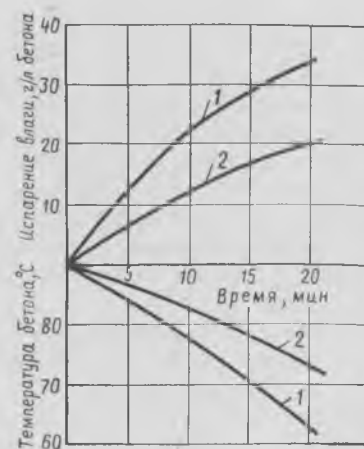


Рис. 2. Скорость испарения влаги при остывании распалубленных образцов с ребром 1 — 10 см; 2 — 15 см

чение распалубочной прочности принята прочность, отнесенная к проектной (R_{28}) прочности пропаренного нераспалубленного бетона, выраженная в процентах.

Данные рис. 3 показывают, что максимальные значения недобора прочности бетона не превышают 12% и уменьшаются с увеличением распалубочной прочности. Однако следует подчеркнуть, что вывод справедлив, если вторая стадия тепловой обработки проводится в условиях, близких 100% относительной влажности окружающей среды. При проведении тепловой обработки на второй стадии с пониженной относительной влажностью среды недобор проектной прочности бетона может быть существенно большим [2].

Исследовавшиеся другие факторы и условия проведения экспериментов — марки бетона, подвижность смесей, размеры опытных образцов, степень охлаждения бетона при распалубке, повторное после распалубки бетона действие температуры не оказали практически ощутимого влияния на величину проектной прочности.

Анализ полученных результатов показывает, что распалубка бетона в процес-

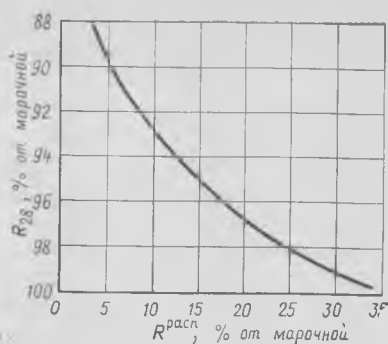


Рис. 3. Влияние распалубочной прочности бетона $R_{расп}$ на снижение его проектной прочности

се тепловой обработки при малой его прочности (менее 4...7 МПа) приводит к снижению проектной прочности бетона на 10...12%. Причиной этого, по-видимому, является изменение капиллярно-пористой структуры, вызванное интенсивным тепло- и массопереносом. При достижении распалубочной прочности (4...7 МПа) для различных марок бетона снижения проектной прочности свыше 2% не наблюдалось.

Выводы

Распалубка железобетонных панелей из бетона марок М 150, М 200, М 250 и М 300 при прочности ниже соответственно 4, 5, 6, 7 МПа приводит к снижению его проектной прочности на 12%. Распалубка изделий, прочность которых достигла указанных значений прочности или превышает их, вызывает незначительные потери проектной прочности.

Продолжительность первой стадии прогрева при двухстадийной тепловой обработке на кассетно-конвейерных линиях должна назначаться с учетом конкретных технологических условий: вида и марки цемента, марки бетона, условий тепловлажностной обработки на второй стадии с целью снижения величины потери проектной прочности бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по сокращению режимов тепловой обработки изделий в оборудовании кассетного типа. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1980. — 16 с.
2. Режимы тепловой обработки бетона при ранней распалубке / А. Ф. Серова, А. В. Процеров, Э. В. Буракова, В. Д. Долгий // Интенсификация технологических процессов заводского домостроения: Сб. науч. тр. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1982. — С. 50—57.

УДК 666.097.033.16

Е. А. ЛОГВИНЕНКО, канд. техн. наук (Днепропетровский государственный ун-т);
С. И. ГУЛЕВАТЫЙ, канд. техн. наук (Агропром УССР);
Ю. Г. КОЧЕРГА, инж. (ПО Днепросельстройиндустрия)

Совершенствование технологии изготовления железобетонных изделий в кассетах

Изготовление железобетонных изделий в кассетах связано с использованием подвижных смесей и длительной термовлажностной обработкой. При переходе на более жесткие бетоны для увеличения прочности и улучшения качества изделий режимы вибрирования целесообразно интенсифицировать [1]. Поиск научно-технических решений в этом направлении весьма актуален.

По заказу Укрмежколхозостроя в Днепропетровском государственном университете разработана кассетная вибро-

установка УКВ¹ для изготовления Г-образных железобетонных полурам, используемых в сельскохозяйственном строительстве. Ее отличительной особенностью является генерирование высокоинтенсивных колебаний значительной амплитуды (до 5 мм) и передача вибрационного воздействия на всю плоскость вертикальных листов кассет, что способствует быстрому разжижению смеси и эффективному удалению из нее пузырьков воздуха, особенно у стенок.

Виброустановка (рис. 1) состоит из неподвижной рамы и рабочего органа в виде набора кассет, установленных на опорные катки. Стяжка кассет осуществляется штангами винтового механизма сплавивания. Для возбуждения горизонтальных колебаний рабочего

органа использованы два эксцентриково-шатунных вибровозбудителя [2], закрепленных на раме, один из которых установлен под углом к горизонту. Для изменения величины возмущающей силы и оптимизации динамического режима эксцентриситет валов выполнен регулируемым. Четыре шатуна вибровозбудителей расположены перпендикулярно листам и соединены соосно через упругие элементы со штангами механизма сплавивания. При этом для исключения изгибных колебаний металлоконструкции они равномерно распределены вдоль ее длины.

При вращении эксцентриковых валов вибровозбудителей происходит деформация упругих элементов, и периодическая изменяющаяся сила упругости

¹ А. с. № 1033326 СССР, В 28 В 7/24. Кассетная установка для изготовления изделий из бетонных смесей / Е. А. Логвиненко, В. В. Бойко, А. А. Иваиов и др. (СССР) // Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. — 1983. — № 29. — С. 57.

генерирует возвратно-поступательные колебания рабочего органа.

Техническая характеристика кассетной виброустановки УКВ

Грузоподъемность, т	20
Подвижность бетонной смеси, см	2...6
Частота колебаний регулируемая, Гц	5...16
Амплитуда колебаний рабочего органа регулируемая, мм	3...5
Число кассетных отсеков	10
Установленная мощность, кВт	2×40
Масса, т	28

Промышленные испытания и внедрение экспериментального образца установки были выполнены в ПО Днепросельстройиндустрия Укрмежколхозстроя (рис. 2). При этом проведены динамикотехнологические, прочностные и акустические исследования установки. В качестве измерительной аппаратуры использовали приборы фирмы «Брюль и Кьер» (Дания) и отечественный виброкомплект ВИБ-ТН.

При исследовании динамики и выборе стабильного режима работы особое внимание уделялось самосинхронизации вибровозбудителей, которая была реализована на частоте колебаний 13 Гц. Достигнуты следующие динамические параметры виброустановки под нагрузкой и вхолостую:

амплитуда колебаний кассет ... 3,2 ... 4,0 мм

ускорение колебаний ... 2,2 ... 2,7 g.

На выбранном режиме проведено опытное формование изделий РЖК.

Сначала использовали пластичные смеси с $O. K. = 10 \dots 12$ см, приготавливаемые для работающей рядом кассетной установки с навесными вибраторами. Состав на 1 м^3 бетона: цемент марки 500—567 кг, щебень — 1174 кг, песок — 370 кг, вода — 210 л. Распалубочная прочность изделий, изготовляемых на

серийной установке с навесными вибраторами, составляла $19 \dots 22 \text{ МПа}$, что не всегда позволяло производить отгрузку готовой продукции.

Исследования предусматривали одновременную запись сигналов, поступающих от датчиков ускорений, установлен-

ных на кассетах и вводимых в бетонную смесь. Анализ осциллограмм (рис. 3) показывает, что пластичная смесь имеет вдвое меньшую частоту колебаний, чем кассета, но движется с большей амплитудой. При этом уровень ускорений в бетоне в 1,5 раза выше, чем

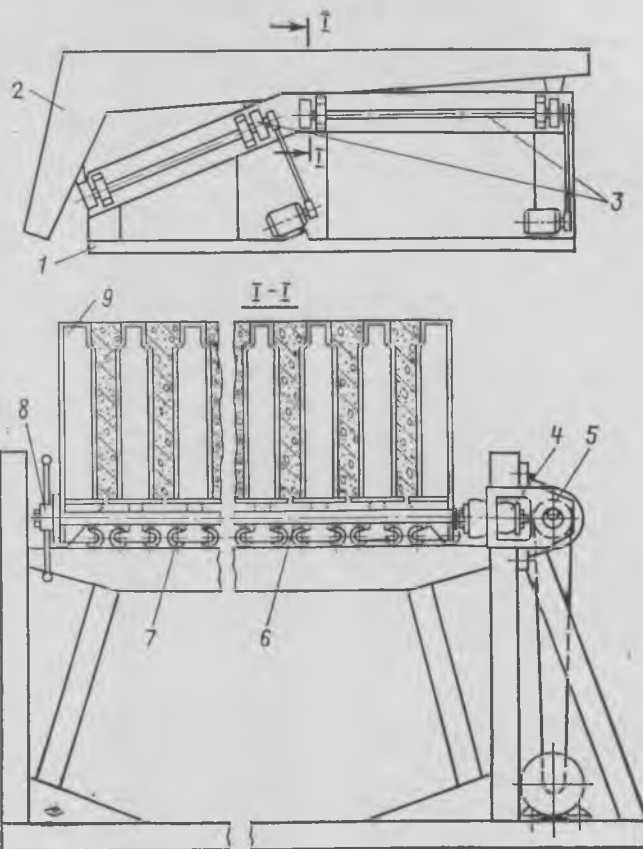


Рис. 1. Схема кассетной виброустановки УКВ

1 — неподвижная рама; 2 — рабочий орган; 3 — вибровозбудители; 4 — упругие элементы; 5 — шатун; 6 — штанга; 7 — опорные катки; 8 — винтовой механизм сплавачивания; 9 — кассета



Рис. 2. Виброустановка УКВ

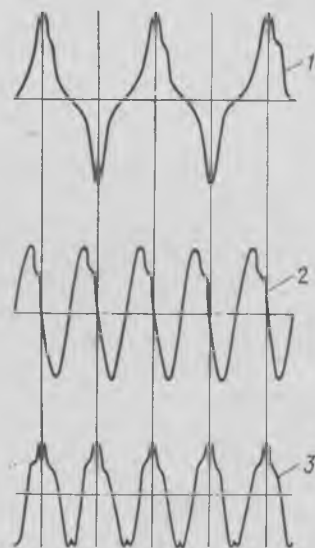


Рис. 3. Осциллограммы ускорений бетона и кассет при вибрировании

1 — пластичная смесь; 2 — умеренно подвижная смесь; 3 — кассета

кассете, и при их встрече происходит соударение. Режим отличается быстрым уплотнением смеси, однако часть ее поднималась вдоль вертикальных стенок вверх и выбрасывалась. Для проведения опытного формования динамический режим был ослаблен за счет изменения величины эксцентриситета вибровозбудителей, при этом для эффективного уплотнения пластичного бетона достаточно иметь ускорение не более 2 ... 2,5 g. Следует отметить, что прочность изделий РЖК несколько повысилась и составила 21 ... 22 МПа.

Так как первоначально выбранный режим отличается интенсивной вибрацией, оказалось целесообразным принять его в качестве рабочего и уплотнять более жесткую смесь. Ее состав (на 1 м³): цемент марки 500—511 кг, щебень — 1220 кг, песок — 460 кг, вода — 190 л, О. К. = 4 ... 6 см.

По мере заполнения отсеков кассет смесью ускорения в ней при частоте 13 Гц падают незначительно — с 3 до 2,8 g. Ударные явления умеренно подвижной смеси о стенку кассеты из-за некоторого фазового сдвига не проявляются так резко, как пластичной. Тем не менее, эффект тиксотропного разжижения и уплотнения весьма высок. При этом на открытой поверхности бетона вдоль вертикальных стенок кассет визуально наблюдается интенсивное образование и разрыв воздушных пузырьков, поднимающихся из нижних слоев.

Общее время вибрирования бетона составило 6 ... 7 мин, что в 4 раза меньше, чем по существующей технологии. Термовлажностная обработка проходила по режиму (3+4+10+3) ч. Затем с помощью молотка Кашкарова определяли прочность изделий и образцов-кубиков, которая составляла соответственно 26,4 и 25,2 МПа. Это значительно выше, чем прочность полурам РЖК, изготовленных на кассетной установке с навесными вибраторами. Результаты показали, что при соблюдении технологии приготовления бетона, режима вибрирования можно использовать и более жесткие смеси с расходом цемента 470 ... 490 кг на 1 м³ изделия.

В процессе промышленных испытаний исследовано напряженно-деформированное состояние металлоконструкции виброустановки УКВ. Наименее нагруженными оказались листы кассет, в которых уровень напряжений составил 15 МПа, что значительно ниже допустимых [σ] = 50 МПа [3]. В остальных узлах, включая штоки и кронштейны вибровозбудителей, напряжения не превысили 35 ... 40 МПа. Анализ полученных данных и промышленная эксплуатация виброустановки в течение

Наименование оборудования и допустимого параметра шума	Уровни звукового давления, дБ, при октавных частотных полосах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Кассетная виброустановка	91	92	92	92	89	86	83	74
Предельный спектр ПС-80 (СТ СЭВ 1930—79)	99	92	86	83	80	78	76	74

1,5 года без поломок свидетельствует о достаточной ее прочности и надежности.

Работа новой формовочной виброустановки сопровождается широкополосным периодически прерывистым шумом. Общий уровень шума 94 дБА. Спектральная оценка шума приведена в таблице.

Анализ данных показывает, что уровень звукового давления на большинстве октавных полос несколько превышает предельный спектр ПС-80 СТ СЭВ 1930—79. Это объясняется повышенным шумовыделением подмостей и кассет, соударяемых из-за раскручивания механизма сплавивания. Устранение этих недостатков, а также установка на вибровозбудители звукоизолирующих кожухов позволит снизить акустическую мощность и приблизиться к нормируемому предельному спектру ПС-80. Следует также отметить, что шумовые характеристики новой машины лучше, чем у серийных кассет с навесными вибраторами в среднем на 6—12 дБ.

УДК 69.057.12-413.002.5

Ю. М. КРОШКИН, инж. (Новосибирский ф-л СКТБ Стройиндустрия)

Оборудование для производства и отделки деталей КПД

На Новосибирском ДСК № 1 параллельно с выпуском конструкций жилых домов серии 1.464Д осваивается производство новой прогрессивной серии жилых домов 111—97. Значительную помощь в освоении производства, а также в его модернизации и перевооружении оказывает Новосибирский филиал СКТБ Стройиндустрия Минстроя СССР.

На заводе ЖБИ № 1 комбината специалисты филиала разработали и внедрили кассетную форму-установку для изготовления экранов лоджий домов серии 111—97 (рис. 1). Ранее экраны лоджий такой конфигурации выполняли из двух частей — прямоугольной и криволинейной в горизонтальных формах, затем соединяли между собой сваркой.

В предложенной кассетной форме-установке (рис. 2) изготавливают одновременно два изделия. Криволинейные бор-

Выводы

Создана кассетная виброустановка, позволяющая эффективно уплотнять умеренно подвижные смеси. При этом расход цемента сокращается на 10%, время изотермического прогрева изделий — на 20%. Надежность и долговечность установки обеспечивают новые технические решения, правильный выбор динамических параметров и отсутствие в конструкции часто выходящих из строя навесных вибраторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксельрод Е. З., Фоломеев А. А. Совершенствование технологии формования железобетонных изделий в кассетах // Бетон и железобетон. — 1977. — № 4. — С. 16.
2. Низкочастотная резонансная асимметричная виброплощадка / Б. И. Крюков, Л. М. Литвин, Е. А. Логвиненко, И. В. Панасюк // Строительные и дорожные машины. — 1973. — № 4. — С. 5.
3. Гусев Б. В., Деминов А. Д. и др. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей. — М.: Стройиздат, 1982. — С. 111.

та ее выполнены подвижными на катках и имеют общий привод от гидроцилиндров (предусмотрена возможность раздвижки криволинейных бортов талрепом). Перемещение бортов синхронизируется уравнительными балками, а с рамой они связаны двойным шарниром. Съемный сердечник формы-установки выполнен в виде кессона с паровой рубашкой. Это позволяет производить термообработку в две стадии — в самой форме до получения распалубочной прочности, а затем сердечник с изделиями вытаскивают и устанавливают в ямную камеру для последующей термообработки. В одной форме-установке за смену изготавливают 4 изделия (т. е. производят два формирования в смену).

Для производства экранов лоджий применяют бетонные смеси с О.К. =

=2...4 см. Уплотняют их с помощью четырех навесных вибраторов ИВ-21, смонтированных на бортах формы-установки.

Внедрение форм-установок позволило освоить и внедрить экраны лоджий домов с новыми архитектурными решениями, повысить производительность труда, улучшить качество изделий, сократить трудозатраты. Экономический эффект при внедрении четырех форм-установок составил на заводе 15 тыс. р. в год, трудозатраты сократились на 160 чел.-дн.

На заводе КПД №6 этого же комбината специалисты филиала внедрили кассетную установку для выпуска вентиляционных блоков домов серии 1.464Д (рис. 3). Установка предназначена для одновременного формования в вертикальном положении двух вентиляционных блоков также с двухстадийной термообработкой.

На раме кассеты в два ряда установлены пустотообразователи, которые составляют с ней жесткую конструкцию. Рама оснащена вибратором с двумя силовыми цилиндрами, штоки которых связаны со станиной кассеты. Съемные поддоны выполнены с отверстиями для пропуска пустотообразователей и имеют разделительную тепловую стенку и торцевые борта. На станине кассеты смонтированы два борта, открывающиеся относительно вертикальной оси. Съемные поддоны устанавливаются на станину, борта закрывают, и в таком положении кассета готова к формованию. Бетонирование производят сверху, для чего в ее верхней части предусмотрена площадка.

После окончания бетонирования в разделительную стенку поддона и в



Рис. 1. Экраны лоджий домов серии 111-97

полости бортов подают пар. Предварительная термообработка ведется в течение 1,5...2 ч до получения расплывчатой прочности. Затем открывают борта, с помощью гидроцилиндров поддон с изделиями отрываю от пустотообразователей и переносят краном в ямную камеру для дальнейшей термообработки.

Основными преимуществами данной кассеты перед аналогичными является ее довольно высокая оборачиваемость (три формования в смену), хорошее качество конструкций, кассета занимает небольшую производственную площадь.

Описанная технология внедрена в 1984 г. на заводе КПД №6 ДСК №1 Главновосибирскстроя. Экономический эффект составил 37,2 тыс. р. в год. Эко-

номия электроэнергии — 1,26 тыс. кВт×ч, пара — 472 Гкал, трудозатрат — 392 чел.-дн. в год.

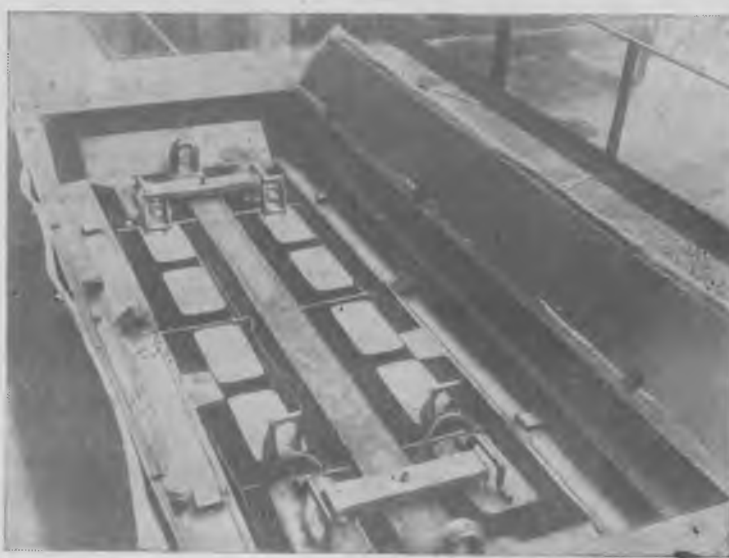
На этом же заводе специалисты филиала разработали и внедрили конвейер для сборки и отделки санитарно-технических кабин на пневмошлангах. Он предназначен для транспортирования кабин домов серии 1.464Д и 111—97 при сборке и отделке их путем шагового перемещения с одного технологического поста на другой. До внедрения конвейера изделия перемещали мостовым краном, что увеличивало продолжительность операций.

Конвейер представляет собой транспортную систему периодического действия. Грузонесущая его платформа выполнена на катках с возможностью пе-

Рис. 2. Кассетная форма-установка для изготовления экранов лоджий



Рис. 3. Кассетная установка для производства вентиляционных блоков (вид сверху)



В. И. ИВАНОВ, инж. (комбинат ЖБК № 2 Главмоспромстройматериалов);
А. М. ГОРШКОВ, Я. М. ЯКОБСОН, кандидаты техн. наук,
Р. К. ЮСУПОВ, канд. хим. наук (НИЛ ФХММ и ТП)

Некоторые особенности литьевой технологии формования

ремещения по направляющим швеллерам, а швеллеры могут перемещаться вертикально за счет напольных пневмошлангов. С каждой стороны конвейера уложены брусья для опирания санитарно-технических кабин на постах. Для увеличения долговечности конструкции опорные брусья и грузоподъемная платформа выполнены из металла.

Конвейер работает следующим образом. После нажатия кнопки «пуск» сжатый воздух подается в эластичные шланги, платформа вместе с кабинками поднимается. Затем платформа продвигается вперед на один шаг, т. е. изделие передается с поста на пост, воздух сбрасывается, платформа с изделиями опускается, после чего делает обратный ход.

Конвейер работает в автоматическом и ручном режимах.

Техническая характеристика конвейера

Грузоподъемность, кН	450
Число технологических постов, шт.	14
Шаг перемещения, м	3,2
Давление воздуха в системе, МПа	0,4
Скорость передвижения, м/мин	6,7
Мощность привода, кВт	6/9
Двигатель, тип	4А160 8/4 УЗ
Редуктор, тип	Ц2-350-40-4Ц
Габариты (ширина×длина), мм	1600×48 000
Масса, т	13,6

Конвейер имеет 14 технологических постов, специализированных на выполнении всех операций по сборке и отделке санитарно-технических кабин. На конвейере производится установка и приварка днища, установка ванны, устройство электропроводки, монтаж санитарно-технической разводки и стояков, шпаклевка дверей и опрессовка трубопроводов. На последнем посту кабинка проходит технический контроль, после чего пломбируется.

Основными преимуществами конвейера перед другими транспортными системами являются его небольшие габариты (он имеет плоское исполнение), простота и надежность конструкции, абсолютная безопасность в работе (все движущиеся части закрыты настилом). Его внедрение на заводе позволило на одних и тех же производственных площадях сократить крановые операции на 15%, трудозатраты на 10%, улучшить культуру производства по сравнению со стендовой технологией. Производительность одной конвейерной линии составляет 45 изделий в сут при работе в 2 смены.

Экономический эффект от внедрения одного конвейера на заводе составил 36,8 тыс. р. в год.

Документацию можно получить в Новосибирском филиале СКТБ Стройиндустрия по адресу:

630076, Новосибирск, ул. Фрунзе, 2а.

Создание комфортных условий труда и сокращение численности работающих в формовочных цехах заводов ЖБИ — ближайшие цели комплексной программы научно-технического прогресса в промышленности сборного железобетона Главмоспромстройматериалов. Достижению этих целей способствует внедрение литьевой технологии формования, которая наиболее доступными средствами решает проблемы безвибрационного и бесшумного производства железобетонных изделий и экономии трудовых ресурсов. Инициатива внедрения литьевой технологии принадлежит комбинату ЖБК № 2.

Для получения литой бетонной смеси на комбинате ЖБК № 2 применяется разработанная НИЛ ФХММ и ТП комплексная добавка, которая позволяет без изменения расхода воды и цемента увеличить подвижность смеси по О. К. с 2...3 до 18...22 см при сохранении заданной прочности бетона. В состав добавки входят высокоэффективный пластификатор НИЛ-21 и ускоритель твердения СН (сульфат натрия). Добавка НИЛ-21 получена в результате модификации технических лигносульфонатов¹ путем добавления компонентов, регулирующих воздухововлечение в бетон при увеличенной дозировке пластификатора.

Для приготовления комплексной добавки на комбинате ЖБК № 2 оборудовано механизированное отделение, рассчитанное на выпуск ее в количестве, достаточном для производства 100 тыс. м³ литой бетонной смеси в год.

В процессе освоения литьевой технологии потребовалось внести коррективы в регламент каждой технологической операции — от приготовления бетонной смеси до отделки поверхности готовых изделий.

Одной из особенностей состава литой смеси с добавкой НИЛ-21 (равно как с добавкой других суперпластификаторов) является увеличение доли песка до 42...

45% суммарной массы заполнителей для уменьшения расслаиваемости смеси в процессе транспортирования и формования. В частности, для панелей внутренних стен, формируемых с применением литой смеси (О. К. = 18...20 см) на комбинате ЖБК № 2 принят следующий состав бетона марки М 200: цемент марки 400 завода «Гигант» — 320 кг; песок $M_{11} = 2...2,25 - 782$ кг; щебень фракции 5...20 мм — 1040 кг; вода — 207 л; добавка НИЛ-21 — 0,4...0,6% и СН — 1...1,5% массы цемента.

Консистенция литой смеси весьма чувствительна к точности дозирования всех компонентов и к изменению влажности заполнителей. Замечено, что при увеличении содержания воды на 4...5 л/м³ подвижность смеси по осадке конуса возрастает с 16...18 см до 22...24 см.

Существенное влияние также оказывают водопоглощение щебня и его дробимость в процессе транспортирования и перемешивания. Например, при замене щебня твердых пород Вяземского ГОКа (водопоглощение — 0,8%; содержание фракций <5 мм — 2,6%) щебнем известняковым Пятовского карьероуправления (водопоглощение — 1,7%; фракций <5 мм — 6%), подвижность бетонной смеси резко снижается — осадка конуса уменьшается с 20 до 14 см. Поэтому не рекомендуется использовать для приготовления литой бетонной смеси заполнители с повышенными показателями водопоглощения и дробимости. В связи с применением литых смесей возросла актуальность разработки и внедрения надежности автоматической системы контроля и регулирования консистенции смеси в процессе ее приготовления.

На качество разжиженной бетонной смеси и, в первую очередь, на ее однородность влияет способ транспортирования от смесителя к месту формования.

Оптимальным способом подачи литой смеси, исключая ее расслаивание, из БСУ к формовочным постам является транспортирование в саморазгружающихся емкостях по рельсовой колее или подвижной монорельсовой системе. Но при

¹ А. с. 1148841 СССР, МКИ² С 04 В 22/10. Бетонная смесь // Р. К. Юсупов, В. З. Карпис и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 13. — С. 59.

переходе на литьевую технологию ряд предприятий вынужден использовать имеющуюся в наличии менее благоприятную систему транспортирования — по ленточным конвейерам с несколькими перевалками. При транспортировании по ленточному конвейеру длиной около 40 м с двумя перевалками при перепаде высот до 2 м осадка конуса одного и того же замеса уменьшалась на 3...4 см.

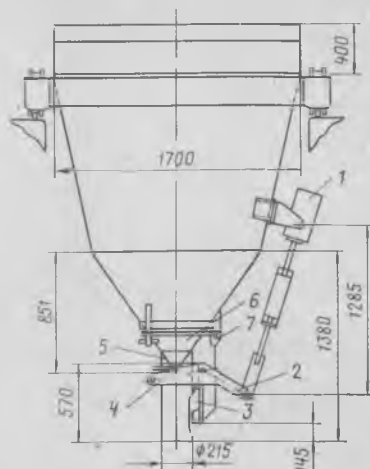
Была выявлена предельная величина подвижности литой смеси, выше которой начинается заметное расслоение. Установлено, что в пределах одного замеса с О. К. < 20 см на выходе из смесителя и 17 см внутри формы разброс содержания щебня не превышал 6%, а изменчивость прочности бетона на сжатие — 7,5%. Но в замесах с О. К. = 24 см на выдаче из смесителя и О. К. = 20 см внутри формы содержание щебня в отдельных пробах отличалось на 20%, а прочность бетона — на 25%. Исходя из этих наблюдений рекомендуется при транспортировании литой смеси по ленточным конвейерам ограничивать подвижность бетонной смеси на выгрузке из смесителя 20 см и внутри формы — 18 см. Высоту свободного падения литой смеси на трактах подачи от смесителя до формы рекомендуется ограничить величиной 0,7 м; при больших перепадах высоты следует применять наклонные желоба.

Каждый замес, приготовленный с добавкой НИЛ-21, должен быть уложен в течение 30 мин после подачи на формовочный пост. Подвижность оставшейся в бункере бетоноукладчика литой смеси (О. К. = 18 см) изменяется в следующем темпе: через 1 ч после приготовления — 12...14 см; через 2 ч — 6...8 см.

Стандартные бетоноукладчики с ленточными питателями или секторными затворами непригодны для литой смеси, так как они не позволяют регулировать скорость ее истечения и равномерное заполнение формы, литая смесь при падении на поддон расслаивается и разбрызгивается.

Для выдачи и укладки литой смеси ленточный питатель или секторный затвор в бетоноукладчике заменен воронкой с двумя прорезиненными рукавами диаметром 200 мм, которые запираются пневматическими зажимами конструкции СКТБ и комбината ЖБК № 2 Главмоспромстройматериалов. Высота свободного падения бетонной смеси из рукавной тежки в форму, равная 250 мм, исключает ее расслаивание и разбрызгивание.

В рукавном затворе (см. рисунок) пневматический привод с помощью двухплечного рычага перекрывает истечение смеси из рукава, прижимая ролик к резиновой неподвижной колодке. При об-



Рукавный затвор конструкции СКТБ и комбината ЖБК № 2 для литой бетонной смеси

1 — пневмопривод; 2 — рычаг; 3 — неподвижная резиновая колодка; 4 — ролик; 5 — рукав; 6 — воронка; 7 — шарнир

ратном ходе пневмоцилиндра рукавный затвор открывается.

Для заполнения углов или стесненных участков формы можно открывать любую из обеих рукавов. При очистке бункера от бетонной смеси, потерявшей текучесть, воронку можно повернуть вокруг шарнира.

Имеющиеся на конвейерных линиях виброплощадки используются только для кратковременного вибровоздействия. Опыт формирования литных конструкций из литой смеси показал, что без такого воздействия на поверхности панелей со стороны поддона образуются раковины и поры — следы пузырьков воздуха, защемленного между поддоном и изделием.

Пробное формирование панелей внутренних стен на действующей конвейерной линии комбината ЖБК № 2 позволило установить оптимальное время вибрации, обеспечивающее равномерное распределение литой бетонной смеси в форме без расслаивания. Для смеси с О. К. = 18 см время вибропобуждения не превышает 10 с при частоте 15 Гц и амплитуде 1...1,5 мм. При догрузке смеси в недостаточ-

но заполненную форму необходимо дополнительно включить виброплощадку на 2...3 с.

Литьевая технология формирования включает возможность отделки открытой поверхности разжиженной бетонной смеси с помощью заглаживающих и затирочных механизмов. Применяется лишь выравнивание поверхности залитой в форму смеси в уровень с бортами с помощью вала, установленного на бетоноукладчике и вращающегося с частотой 80...100 об/мин. Дополнительно заглазить поверхность удается с помощью изогнутой полосы листовой резины, облицованной несмачиваемой, например лавсановой, пленкой, которая скользит по поверхности разжиженной смеси во время движения форм-вагонеток на конвейере.

Следует отметить, что при формировании панельных конструкций не только из литых, но также из умеренно подвижных смесей используемые в промышленности заглаживающие и затирочные механизмы не обеспечивают получение лицевой поверхности, подготовленной к окраске или оклейке обоями. В процессе тепловлажностной обработки деструктивные явления на большой открытой поверхности бетона приводят к ухудшению ее качества даже после самой тщательной отделки свежесформованного изделия.

С увеличением подвижности бетонной смеси дефекты возрастают. Заглаживание и затирка поверхности сразу после формирования необходимы в качестве подготовительной операции, но недостаточны для получения панельных конструкций полной заводской готовности. Для гарантированного выпуска 100% изделий с лицевой поверхностью, подготовленной под окраску или оклейку обоями, необходима ее отделка с открытой при формировании стороны на завершающем этапе технологического процесса, т. е. после тепловлажностной обработки.

Для этого в состав каждой технологической линии литьевого формирования введен пост отделки, оборудованный са-

Наименование операций	Продолжительность операций, мин, при О. К., см		Численность рабочих, чел., при О. К., см	
	2	18	2	18
Формование	12	4	2	1
Отделка незатвердевшего бетона, заглаживание и затирка валковым и дноковым механизмами	6	—	1	—
Ручная доводка поверхности и очистка бортов формы	2	2	1	1
Отделка готовых панелей после распалубки	—	8	—	1
Механизированная: шлифование и шпатлевка	—	8	—	1
Ручная: шпатлевка поверхности	15	—	2	—
Отделка торцов, зачистка и окраска закладных деталей	2	2	1	1

моходным отделочным шлифовально-шпатлевочным агрегатом. В агрегате серийная шлифовальная машина доукомплектована шпатлевочной балкой с двумя рядами резиновых шпателей и пневматическим приводом подъема и опускания.

Под абразивным кругом шлифовальной машины наплывы бетона и чешуйчатая пленка цементного камня превращаются в тонкоизмельченную непрерывно увлажняемую водой массу. При движении отделочного агрегата этот шлам смешивается с водной дисперсией полимера (ВДП) концентрации 15...20% и образует быстротвердеющий шпатлевочный состав, который за два прохода резиновых шпателей заполняет поры и раковины на поверхности панели². Испытания показали достаточную адгезионную прочность и атмосферостойкость такой шпатлевки.

Перевод конвейерной линии на литьевую технологию позволил сократить продолжительность рабочих операций формования и отделки по сравнению с производством аналогичных изделий из умеренно подвижной смеси (см. таблицу).

При переходе на литьевую бетонную смесь ритм формования ускоряется в 2...3 раза, что позволяет обработать весь имеющийся на линии комплект форм или формованеток в течение одной смены вместо ранее предусмотренных двух. При этом состав бригады сокращается почти в два раза (с учетом увеличения численности рабочих на укладке арматуры и комплектовующих деталей на трехъярусном стане комбината ЖБК № 2 численность бригады после перехода на литьевую технологию уменьшилась с 20 чел. в две смены до 13 чел. в одну смену).

При односменном режиме формования цикл твердения изделий приближается к суточному, а распалубочная и отпускная прочность бетона достигается при оптимальных расходах цемента и тепловой энергии.

Выводы

Приготовление непосредственно на заводах ЖБИ добавки НИЛ-21 на основе технических лигносульфонатов позволяет в широких масштабах внедрять литьевую технологию формования, которая обеспечивает трудосберегающий эффект и улучшает условия труда в формовочных цехах.

Выпуск 100% панельных конструкций с поверхностью, подготовленной под окраску или оклейку обоями, достигается только при отделке поверхности после тепловлажностной обработки.

УДК 69.057.3

Р. О. СААКЯН, канд. техн. наук (ВПЭКТИ)

Строительство зданий методом подъема перекрытий

Решение научно-технических вопросов, связанных с внедрением метода подъема и совершенствованием технологических процессов, осуществляется в нашей стране на основе оригинальных разработок и изобретений. Они охватывают все стороны проблемы — от создания новых типов подъемного оборудования до внедрения оптимальных конструктивных и технологических систем. Особенностью отечественного строительства зданий методом подъема является комплексное решение проблемы на основе системы электромеханического подъемного оборудования, обеспечивающего синхронную работу большого числа подъемников грузоподъемностью 50...100 т в автоматическом режиме. Это оборудование надежно работает в различных климатических условиях и позволяет вертикально перемещать крупногабаритные конструкции требуемой массы и конфигурации.

В СССР строительство многоэтажных зданий методом подъема получило распространение, в первую очередь, в АрмССР. Региональные особенности Армении — сейсмичность района, горный рельеф, ограниченность свободных территорий под застройку, сухой и жаркий климат — потребовали изыскания новых

направлений индустриального строительства многоэтажных зданий.

В условиях 7-балльной сейсмичности стоимость строительства 16-этажных сборно-монолитных домов, возводимых методом подъема, на 6...27% ниже, чем у 16-этажных каркасно-панельных, бескаркасных сборно-монолитных и 9-этажных бескаркасных крупнопанельных зданий. Удельные капиталовложения в материально-техническую базу строительства с учетом затрат на транспорт для монолитных зданий, возводимых традиционным методом, а также методом подъема, примерно одинаковы, будучи значительно меньше, чем капиталовложения в сборное домостроение.

Опыт показывает, что в жилищно-гражданском строительстве при возведении многоэтажных зданий с ядрами жесткости и цельными на этаж плитами перекрытий метод подъема целесообразно применять в следующих случаях:

в сейсмических районах при возведении зданий высотой свыше 9...12 этажей, в зависимости от балльности района;

в районах с сухим и жарким климатом, где благодаря методу подъема можно возводить многоэтажные здания с рациональной планировочной структурой;

Рис. 1. Поточное строительство методом подъема 16-этажных жилых домов в Ереване



² А. с. 1145009 СССР, МКН² С 04 В 22/10. Способ отделки затвердевших бетонных и железобетонных изделий / А. М. Горшков, Н. А. Бочаров и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 10. — С. 77.

в районах с недостаточными мощностями базы сборного домостроения для сокращения разрыва между возможностями базы и потребностями строительства;

при строительстве зданий высотой 25 этажей и более, в том числе акцентных в градостроительном отношении и оригинальных зданий, сооружаемых по индивидуальным проектам;

при учете специфических условий строительства, в том числе стесненных условий городской застройки и сложного рельефа местности.

Метод подъема применяют в нашей стране при возведении гостиниц, санаторно-курортных, лечебных, торговых, учебных и других зданий, выполняемых по индивидуальным проектам, при строительстве жилых домов повышенной этажности с встроеными помещениями на первых этажах, на затесненных участках с высокой плотностью застройки (рис. 1, 2).

Метод подъема можно с успехом применять при возведении каркасов промзданий: с цельными на весь этаж перекрытиями при шаге колонн 12...15 м с временной полезной нагрузкой 2...3 т/м², при массе возводимых конструкций до 5000 т, для получения разнообразной формы сооружения в плане, при неодинаковой высоте каждого этажа, в стесненных условиях стройплощадки, при реконструкции производственных сооружений.

Этот метод эффективен при возведении железобетонных вертикальных конструкций типа ядер жесткости, труб и др. Кроме того, подъемное оборудование можно использовать в роли стационарных механизмов, обеспечивающих необходимое изменение высоты этажей сооружений в процессе их эксплуатации в зависимости от технологических или других требований.

Опыт строительства методом подъема в Ереване производственного корпуса полудабрикатов с холодильником мясокомбината показал его эффективность при возведении промышленных каркасов значительной ширины с использованием большого числа синхронно работающих подъемников.

При возведении методом подъема многоэтажного каркаса комплекса ВНИИ-электронстандарт в Ленинграде с пролетами 8,4×10,2 м были успешно внедрены монолитные плоские безбалочные пустотные перекрытия с тонкостенными трубчатыми вкладышами. В многоэтажном каркасе Центрального универмага во Львове пролетами 9,6×9,6 м, применены сборно-монолитные кессонные перекрытия. Плоские плиты перекрытий при пролете каркаса 7,2×7,2 м были использованы в здании школы в Ереване (рис. 3).

Накопленный опыт показывает, что в промышленном строительстве в настоящее время метод подъема можно внедрять при возведении многоэтажных каркасных сооружений в подземных горных выработках, новых видов универсальных многоэтажных каркасных зданий с непрерывными перекрытиями, большепролетных многоэтажных каркасных зданий.

ВПЭКТИ совместно с ЦНИИпромзданий проанализировал конструктивные решения многоэтажных сооружений, размещаемых в горных выработках и



Рис. 2. Образцово-перспективный жилой район Норашен на 25 тыс. жителей. Панорама первого градостроительного комплекса (Ереван)

возводимых с использованием традиционных методов и метода подъема перекрытий. Сравнение показало, что в условиях горных выработок можно возводить многоэтажные каркасные сооружения требуемой длины с необходимым числом пролетов и шагом. Использование метода подъема при изготовлении на уровне земли цельных монолитных плит перекрытий позволяет отказаться от жесткой модульной системы, располагать колонны каркаса в необходимых местах, иметь консоли плиты требуемой формы и вылета. Кроме того, при методе подъема может образовываться каркас с требуемой высотой этажа, в том числе с этажами разной высоты. Это означает, что при таком методе полностью используется подземное пространство, что не достигается при возведении каркаса из сборных конструкций с огра-

жденным вылетом консолей и неизменными габаритами конструкций.

В целом, метод подъема позволяет использовать в подземных горных выработках каркасы пролетами 5,2...6,4 м при использовании плоских плит перекрытий и пролетами 9...12 м при использовании ребристых плит. В обоих случаях возведение каркасов технологически несложно и экономически целесообразно.

Во ВПЭКТИ предложено новое конструктивное решение универсального каркаса для промышленного строительства с двумя непрерывными перекрытиями. Применение в одном объеме сооружения двух самостоятельных непрерывных перекрытий позволяет на одном из них организовать восходящий технологический поток, а на другом — нисходящий. Расположенные на соответствующем уровне противопожарные точки

Рис. 3. Возведение методом подъема многоэтажного каркаса здания школы. На заднем плане возведенное методом подъема здание детского сада



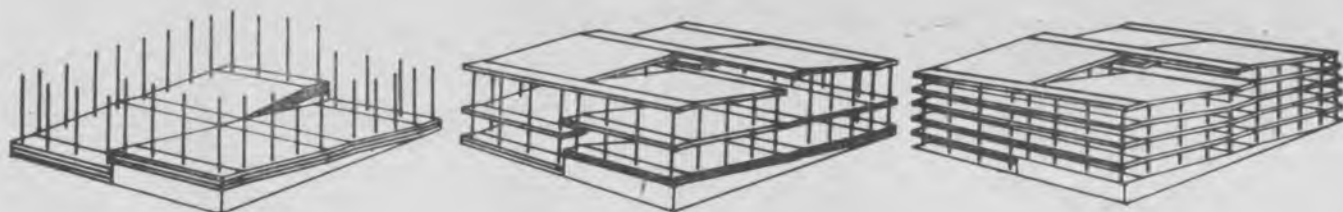


Рис. 4. Каркас многоэтажного сооружения с непрерывными перекрытиями в виде сочленения наклонных и горизонтальных элементов

двух перекрытий находятся по высоте на одной отметке, что позволяет поэтажно соединять оба перекрытия в центральной части горизонтальными площадками и таким образом изменять направление технологического потока с уровня любого этажа. В зависимости от конкретного назначения в зданиях и сооружениях можно использовать различное число непрерывных перекрытий, начинающихся, как правило, с уровня земли. Исходя из числа перекрытий, можно создать такое же число самостоятельных технологических потоков.

Сооружения с непрерывными перекрытиями могут иметь различную форму в плане — круглую, квадратную, прямоугольную и др. В первом случае необходимо использовать перекрытия в виде спирали, а для квадратных и прямоугольных сооружений — непрерывные перекрытия в виде сочленения наклонных и горизонтальных элементов (рис. 4). Широкое применение непрерывных перекрытий сдерживается сложной и трудоемкой технологией как в сборном, так и в монолитном исполнении. Применение метода подъема позволяет достаточно просто возводить каркасы с такими перекрытиями.

ВПЭКТИ совместно с Гипроавтотрансом разработан проект экспериментального многоэтажного наземного гаража на 216 автомобилей с двумя спиралевидными наклонными непрерывными перекрытиями для строительства методом подъема в районах сейсмичностью 7...8 баллов. В нем нет специальной ramпы для спуска и подъема автомобилей, так как спиралевидные перекрытия предназначены как для проезда автомобилей, так и для парковки. Эта схема позволила, по сравнению с действующими типовыми проектами, уменьшить ширину проезжей части, а также сократить объем сооружения на одно машиноместо (с 90 до 68 м³). Такое конструктивное решение эффективно использовано не только для наземных, но и подземных гаражей-стоянок. Проект подземного гаража-стоянки на 450 автомобилей разработан для строительства в районах с сейсмичностью 7...8 баллов. Он имеет ряд градостроительных преимуществ и позволяет рационально использовать городскую территорию.

Во ВПЭКТИ разработан также универсальный каркас многоэтажного сооружения с непрерывным перекрытием в виде сочленения наклонных и горизонтальных элементов. Сооружение с формой в плане, близкой к квадрату, размером 60×60 м в зависимости от конкретного функционального назначения и расчетных полезных нагрузок может

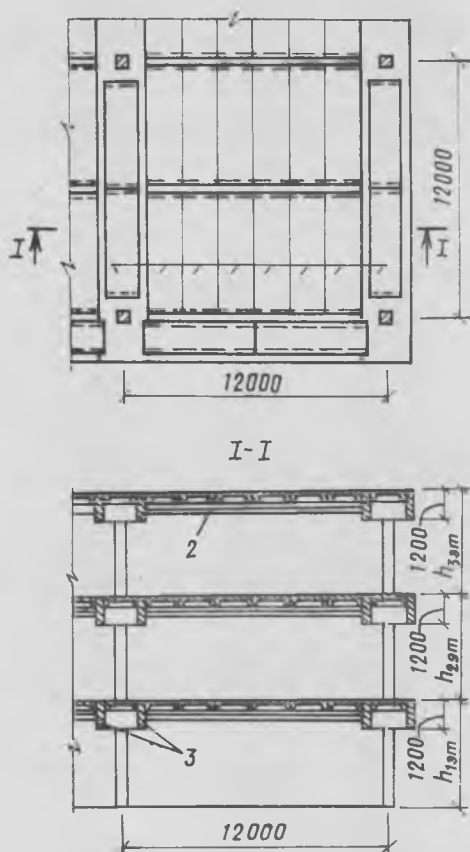


Рис. 5. Схема многоэтажного большепролетного каркаса с сеткой колонн 12×12 м

иметь различный шаг сборных железобетонных колонн и консольные вылеты перекрытий. Наклонные части этажных элементов имеют уклон порядка 6%.

Еще одним перспективным направлением использования метода подъема является возведение многоэтажных большепролетных каркасов с сеткой колонн 9×12, 12×12, 15×15 и 12×18 м (рис. 5). Такие каркасы в ближайшие годы получат широкое распространение, поскольку только при больших пролетах можно применять роботы-манипуляторы. Однако внедрение таких каркасов сдерживается технологическими затруднениями, связанными с изготовлением, транспортированием и монтажом большепролетных плит перекрытий. Изготовление на уровне земли железобетонных плит размерами в пределах температурно-деформативных швов с их последующим подъемом на проектные отметки значительно облегчает возведение большепролетных

многоэтажных каркасов. При методе подъема появляется возможность возводить многоэтажные каркасы с любой функционально обусловленной высотой этажа, в том числе с неодинаковыми высотами отдельных этажей. При этом рассматриваются два основных варианта плит перекрытий: монолитные кессонные безбалочные плиты и сборно-монолитные балочные конструкции, с монолитными главными и второстепенными балками и сборными типовыми железобетонными плитами размером 1,5×6 м, укладываемыми по балкам.

Преимуществом последних при возведении каркасов пролетами 12×12 и 12×18 м является максимальное использование действующей производственной базы сборного железобетона.

Как в монолитном, так и в сборно-монолитном варианте при необходимости можно отойти от модульной системы и возводить каркасы с функционально обусловленным пролетом или шагом колонн.

Предварительные расчеты показывают, что при возведении многоэтажных каркасов промышленных зданий при сетке колонн 12×12 м внедрение метода подъема намного эффективнее. В этом случае затраты на монтаж плит сокращаются на 15...30%.

Указанными примерами не исчерпываются целесообразные области применения метода подъема в промышленном строительстве. Потенциальные возможности разнообразных модификаций каркаса с непрерывными перекрытиями в различных отраслях народного хозяйства пока еще не выявлены.

Выполненный в стране комплекс работ по разработке и внедрению метода подъема при строительстве зданий различного назначения и этажности, а также созданная база подъемного оборудования подтвердили целесообразность увеличения объемов строительства зданий этим методом за счет сокращения неиндустриальных видов строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саакян А. О., Саакян Р. О. Проектирование и исследование зданий, возводимых методом подъема // Бетон и железобетон. — 1977. — № 5. — С. 8—10.
2. Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х. Состояние и перспективы строительства зданий методом подъема // Бетон и железобетон. — 1980. — № 4. — С. 19—21.
3. Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х. Возведение зданий и сооружений методом подъема. — М.: Стройиздат, 1982. — 551 с.
4. Саакян А. О., Саакян Р. О., Шахназарян С. Х. Метод подъема в жилищном строительстве. — Ереван: Айтастан, 1985. — 86 с.

УДК 691.327:69.059.4

А. Б. КРАКОВСКИЙ, А. М. ПОДВАЛЬНЫЙ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Долговечность изгибаемых элементов при циклическом замораживании и оттаивании

В последнее время большое внимание уделяется анализу совместного воздействия на железобетонные конструкции нагрузки и агрессивной среды [1]. Наиболее часто встречающееся коррозионное воздействие среды на бетон — циклическое замораживание и оттаивание. СНиП учитывает действие циклического замораживания введением к прочности бетона эмпирического коэффициента условий работы ($\xi < 1$). Однако при этом не удается оценить долговечность — важнейшую характеристику конструкции, эксплуатируемой в агрессивной среде, и учесть особенности различных конструктивных решений. Авторами изучено поведение нагруженного изгибаемого железобетонного элемента, прочность бетона которого монотонно снижается в процессе эксплуатации до наступления предельного состояния. При этом рассчитывали только нормальные сечения без нарастания прочности бетона во времени, считая, что элемент подвергается циклическому замораживанию и оттаиванию, когда прочность бетона не увеличивается. Учет роста прочности бетона не внесет существенных изменений в разработанную методику расчета. Долговечность характеризуется сроком службы — числом циклов замораживания и оттаивания n , которые выдерживает элемент до наступления предельного состояния.

Рассмотрим железобетонный элемент прямоугольного поперечного сечения, подверженный попеременному замораживанию и оттаиванию, на который действует постоянный изгибающий момент M . Мерой потери прочности бетона в цикле считается вероятность повреждения p ($0 \leq p \leq 1$), отражающая влияние на бетон параметров структуры и среды [2]. Многоцикловое воздействие приводит к накоплению повреждений, образующихся в отдельных циклах. Изменение прочности бетона определяется зависимостью

$$R_{np}^n = R_{np} (1 - p)^n, \quad (1)$$

где R_{np}^n — прочность бетона после n циклов воздействия и начальная.

Решим две задачи — прямую и обратную. Прямая состоит в определении срока службы элемента, обратная — в проектировании элемента с заданным сроком службы.

Рассмотрим вначале решение прямой задачи для элемента без сжатой арматуры. Число циклов замораживания и

оттаивания, которые выдержит элемент, можно установить по формуле

$$n = \text{Ц} \left[\frac{\ln \frac{R_{np}^n}{R_{np}}}{\ln (1 - p)} \right], \quad (2)$$

где $\text{Ц}(a)$ — целая часть числа a , т. е. наибольшее целое, не превышающее a .

Определим R_{np}^n в двух случаях предельного состояния. В первом ($\xi < \xi_R$), подставляя в выражение для несущей способности $M = R_{np}^n b x (h_0 - 0,5x)$ значение высоты сжатой зоны $x = R_a F_a / R_{np1} b$, получим

$$R_{np1}^n = \frac{R_a^2 F_a^2}{2 b (R_a F_a h_0 - M)}. \quad (3)$$

Во втором случае ($\xi \geq \xi_R$) из зависимости СНиП

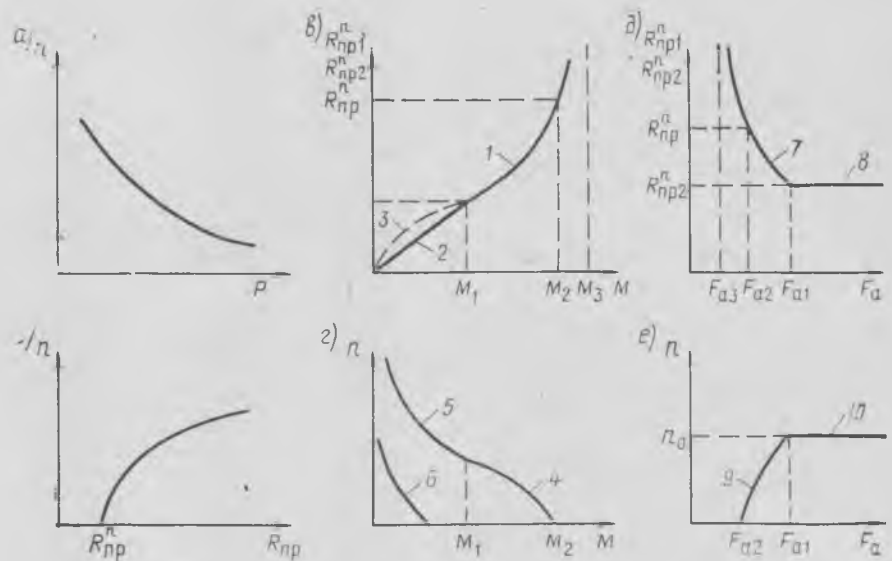
$$R_{np2}^n = \frac{M}{b h_0^2 \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)}. \quad (4)$$

Проанализируем зависимость срока службы n от p , R_{np} , M и F_a . Исследуем влияние каждого фактора, считая значения всех остальных постоянными.

Мера разрушения бетона p изменяется в диапазоне $0,001 \dots 0,01$. Из формулы (2) следует, что при малых p срок службы n зависит от p обратно пропорционально (рис. 1, а), поскольку $\ln(1-p) \approx -p$.

Зависимость n от начальной прочности R_{np} показана на рис. 1, б. При увеличении R_{np} срок службы n возрастает. При $R_{np} = R_{np1}^n$ разрушение элемента происходит до морозного воздействия и $n = 0$.

На рис. 1, в показаны определяемые по формулам (3), (4) зависимости R_{np1}^n , R_{np2}^n от M . Прочность R_{np1}^n при уменьшении M стремится к $0,5 R_a F_a / b h_0$. При увеличении M , стремящемся к $M_3 = R_a F_a h_0$, она неограниченно и монотонно возрастает. Зависимость R_{np2}^n от M линейна, если считать постоянной



Влияние различных факторов на долговечность изгибаемого железобетонного элемента
Зависимости: а — $n(p)$; б — $n(R_{np})$; в — $R_{np1}^n(M)$; г — $n(M)$; д — $R_{np2}^n(F_a)$; е — $n(F_a)$
1 — $R_{np1}^n(M)$; 2 — $R_{np2}^n(M)$ при $\xi_R = \text{const}$; 3 — $R_{np2}^n(M)$ при учете влияния R_{np2} на ξ_R ; 4 — $n(M)$ при $\xi \geq \xi_R$ и $M_2 > M_1$; 5 — $n(M)$ при $\xi < \xi_R$ и $M_2 < M_1$; 6 — $n(M)$ при $\xi < \xi_R$ и $M_2 < M_1$; 7 — $R_{np1}^n(F_a)$; 8 — $R_{np2}^n(F_a)$; 9 — $n(F_a)$ при $\xi < \xi_R$; 10 — $n(F_a)$ при $\xi \geq \xi_R$

ξ_Р. Если же учесть влияние R_{пр2}^н на ξ_Р, то зависимость R_{пр2}^н от M оказывается нелинейной. Точка пересечения линий 1—3 представляет собой момент M₁, определяющий несущую способность элемента на границе перестроения

$$M_1 = R_a F_a h_0 (1 - 0,5 \xi_R). \quad (5)$$

Выражение (5) является одним из двух корней квадратного относительно M уравнения, которое получается приравнянием выражений (3), (4).

Максимальное значение момента M₂, которое может воспринимать элемент до замораживания, устанавливается из выражений (3) или (4) при R_{пр1}^н = R_{пр} или R_{пр2}^н = R_{пр}, тогда n = 0. На рис. 1, г (кривые 4, 5) показан случай, когда значения b, h₀, F_a таковы, что M₂ > M₁. Если M₁ < M < M₂, предельное состояние наступает при ξ < ξ_Р, если же M ≤ M₁, оно наступает при ξ ≥ ξ_Р.

При ξ ≥ ξ_Р и ξ < ξ_Р зависимость n от M описывается кривыми 4, 5. Если M₂ > M₁, то при M₁ < M < M₂ реализуется первый случай предельного состояния, а при M < M₁ — второй. Если же M₂ < M₁, то для описания зависимости n(M) служит кривая 6.

На рис. 1, д показана зависимость R_{пр1}^н, R_{пр2}^н от площади арматуры F_a. При ξ < ξ_Р, как следует из формулы (3), график функции R_{пр1}^н(F_a) представлен кривой 7. Значение R_{пр1}^н неограниченно увеличивается, если F_a стремится к F_{a3} = M/R_aF_ah₀.

Из формулы (4) следует, что R_{пр2}^н не зависит от F_a. Точка пересечения F_{a1} кривой 7 с прямой 8 — значение F_a, при котором разрушение элемента происходит на границе перестроения. F_{a1} можно найти из формулы (5)

$$F_{a1} = \frac{M}{R_a h_0 (1 - 0,5 \xi_R)}. \quad (6)$$

Это же значение можно получить как один из корней, если приравнять выражения (3), (4) и решить полученное уравнение относительно F_a.

Найдем значение F_{a2}, при котором n = 0. Для этого решим относительно F_a уравнение (3), считая что R_{пр1}^н = R_{пр}.

$$F_{a2} = \frac{1}{R_a} \left[R_{пр} b h_0 - \sqrt{R_{пр} b (R_{пр} b h_0^2 - 2M)} \right]. \quad (7)$$

Ясно, что когда F_a < F_{a1}, предельное состояние наступает при ξ < ξ_Р, если же F_{a1} < F_a, то оно наступает при ξ ≥ ξ_Р.

На рис. 1, е, показана зависимость n от F_a. При ξ < ξ_Р и ξ ≥ ξ_Р указанные зависимости описываются кривой 9 и прямой 10. Поскольку при F_{a1} < F_{a2} предельное состояние элемента наступает при одном n том же значении R_{пр2}^н, то и срок службы n = const определяется прямой 10, т.е. в перестроенных элементах увеличение площади сечения арматуры не продлевает срок службы. При F_{a3} < F_a < F_{a1} срок службы меняется от нуля до n₀.

Для решения обратной задачи назначаем b, h₀, R_{пр}. При заданном сроке

службы n по формуле (1) находим R_{пр}^н. Далее определяем F_a, считая R_{пр} = R_{пр}^н.

Прямую и обратную задачи для элемента со сжатой арматурой решаем аналогично, но действующий момент M заменим моментом M_a = M - M₀ (M₀ — момент, воспринимаемый сжатой арматурой и соответствующей частью растянутой).

Можно также провести оптимизацию параметров железобетонного элемента при заданном сроке службы [3]. Внешними переменными параметрами при этом следует принять геометрические размеры сечения b и h, а внутренними — F_a и R_{пр}. Значения b и h назначаются в соответствии с алгоритмом решения внешней задачи оптимизации, внутреннюю задачу оптимизации решают так же, как и обратную.

Пример. Рассмотрим решение прямой задачи. Требуется определить срок службы изгибаемого железобетонного элемента при M = 10⁵ Н·м; b = 30 см; h₀ = 56 см; бетон марки М 300, R_{пр} = 13,5 МПа; m_{с1} = 1; арматура класса А-III, R_a = 325 МПа; F_a = 14,73 см² (3Ø25); ρ = 0,003.

По формуле (5) найдем момент M₁, используя метод последовательных приближений. Вначале считаем, что предельное состояние в моменте наступает при R_{пр} = 0,5 R_{пр} = 6,75 МПа. По СНиП определим ξ₀ = 0,796 и ξ_Р = 0,632. По формуле (5) M₁ = 1,83 × 10⁵ > M = 10⁵ Н·м, т.е. предельное состояние наступает при ξ > ξ_Р. Тогда по формуле (3) подсчитаем R_{пр1}^н = 2,46 МПа, что меньше первоначально принятой R_{пр} = 6,75 МПа.

Во втором приближении принимаем R_{пр}^н = 2,46 МПа, тогда ξ₀ = 0,831; ξ_Р = 0,676; M₁ = 1,77 · 10⁵ > M = 10⁵ Н·м, т.е. предельное состояние так же, как и в первом приближении, наступает при ξ > ξ_Р. Тогда по формуле (4) находим R_{пр}^н = 2,38 МПа.

В третьем приближении принимаем R_{пр2}^н = 2,38 МПа и, как и во втором приближении, получаем R_{пр}^н = 2,38 МПа, т.е. процесс последовательных приближений сходится. По формуле (2) находим, что срок службы n = 580 циклов.

Теперь рассмотрим решение обратной задачи. На элемент действует изгибающий момент M = 10⁵ Н·м, ρ = 0,003. Требуется запроектировать его таким образом, чтобы срок службы составлял не менее 200 циклов.

Назначаем геометрические размеры элемента и характеристики материала такими же, как и при решении прямой задачи. По формуле (1) находим R_{пр}^н = 7,4 МПа. Далее по СНиП подбираем площадь сечения арматуры при R_{пр} = 7,4 МПа. Получаем F_a = 5,12 см². Принимаем 3Ø16 (F_a = 6,03 см²).

Выводы

Предложена методика расчета срока службы изгибаемого железобетонного элемента прямоугольного сечения при воздействии на него циклического замораживания и оттаивания.

Проанализировано влияние изменения характеристик элемента на срок службы.

Методика может быть использована при расчетном назначении коэффициентов условий работы для конструкций, эксплуатируемых в условиях воздействия агрессивной природной или производственной среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савицкий Н. В., Гузеев Е. А., Бондаренко В. М. Интегральный метод оценки напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов в случае воздействия агрессивной среды и силовой нагрузки // Коррозионная стойкость бетона и железобетона в агрессивных средах. — М.: НИИЖБ, 1984. — С. 20—27.
2. Подвальный А. М., Осетинский Ю. В. Вероятностная модель поведения бетона при циклическом влиянии среды // Строительная механика и расчет сооружений. — 1982. — № 2. — С. 28—33.
3. Рекомендации по оптимальному проектированию железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1981. — 170 с.

На ВДНХ СССР

Автоматизированная линия для выпуска дорожных декоративных покрытий

В НИЛ ФХММ и ТП Главмоспромстройматериалов разработана линия для производства дорожных элементов декоративных покрытий. Дорожные элементы имитируют брусчатку из природного камня.

Линия представляет собой комплекс технологических агрегатов для выполнения замкнутого цикла производства. Термообработка осуществляется в туннельной камере вертикально замкнутым тележным ролянгом, снабженным шаговыми универсальными манипуляторами, осуществляющими весь набор транспортных и пакетирующих операций.

Марка бетона изделий — М500, морозостойкость 250 циклов, водопоглощение 6%. Размеры (длина × ширина × толщина) — 200 × 100 × 100 мм, масса 4,8 кг.

Основное технологическое оборудование — формующий агрегат ВИП-4М. Внедрение линии позволило получить экономический эффект в сумме 67 тыс. р. Производительность линии 50 тыс. м². Расход основных материалов на 1 м³: цемента 600 кг, песка 1640 кг, воды 175 л. Расход топливно-энергетических ресурсов на 1 м³ составляет 50,5 кВт·ч. Себестоимость 1 м² — 9,88 р.

Дорожные декоративные элементы впервые были использованы для мощения старого Арбата и Октябрьской площади в Москве.

Линия внедрена на заводе железобетонных изделий № 17 (123308, Москва, 3-й Силикатный пр., д. 10).

И. Н. ПАВЛОВ, инж. (Ленгипростром)

О нормативах фондоотдачи для проектируемых предприятий сборного железобетона

За последнее десятилетие фондоотдача в промышленности снизилась с 1,54 до 1,13 р. [1]. В значительной степени это снижение, наряду с другими причинами, было обусловлено вводом в строй новых предприятий, построенных по проектам с невысокими показателями фондоотдачи. Появление на свет таких проектов не всегда являлось следствием учета объективных факторов. Довольно часто в проектах допускались излишества и нерациональные решения, которые резко удорожали строительство и ухудшали эффективность работы предприятий. В проектах заводов сборного железобетона и в настоящее время имеют место эти недостатки.

Основная причина такого положения в том, что утверждаемые Госстроем СССР нормативы удельных капитальных вложений (УКВ) для этих предприятий разработаны на обозначенную единицу мощности — 1 м³ изделия из железобетона, без указания цены и технической характеристики. В результате нельзя сравнить материалоемкость и сложность изготовления проектного 1 м³ с тем, на который рассчитаны нормативы УКВ. А ведь именно эти показатели определяют и среднюю цену 1 м³, и величину УКВ.

Если материалоемкость и сложность изготовления проектного 1 м³ железобетона ниже нормативных значений, то в этом случае появляется запас нормируемых капитальных вложений, который проектировщики считают вправе использовать по своему усмотрению. Следовательно, появляются условия для включения в проекты предприятий разного рода излишеств и маскировки нерациональных решений и проектных ошибок.

Проектная фондоотдача таких предприятий, как правило, низкая. А поскольку фондоотдача — показатель ненормированный, то при утверждении проектов на него не особенно обращают внимание. В этих условиях рассчитывать на положительное изменение динамики фондоотдачи отрасли не приходится. Для управления фондоотдачей промышленности сборного железобетона необходимо иметь нормативы фондоотдачи, рассчитанные на основе индивидуальных нормативов УКВ.

В одинаковых по назначению нормативных группах предприятий, для которых утверждены нормативы УКВ на новое строительство, расширение и реконструкцию, средняя цена 1 м³ железобетона должна быть одинаковой для всех входящих в эти группы предприятий. Только в этом случае можно утверждать, что имеется экономия нормируемых капитальных вложений при уве-

личении мощности предприятий и их расширении и реконструкции по сравнению с новым строительством.

Средняя цена 1 м³ железобетона, на которую рассчитывают нормативы УКВ и которую в дальнейшем будем называть нормативной ценой 1 м³, через показатели эффективности — себестоимость и срок окупаемости капитальных вложений связана с величиной нормативов и не может быть меньше приведенных затрат на 1 м³ железобетона, исчисленных на основе этих показателей.

В группе предприятий одного назначения наибольшую величину приведенных затрат на производство 1 м³ имеет предприятие наименьшей мощности, у которого величина норматива УКВ максимальная. Поэтому нормативную цену 1 м³ для группы предприятий одного назначения при необходимости следует определять по приведенным затратам предприятия наименьшей мощности, рассчитываемым по показателям эффективности максимального норматива УКВ для нового строительства.

Проектная фондоотдача предприятия ЖБИ определяется отношением товарной продукции к стоимости основных промышленно-производственных фондов или отношением средней цены 1 м³ железобетона к удельной стоимости основных фондов на эту единицу. Норматив фондоотдачи для проектируемого предприятия можно рассчитать по нормативной цене 1 м³ и нормативу УКВ, соответствующему его мощности, если принять, что все нормируемые капитальные вложения будут реализованы в основные фонды. Такое допущение возможно, так как доля нефондообразующей части в УКВ очень мала, ее можно не учитывать.

При изменении структуры выпуска продукции проектируемого предприятия в пределах объемов товарной продукции или мощности прямо пропорционально друг другу изменяются УКВ и средняя цена 1 м³ железобетона. В этом случае величина фондоотдачи не будет изменяться. Закономерно предположить, что нормативы УКВ и нормативная цена 1 м³ также зависят от номенклатуры продукции, а при ее изменении ведут себя аналогичным образом. Значит, норматив фондоотдачи не зависит от изменения номенклатуры продукции и всегда будет одинаковым для конкретной мощности проектируемого предприятия.

При этом следует иметь в виду, что пропорционально изменению цены 1 м³ железобетона нормативы УКВ будут изменяться без стоимости привязки, так

как последняя в большей степени зависит от условий размещения предприятий, чем от числа и технических характеристик изделий. Поэтому расчеты нормативной фондоотдачи проектируемых предприятий можно производить только по нормативам УКВ без стоимости привязки. Следовательно, нормативная фондоотдача любого проектируемого предприятия без учета стоимости привязки и других фондообразующих, но не учтенных в утвержденных нормативах УКВ затрат на его строительство может быть рассчитана по отношению нормативной цены 1 м³ железобетона к величине норматива УКВ ($У_{\text{н}}$), соответствующего мощности данного предприятия.

Приведем пример расчета норматива фондоотдачи. Проектируемое предприятие годовой мощностью 100 тыс. м³ предназначено для выпуска железобетона промышленного назначения. Средняя цена 1 м³: проектная — 64 р., нормативная — 74 р. УКВ на 1 м³ без стоимости привязки: по проекту — 70 р.; нормативная проектная мощность предприятия при цене 74 р. на 1 м³ — 68 р. [2], при цене 64 р. — 59 р. (64:74×68). Фондоотдача проектная — 0,90 р. (64:70), нормативная — 1,08 р. (74:68 или 64:59). Проектная фондоотдача ниже ее норматива на 0,18 р.

Известно, что величина нормативов УКВ уменьшается с ростом мощности заводов. Если нормативы УКВ для предприятий сборного железобетона одного назначения рассчитаны на 1 м³ с одинаковой ценой, то уменьшение величины нормативов без стоимости привязки с ростом мощности заводов можно объяснить только увеличением сема продукции с 1 м² их общей площади. При этом величина нормативов УКВ уменьшается обратно пропорционально увеличению сема продукции в натуральном выражении за счет сокращения общей площади заводов, приходящейся на единицу мощности. В этом случае заводы одного назначения имеют одинаковую стоимость 1 м² общей площади, и рост фондоотдачи находится в прямой зависимости только от увеличения сема продукции с единицы площади.

Величина его в стоимостном выражении зависит от цены 1 м³ железобетона и натурального сема с 1 м² данной площади. Но так как у всех заводов одного назначения нормативная цена 1 м³ всегда одинаковая, то фондоотдача будет зависеть только от производительности технологических линий, которая, как правило, возрастает с ростом их мощности. Обусловлено это тем, что заводы большей мощности имеют более

совершенную технологию, более высокие уровни специализации производства и организации труда.

В каждой нормативной группе предприятия наименьшей мощности имеют минимальную фондоотдачу. Ее величина может быть принята за нижний предел нормативов фондоотдачи для всех предприятий группы.

Определение минимального уровня нормативов фондоотдачи для каждой группы предприятий имеет важное значение для управления изменениями фондоотдачи в масштабе отрасли. Минимальный норматив фондоотдачи для каждой группы предприятий целесообразно указывать в таблицах утверждаемых нормативов УКВ. Тогда обеспечение установленного на пятилетку минимального уровня фондоотдачи предприятий железобетонных изделий станет обязательным для проектных организаций и органов планирования капитальных вложений. Если фондоотдача проектируемого предприятия, имеющего мощность, равную или выше минимальной в своей нормативной группе, оказывается меньше этого нормативного уровня, то проект подлежит переработке.

В связи с тем, что прирост фондоотдачи предприятий в группе одного назначения прямо пропорционален увеличению съема продукции с 1 м^2 их общей площади, это позволяет рассчитывать нормативы фондоотдачи предприятий по ее минимальному нормативному уровню и коэффициенту (K_{Π}), который показывает, во сколько раз должен увеличиться съем продукции с единицы площади проектируемого предприятия против ее съема при минимальной нормативной фондоотдаче:

$$K_{\Pi} = \frac{Y_{\text{км}}}{Y_{\text{к}}}$$

где $Y_{\text{км}}$ — максимальный норматив УКВ

на 1 м^3 железобетона в одинаковой с проектируемым нормативной группе предприятий по назначению в р.

Норматив фондоотдачи нового предприятия и проектируемой части заданной мощности действующего предприятия будет равен произведению минимального значения норматива фондоотдачи на коэффициент K_{Π} . Этот способ расчета нормативной фондоотдачи наиболее целесообразен, так как его основой является фиксируемый минимум фондоотдачи для каждой нормативной группы предприятий, который наиболее точно могут определить разработчики нормативов УКВ.

Сроки окупаемости капитальных вложений в таблицах нормативов УКВ указаны приближенно и неоднозначно. Поэтому целесообразно минимальную величину норматива фондоотдачи для каждой группы предприятий рассчитать при разработке нормативов УКВ, соблюдая следующий порядок.

Для новых предприятий

Для каждой группы предприятий одного назначения подобрать в качестве аналога для расчета норматива УКВ предприятие наименьшей мощности. Определить номенклатуру его продукции и по ней рассчитать среднюю (нормативную) цену 1 м^3 железобетона. Определить норматив УКВ без стоимости привязки. Рассчитать минимальную величину норматива фондоотдачи ($\Phi_{\text{м}}$) для каждой группы предприятий одного назначения.

Для реконструируемых и расширяемых предприятий

В каждой группе предприятий одного назначения определить норматив УКВ без стоимости привязки для минимального прироста мощности предприятия, имеющего ее наименьшую исходную величину. Рассчитать $\Phi_{\text{м}}$ по нормативной цене 1 м^3 железобетона группы предприятий нового строительства одного с

расширяемым и реконструируемым предприятием назначения.

Пример. Наименьшая нормативная исходная мощность реконструируемого назначения — 40 тыс. м^3 железобетона. Предприятия в группе промышленного Норматив УКВ при минимальном приросте мощности 40% к исходной — 61 р. на 1 м^3 [2]. Средняя (нормативная) цена 1 м^3 железобетона для группы предприятий нового строительства промышленного назначения — 74 р. Минимальный норматив фондоотдачи ($\Phi_{\text{м}}$) для данной группы предприятий — 1,21 р. (74:61).

Нормативы фондоотдачи для проектируемых предприятий мощностью выше нижнего предела в каждой нормативной группе предприятий рассчитывают следующим образом. Нормативы УКВ на 1 м^3 для группы предприятий промышленного назначения: на проектную мощность 100 тыс. м^3 ЖБИ — 68 р., максимальный в группе — 84 р. [2]. Минимальный норматив фондоотдачи ($\Phi_{\text{м}}$) — 0,88 р. Норматив фондоотдачи для предприятия мощностью 100 тыс. м^3 в год — 1,08 р. ($0,88 \times 84 : 68$).

Применение нормативов фондоотдачи для оценки качества проектов повысит ответственность проектировщиков за соблюдение норм проектирования, прогрессивность технических решений и обеспечение нормативной эффективности капитальных вложений. В результате уменьшится число проектов с низкой фондоотдачей, что положительно скажется на динамике фондоотдачи отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Остапенко В. В., Сенчагов В. К. Улучшение использования оборудования. — М.: Знание, 1983. — № 10. — С. 3.
2. Нормативы удельных капитальных вложений по отраслям: Строительство и промышленность строительных конструкций и деталей на 1981—1985 гг. — М.: Стройиздат, 1980. — С. 85—90.

Использование промышленных отходов

УДК 691.327:666.973.2:669.046.58

Г. И. ЕРМАКОВ, канд. техн. наук (Куйбышевский филиал ин-та Индустройпроект);
К. А. ФИЛАТОВ, инж. (СПКБ НИИкерамзита);
В. Г. ЧУПШЕВ, инж. (Куйбышевский завод ЖБИ № 7)

Бетон на щебне из шлака фосфорного производства

В 1982—1983 гг. СПКБ НИИкерамзита совместно с Куйбышевским инженерно-строительным институтом и НИИЖБ были проведены исследования, подобраны составы, а на Куйбышевском заводе ЖБИ № 7 Главсредневожжскстроя отработана технология изготовления железобетонных центрифугированных опор для наружного освещения и контактных сетей из бетона на щебне из шлака фосфорного производства. Это было вызвано ежегодным сокращением объема производства в Среднем По-

волжье естественных заполнителей из известняков Жигулевского месторождения, пригодных для получения высокопрочных бетонов марок М 400 (В30)* и выше.

Шлаковый щебень применяют на заводе ЖБИ № 7 с 1972 г. в производстве железобетонных виброгадропрессованных напорных труб. Однако более высокий модуль упругости шлака ($7 \cdot 10^4$ МПа)

и бетона на его основе, а также меньшее значение предельных деформаций бетона, по сравнению с бетоном на гранитном щебне, вызывали сомнения в возможности его применения для изгибаемых конструкций типа опор с ненапряженной арматурой.

Вырабатываемый ПО Куйбышевфосфор шлаковый щебень по прочности на сжатие соответствует маркам 600, 800, 1000 и 1200.

Известно, что модуль упругости бетона зависит не только от его марки, но

* В скобках указан класс бетона по прочности на сжатие по СНиП 2.03.01—84.

Таблица 1

и от свойств заполнителей. Для снижения модуля упругости бетона и повышения его деформативности был выбран шлаковый щебень фракций 5... 10 и 10... 20 мм с прочностью соответственно 87 МПа (М 800) и 70 МПа (М 600), содержащий 20... 25% зерен пористой структуры. Для сравнения применяли ранее используемый на заводе ЖБИ № 7 известняковый щебень фракций 5... 10 и 10... 20 мм с прочностью соответственно 56,7 МПа (М 400) и 60 МПа (М 600).

В качестве мелкого заполнителя использовали кварцевый песок с $M_k=1,1$, вяжущего — портландцемент Жигулевского комбината строительных материалов марки 400.

Опытные опоры изготовляли из бетона на шлаковом, известняковом и на смеси шлакового (60%) и известнякового (40%) щебня. Продольное армирование опор осуществляли стержнями горячекатаной арматуры диаметром 16 и 18 мм из стали класса А-III, а спиральное — проволокой диаметром 3 мм из стали класса В-I.

Лабораторные составы виброуплотненных бетонов приведены в табл. 1. При их подборе учитывали коэффициент повышения прочности за счет центрифугирования, которое обеспечит гарантированную отпускную прочность бетона на сжатие не менее проектной, т. е. М 400 (В30)* для опор уличного освещения и М 500 (В40)* для опор контактной сети, как это требуется по ГОСТ 21052-75.

Одновременно изготовляли образцы (кубы и призмы) для определения прочности бетона при сжатии ($R_{сж}$) и призмочной прочности ($R_{пр}$). После изготовления и предварительного выдерживания опоры вместе с контрольными образцами пропаривали при температуре 85°C по режиму 3+8+3 ч. Результаты испытания приведены в табл. 2.

Коэффициенты повышения прочности бетона при центрифугировании в зависимости от скорости и времени вращения определяли на образцах-кубах с ребром 100 мм, которые помещали в специально оборудованные формы для опор контактной сети и центрифугировали (табл. 3).

Анализ модулей упругости бетонов различных марок показал, что они несколько выше нормируемых значений. Наличие в шлаковом щебне зерен пористой структуры способствует не только приближению модуля упругости бетона к нормируемому, но и улучшению структуры бетона в целом. При затворении бетона часть воды поглощается пористыми зернами, в результате чего количество отжимаемого шлама в процессе центрифугирования резко снижается. Это уменьшает расслоение бетонной смеси, сокращает число капилляров в бетоне и повышает его плотность. Увеличению плотности бетона способствует также повышенная химическая активность фосфорного шлака. При взаимодействии с гидроксидом кальция в бетоне на шлаке образуется больше гелевидной составляющей, чем в бетоне на традиционных заполнителях, которая, проникая в трещины, поры, неровности и т. п., способствует уплотнению цементного камня.

Проектная марка бетона	Расход материалов, кг/м ³					В/Ц	$R_{сж}$ уплотненно-го вибрированием бетона, МПа
	цемента	песка	шлакового щебня	известнякового щебня	воды		
М 400	490	465	1380	—	170	0,35	24,8/30,3*
М 400	480	—	1090	735	170	0,35	26,6/30,2
М 400	525	450	—	1270	170	0,33	24,1/29,8
М 500	560	370	1315	—	190	0,34	35,6/—
М 500	600	—	984	606	215	0,36	37,8/—
М 500	592	383	—	1138	227	0,38	34,0/—

* Перед чертой — после ТВО, после черты — через 28 сут

Таблица 2

Проектная марка бетона	Щебень	$R_{сж}$, МПа	$R_{пр}$, МПа	$E_b \cdot 10^{-3}$, МПа
М 400	Шлаковый	42,0	35,6	33,2
	Шлаковый+известняковый	43,4	36,8	34,6
М 500	Шлаковый	51,6	46,3	36,0
	Шлаковый+известняковый	56,0	51,0	39,3
	Известняковый	51,9	45,5	34,4

Таблица 3

Щебень	Скорость вращения формы, об/мин	Коэффициент повышения прочности бетона при центрифугировании в мин			
		5	10	15	20
Шлаковый	180	1,12	1,17	1,20	1,37
	250	1,19	1,20	1,31	1,54
	320	1,26	1,40	1,46	1,81
Известняковый	180	1,04	1,19	1,19	1,27
	250	1,14	1,30	1,33	1,51
	320	1,26	1,35	1,40	1,71

Результаты испытания центрифугированного бетона на водопоглощение показали, что у бетона на шлаковом щебне после 15 и 20 мин центрифугирования оно составило соответственно 5,16 и 4,5%, а у бетона на известняке — 7,15 и 5,63%.

Такое сочетание плотных и пористых зерен заполнителей целесообразно использовать в производстве железобетонных конструкций, к которым предъявляются высокие требования по плотности бетона, например при изготовлении железобетонных труб, опор и т. п.

Испытания на морозостойкость образцов из виброуплотненного бетона марки М 300 (В25)* на шлаковом щебне показали, что они выдержали 445 циклов замораживания и оттаивания, что значительно превышает требования ГОСТ 21052—75.

Опытные опоры испытывали по методике ГОСТ 8829—77. По прочности, жесткости и трещиностойкости они полностью соответствуют нормативным требованиям. Во всех случаях опоры разрушались из-за текучести продольной арматуры в растянутой зоне бетона.

На основании проведенных исследований были разработаны и утверждены ТУ 65-474-83 «Опоры железобетонные для наружного освещения и контактных сетей городского электрифицированного транспорта из бетона на щебне из шлака фосфорного производства». Их введение позволило Куйбышевскому заводу ЖБИ № 7 перейти на производство

центрифугированных опор из бетона на шлаковом щебне. Экономический эффект от применения более дешевого местного щебня из отходов производства составил более 3,5 р/м³ бетона.

Авторские свидетельства

23*

1239239. МНИИТЭП. Г. И. Акулов, Э. З. Жуковский, А. П. Зарудский, В. А. Максименко и др. **Пространственное покрытие зданий и сооружений.**

1239244. ЦНИИЭПсельстрой. А. С. Рябинский, П. В. Чичков, Г. А. Ступаков и др. **Предварительно напряженный объемный блок стен силовых корпусов.**

693666. МИСИ. А. П. Меркин, Ю. П. Горлов, Б. У. Седунов и др. **Сырьевая смесь для изготовления высокоогнеупорного бетона.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

Я. Л. ИВАНИЦКИЙ, И. И. ЛУЧКО, кандидаты техн. наук
(Физико-технический ин-т им. Г. В. Карпенко АН УССР)

Методика определения трещиностойкости бетона при сложном напряженном состоянии

В реальных условиях эксплуатации железобетонные опоры линий электропередачи, сваи, колонны, подкрановые балки и другие конструкции, предназначенные для восприятия крутящих моментов, кроме напряжений сдвига испытывают воздействие нормальных напряжений.

В таких элементах всегда имеются концентраторы напряжений (технологические и эксплуатационные). Вследствие непредвиденных перегрузок в процессе работы вблизи концентраторов возможно появление и распространение трещин вплоть до полного разрушения. Предсказать ориентацию распространения трещин в таких случаях довольно трудно, поскольку оно может происходить по типу I (в плоскостях максимальных растягивающих напряжений) или по типу III (антиплоский сдвиг), а также по смешанному (I+III) [1].

До настоящего времени методика определения трещиностойкости бетона при разрушении по смешанному типу разработана недостаточно. Отсутствуют точные критерии трещиностойкости и разрушения бетона [2], а в трактовке и понимании этого вопроса имеются противоречия. В работе [3] предложен метод оценки трещиностойкости материалов в условиях сложного разрушения с использованием призматического образца с наклонной боковой трещиной при растяжении. Практическая реализация данного метода затруднена созданием трещин и необходимостью испытания образцов больших сечений. Поэтому для моделирования процесса разрушения в условиях сложного нагружения нормальным отрывом и продольным сдвигом авторами выбрана силовая схема совместного растяжения и кручения цилиндрического бетонного образца с внешней искусственной кольцевой трещиной. Для таких образцов разработаны методики создания начальных трещин и определения трещиностойкости бетона при нормальном отрыве.

Предположим, что имеем цилиндр с кольцевой трещиной, который подвергается растяжению осевым усилием F и одновременно крутящим моментом M . За-

дача состоит в нахождении минимальных F и M , при которых трещина в цилиндре начнет распространяться.

Данную задачу можно разбить на две части: растяжение цилиндра с кольцевой трещиной осевым усилием F и кручение цилиндра с кольцевой трещиной моментом M .

Определив величину напряжений в перешейке трещины и сделав необходимые преобразования, получим формулу для нахождения коэффициента интенсивности напряжений [4]

$$K_I = \frac{\sqrt{2} F \sqrt{1-\varepsilon}}{d \sqrt{\pi d}} [1 - 0,5 \varepsilon - 0,125 \varepsilon^2 - 0,2557 \varepsilon^3 - 0,2082 \varepsilon^4 + 0,0663 \varepsilon^5 + 0,0048 \varepsilon^6 - 0,013 \varepsilon^7 + 0 (\varepsilon^8)]^{-1} \quad (1)$$

и выражение для определения коэффициента интенсивности напряжений

$$K_{III}(d, D, M) = \frac{6 M \sqrt{1-\varepsilon}}{\sqrt{2} \pi D D^2 \varepsilon^2 \sqrt{\varepsilon}} \times [1 - 0,5 \varepsilon - 0,125 \varepsilon^2 - 0,0625 \varepsilon^3 - 0,0391 \varepsilon^4 + 0,2327 \varepsilon^5 - 0,1505 \varepsilon^6 + 0 (\varepsilon^8)]^{-1} \quad (2)$$

Нахождение предельных значений $F=F^*$, $M=M^*$, а также углов начального распространения трещины $\theta=0^*$, $\beta=\beta^*$ осуществляли с помощью критерия уравнения

$$\frac{1}{4} \left[K_I(F^*, M^*) \left(3 \cos \frac{\beta^*}{2} + \cos \frac{3\beta^*}{2} \right) \cos \theta + K_{III}(F^*, M^*) \times \cos \frac{\beta^*}{2} \sin 2\theta \right] = K_{Ic} \quad (3)$$

Из условия максимума в левой части соотношения (3) углы β^* и 0^* подсчитывали по формуле

$$\beta = \arccos \times \left[\pm \sqrt{\frac{1,15 K_{III}(F^*, M^*)}{K_I(F^*, M^*)}} \right] \quad (4)$$

$$\theta = \frac{2\pi}{3}$$

Как видно из полученных соотношений, величина θ постоянна и не зависит от материала.

Подставляя в уравнение (4) K_I и K_{III} из формул (1), (2), после необходимых преобразований получим

$$\beta = \arccos \sqrt{\frac{3,45 M f_1(\varepsilon)}{F d f_2(\varepsilon)}} \quad (5)$$

$$f_1(\varepsilon) = [1 - 0,5 \varepsilon - 0,125 \varepsilon^2 - 0,2557 \varepsilon^3 - 0,2082 \varepsilon^4 + 0,0663 \varepsilon^5 + 0,0048 \varepsilon^6 - 0,0130 \varepsilon^7 + 0 (\varepsilon^8)];$$

$$f_2(\varepsilon) = [1 - 0,5 \varepsilon - 0,125 \varepsilon^2 - 0,0625 \varepsilon^3 - 0,0391 \varepsilon^4 + 0,2327 \varepsilon^5 - 0,1505 \varepsilon^6 + 0 (\varepsilon^8)].$$

Для подтверждения аналитических соотношений (4), (5) разработана экспериментальная методика, суть которой сводится к следующему. В бетонных цилиндрических образцах нарезали кон-

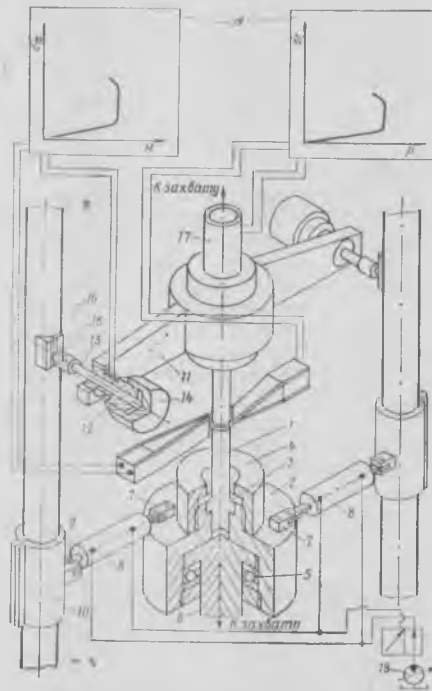


Рис. 1. Схема установки для испытания образцов при совместном растяжении и кручении 1 — гнездо обоймы; 2 — опытный образец; 3 — сухари; 4 — гайка; 5 — упорный подшипник; 6 — планшайба; 7 — щека; 8 — гидродоцилиндр; 9 — штифт; 10 — хомут; 11 — рычаг; 12 — динамометр; 13 — шток; 14 — гайка; 15 — шарик; 16 — пятая; 17 — динамометр растяжения; 18 — автономная гидростанция; 19 — датчики перемещения

центратор и создавали начальную трещину. На образцы наклеивали две пары фиксаторов — для установки датчика измерения раскрытия берегов трещины и для установки датчика измерения сдвига берегов трещины. После этого образец испытывали на специальной установке (рис. 1).

Одну партию образцов (не менее трех) подвергали растяжению и записывали диаграмму $U-F$. Определив из нее F^* и измерив с помощью инструментального микроскопа диаметр перешейки трещины, по формуле (1), установили трещиностойкость K_{Ic} . Вторую партию образцов на той же установке подвергали кручению, записывая диаграмму $W-M$, из которой определяли предельный момент M^* , при котором произошло образование трещины. На изломе разрушенного образца под микроскопом установили диаметр перешейки трещины и по формуле (2) вычислили K_{IIIc} .

Испытания при сложном напряженном состоянии проводили следующим образом. Образец закручивали до уровня K_{IIIc} , после чего доводили его до разрушения. Измерив под микроскопом геометрические размеры трещины, по формуле (1) подсчитывали критический коэффициент интенсивности напряжений предварительно закрученного образца $K_{Ic}^{(c)}$. Проводя испытания нескольких партий образцов с разными уровнями K_{III} , строили зависимость $K_{Ic}^{(c)} = f(K_{III})$.

Известно, что ориентация трещины зависит от коэффициента интенсивности напряжений K_I и K_{III} и при реализации преимущественного макромеханизма определяется углами β и θ .

Экспериментальная проверка значений β^* и θ^* связана с трудностями их измерения на изломе образца, поскольку при этом вырисовываются не углы β^* и θ^* , а угол θ_1 между линией OB пересечения плоскости (β_1, θ) с плоскостью трещины и нормального к контуру n , а также угол β_1 наклона плоскости (β_1, θ) к плоскости (рис. 2).

Взаимосвязь углов поворота площадок максимальных напряжений β и θ с углами β_1 и θ_1 , определяемыми на изломе образца, находили из геометрических соотношений (рис. 3) в виде

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \arccos \frac{\operatorname{ctg} \beta_1}{\sin \theta_1}; \\ \theta &= \arccos \left[\cos \theta_1 \times \right. \\ &\times \sqrt{(1 + \operatorname{tg}^2 \beta_1 \sin^2 \theta_1) (1 + \operatorname{tg}^2 \theta_1 \cos^2 \beta_1 - 1)} \times \\ &\times \left. \frac{\operatorname{ctg} \theta_1 \operatorname{ctg} \beta_1}{\sin \theta_1 \cos \beta_1} \right]. \end{aligned} \right\} (6)$$

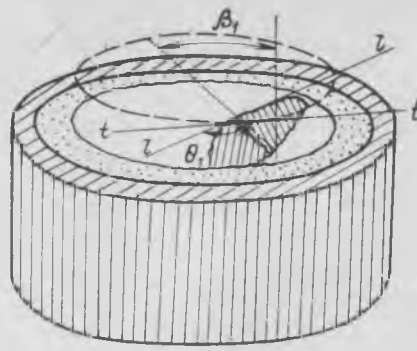


Рис. 2. Излом образца и площадки разрушения

Таким образом, установив на изломе углы β_1 и θ_1 , по формулам (6) находили β и θ . Измерение углов β_1 и θ_1 на изломе образца производили инструментальным микроскопом и приставкой с индикатором часового типа. Замеряя индикатором высоту гребня h на изломе образца, а с помощью стола микроскопа — его длину b в горизонтальной плоскости, находили угол подъема гребня по формуле

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{b}{h}; \quad \beta_1 = \arccos \operatorname{tg} \beta. \quad (7)$$

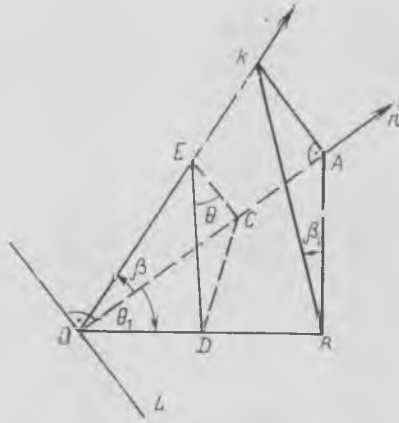


Рис. 3. Геометрия площадок разрушения

Угол θ_1 между касательной $t-t$ к контуру трещины в точке начального его распространения и линией гребня $l-l$, как показано на рис. 2, устанавливали с помощью инструментального микроскопа.

Предложенная методика предусматривает проведение обратных экспериментов, т. е. закрепленный образец нагружают растягивающей силой до определенного уровня K_{Ic} , после чего разрушают его кручением и по формуле (2) определяют критическое значение коэффициента интенсивности напряжений предварительно растянутого образца $K_{IIIc}^{(F)}$. На основании исследований можно построить зависимость

$$K_{IIIc}^{(F)} = f(K_{Ic}) \quad (8)$$

и изучить влияние нагружения на параметры трещиностойкости n и m , которые определяются экспериментально и изменяются в зависимости от вида и марки бетонов.

С использованием этой методики можно проводить экспериментальные исследования закономерностей распространения трещин в бетонных и железобетонных образцах.

Построив зависимости $K_{Ic}^{(c)} = f(K_{III})$

$$\text{в координатах } \frac{K_I}{K_{Ic}} - \frac{K_{III}}{K_{IIIc}}$$

которые описываются аналитически

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{K_I}{K_{Ic}} \right)^n + \left(\frac{K_{III}}{K_{IIIc}} \right)^m &\leq 1; \\ \sigma &\geq \sigma_3 > 0, \end{aligned} \right\} (9)$$

определяют диаграмму предельного состояния при сложном нагружении.

Зависимость (9) определяет условие прочности бетона при сложном напряженном состоянии, которое позволяет при заданных нагрузках установить допустимые дефекты, при известных размерах дефектов найти допустимые нагрузки, предположить направление разрушения при произвольной ориентации дефекта и заданном соотношении K_I и K_{III} .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения. — М.: Наука, 1974. — 640 с.
2. Зайцев Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушений. — М.: Стройиздат, 1982. — 196 с.
3. Чижик А. А. Трещиностойкость материалов энергомашиностроения в условиях продольного сдвига // Тр. ин-та ЦКТИ. — 1980. — Вып. 177. — С. 3—17.
4. Андрейкив А. Е. Пространственные задачи теории трещины. — Киев: Наукова думка, 1982. — 348 с.

Авторские свидетельства

№ 24*

1240596. Тульский политехнический ин-т. Г. П. Григорян и А. И. Губарев. Установка для формирования изделий из бетонных смесей.

1240602. Белорусский политехнический ин-т. В. В. Тарасов. Устройство для формирования трубчатых изделий из бетонных смесей.

1240603. СКТБ Стройдетель. О. В. Измайлов, А. Г. Тарасов, В. Б. Поспелов и др. Приспособление для транспортировки и кантования трубчатых изделий из бетонных смесей в формах.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

О расчетно-экспериментальном способе назначения В/Ц бетона

В технологии бетона изучены весьма важные законы и закономерности, например, его водоцементное отношение (В/Ц) и постоянная водопотребность. На основе закона В/Ц разработан ряд формул для определения прочности R_6 ; из них наиболее надежной и простой является общепринятая:

$$R_6 = A R_{ц} (Ц/В - 0,5). \quad (1)$$

Основываясь на законе постоянной водопотребности, разработаны графики и таблицы для назначения расхода воды. На упомянутых законах базируется и общепринятый метод подбора состава бетона.

Как известно, формула (1) и графики для определения воды не учитывают всех факторов, влияющих на пластичность бетонных смесей и прочность бетона. Поэтому фактическая $R_6^ф$ не всегда совпадает с расчетной $R_6^р$, а фактическая осадка конуса ОК_ф с принятой (заданной) ОК. Эти обстоятельства, видимо, и обусловили появление ряда статей и монографий, в которых предлагаются новые формулы для определения R_6 и методы подбора состава бетона.

В частности, в журнале «Бетон и железобетон» опубликована статья А. В. Лагойды [1], в которой приведены новые формулы для определения R_6 и расхода воды, а также излагается принцип определения В/Ц по одному известному составу. Вместо (1) предложена другая формула:

$$R_{6x} = R_6 \frac{a_x}{a} \frac{\sqrt{1 + \rho В/Ц} - 1,105}{\sqrt{1 + \rho (В/Ц)_x} - 1,105} \quad (2)$$

где R_6 и R_{6x} — прочность известного искомого составов бетона; В/Ц и $(В/Ц)_x$ — водоцементное отношение известного и искомого составов бетона; ρ — плотность цемента; v — расход воды за вычетом ее на смачивание песка и щебня; a и a_x — структурные коэффициенты (характеристики) известного и искомого состава бетона.

Как сказано в статье [1], в основу разработки формулы (2) положена гипотеза о том, что прочность контактов, образующихся между зернами цемента в бетоне, обратно пропорциональна расстоянию между частицами цемента l . Его значение определяют по формуле

$$l = d_1 - d, \quad (3)$$

где d — диаметр зерен цемента (условно принята за шар); d_1 — диаметр зерен цемента с адсорбированным слоем воды. В свою очередь d и d_1 определяют по формулам:

$$S = r \pi d^3; \quad (4)$$

$$1/\rho = r \frac{\pi d^3}{6}; \quad (5)$$

$$\frac{(100 - П) (Ц/\rho + v)}{100} = r \frac{\pi d_1^3}{6} Ц, \quad (6)$$

где r — количество зерен цемента в единице массы; $П$ — пустотность (но не пористость, как сказано в статье) между зернами; $Ц$ — расход цемента; v — расход воды с учетом смачивания песка и водопоглощения щебня.

Формула (2) сложна, и, как показала проверка, менее точна, чем формула (1). При определении прочности бетона искомого состава погрешность достигает 20% и более. Для подтверждения сказанного приведем расчет R_{6x} , в котором использованы данные двух составов, первый из которых принимаем за известный, а второй — за искомый. Эти данные приведены в готовом виде: 1 состав — $R_6 = 291$; В/Ц = 0,6; $v/Ц = 0,507$; $a = 0,7$; 2 состав — $R_{6x} = 419$; В/Ц = 0,45; $(v/Ц)_x = 0,387$; $a_x = 0,93$.

На основании этих величин определяем прочность искомого состава. Подставляя в формулу (2) приведенные данные, получим $R_{6x} = 52,4$ МПа. Тогда погрешность в определении составит:

$$\frac{52,4 - 41,9}{41,9} \cdot 100 \approx 25 \%$$

Из примера видно, что формула (2) не уточняет расчета R_6 , а следовательно, и значения В/Ц. Чтобы определить эти параметры, нужно знать R_6 известного состава, затем определить прочность искомого состава R_{6x} при $(В/Ц)_x$. Далее по этим данным строится график $R_6 = f(В/Ц)$ и по нему определяется В/Ц для заданной марки бетона. Заранее В/Ц не известно, оно должно определяться с учетом смачивания песка и водопоглощения щебня. Методика определения смачивания песка изложена неясно. Чтобы определить эту характеристику, рекомендуется дополнительно затворять два состава бетона, определять R_6 для каждого из них и затем по этим данным находить искомую величину смачивания.

Как уже было сказано, R_{6x} и $(В/Ц)_x$ определяют по прочности одного известного состава. Однако при работе на разных видах и марках цемента этого известного состава может и не быть. Поэтому проще, как это поступают на заводах ЖБК, затворить 2..3 замеса, определить прочность бетона, построить график $R_6 = f(Ц/В)$ и по нему определить В/Ц для заданной марки, не прибегая к построению графика $R_{6x} = f(Ц/в)$ и нахождению по нему Ц/в.

Для того чтобы определить R_{6x} , нужно знать значения a и $(a)_x$. В статье приводится график их определения. Одна-

ко физический смысл их не раскрыт, принцип вычисления не изложен. График построен в узком диапазоне В/Ц (от 0,35 до 0,6), тогда как бетоны применяются с В/Ц от 0,30 до 1,0. Поэтому приведенным графиком воспользоваться не всегда возможно.

Формула (2) не позволяет прогнозировать прочность бетона и В/Ц при использовании цемента разных марок, тогда как формула (1) дает возможность определять В/Ц при любых марках цемента без знания известного состава.

Формула для определения расхода воды не точна, на ее ориентировочность указывает и автор статьи [1]. Она не позволяет точно определять расход воды для пластичных и литых смесей при известном составе бетона с ОК = 2 см и наоборот. Поэтому не было смысла приводить ее в статье.

Предложенный метод не исключает проверку расчетного состава бетона на пробных замесах, поэтому нет необходимости усложнять формулу для определения R_6 (а следовательно, и В/Ц) и расчет состава бетона. Объем экспериментальных работ при подборе состава бетона также не сокращается.

Гипотеза, положенная в основу разработки формулы (2), спорна, проверка на двух исходных составах она не подтвердилась. Расчеты по определению r , d , d_1 и l из-за их сложности, астрономического значения r и весьма малых величин d и d_1 не приводятся. Например, в одном грамме цемента содержится 2833000000 зерен. К тому же о введенных величинах l можно говорить только с определенной условностью и применительно к цементному тесту, но не к бетону. В бетоне, как известно, зерна цемента разъединены зернами песка и щебня, поэтому вводить значения l применительно к бетону вряд ли целесообразно.

В формуле (6) для определения d_1 введена весьма условная величина $П$ для гексагональной укладки зерен цемента, равная 25,97%, а для кубической — 47,64%. Причем в статье нет четких указаний, когда нужно принимать ту или иную систему укладки зерен. Правда, в ней говорится, что переход от одной системы укладки зерен к другой учитывается структурным коэффициентом a . Однако не ясно, какое значение $П$ нужно подставлять в формулу (6).

Выводы

Предложенный метод подбора состава бетона не представляется возможным рекомендовать для практики.

Формула (2) для определения R_6 менее точна, чем формула (1). По ней нельзя прогнозировать R_6 .

Метод определения В/Ц трудоемок и менее точен, чем общепринятый.

Целесообразность введения понятия l спорна, расчеты по определению d , d_1 громоздки, принцип назначения $П$ неясен.

Таким образом, упомянутый метод не уточняет подбор состава бетона, не приводит к экономии цемента и не исключает пробные затворения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Лагойда А. В. Расчетно-экспериментальный способ назначения водоцементного отношения бетона // Бетон и железобетон. — 1984. — № 11. — С. 16.
- Руководство по подбору состава тяжелого бетона. — М.: Стройиздат, 1979. — 101 с.

УДК 691.327(06)

Интересная книга по бетонovedению

Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж. Наука о бетоне: физико-химическое бетоноведение / Пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1986. — 278 с.: ил.

В выпущенной недавно книге сделана небезуспешная попытка детально изложить в одном труде различные свойства цементных систем и определяющие их физико-химические закономерности. Рецензируемая книга представляет собой глубокий научно-практический труд.

Авторы книги известны тонкими исследованиями по изучению микро-структуры цементных материалов различными методами, особенностей распределения воды в цементных системах и влиянием ее на длительную деформативность. Серьезные исследования в области химических добавок и механизма их действия позволили авторам особенно детально осветить эти вопросы.

В отдельные главы выделены суперпластификаторы и свойства бетонных смесей и бетонов с их применением, бетонополимеры и фибробетоны. Подробно рассмотрены свойства серного бетона и специальных видов цемента (фосфатные, с регулируемым сроком схватывания, жаростойкие и др.). Одна из глав книги целиком посвящена изучению коррозии бетона под воздействием внешней среды.

Такой широкий круг вопросов вызывает большой интерес. Однако они неравноценны по полноте изложения.

Материал книги построен так, что выдвигаемые авторами гипотезы, обоснование теоретических положений обсуждаются с привлечением мнений различных исследователей, а затем приводятся экспериментальные данные, подтверждающие или опровергающие данное положение. После теоретических доказательств авторы дают практические рекомендации. Это отличает, на наш взгляд, методику излагаемого материала.

Одним из достоинств книги является то, что авторы подняли ряд дискуссионных вопросов, некоторые из которых не находят пока удовлетворительного объяснения и требуют решения.

Книга состоит из десяти, казалось бы, разрозненных по сути излагаемого материала глав. Однако все они связаны единой темой: физико-химическим бетоноведением.

Главы 1—3 посвящены микро-структуре цементной пасты, развитию теории прочности цементного камня и роли воды. При этом значительное внимание уделено газообразной фазе, пористости, их распределению, теории твердения це-

ментных систем с привлечением различных физико-химических методов исследований. Указывается доминирующая роль воды затворения и ее распределения для формирования структуры цементного теста.

Глава 4 посвящена действию различных химических добавок: водопонижающих, добавок ускорителей твердения (главным образом, хлористого кальция), добавок, регулирующих сроки схватывания, и др. Приводится классификация добавок, физико-химический механизм их действия на цементные системы и свойства смесей и бетонов на них (прочность, усадка, морозостойкость). Много внимания уделяется добавкам на основе лигносульфонатов. Однако не всегда то или иное действие добавок рассматривается в сочетании с особенностями химико-минералогического состава вяжущих.

Глава 5 подробно освещает классификацию суперпластификаторов, которые наиболее широко применяются в практике строительства, в США. К сожалению, механизму действия суперпластификаторов уделено недостаточно внимания. Отмечается лишь диспергирующий эффект от суперпластификаторов, влияние различных способов их введения на свойства бетонных смесей и бетонов.

В последние годы все более широко применяют в практике строительства дисперсно-армированный бетон. Этому материалу посвящена глава 6. В ней рассмотрены свойства различных армирующих материалов (стекловолокно, металл и др.), приводятся зависимости, позволяющие прогнозировать свойства дисперсно-армированных бетонов. С точки зрения физической химии рассматривается взаимодействие систем: «фибра — фибра», «фибра — матрица», зона контакта «фибра — цементный камень». Специалисты, занимающиеся расчетом конструкций, найдут в этой главе много интересного по применению в фибробетоне различных по физико-химическим свойствам материалов.

В главе 7 «Пропитанные системы» детально рассматривается физико-химическое взаимодействие системы «полимер — бетон — воздух», и именно с этих позиций авторы оценивают роль различных полимеров в синтезе свойств такого материала. Много внимания уделено пропитке бетона серой. На основании многочисленных экспериментальных данных предлагаются технологические

мероприятия, препятствующие вытеснению серы.

Вопросам экологии, утилизации отходов и побочных продуктов посвящена глава 8. Показано, что даже такие отходы, как битое стекло, опилки, остатки от сжигания бытового мусора, можно успешно использовать для бетонов. Приводятся свойства таких бетонов и области их применения.

В главе 9, посвященной специальным цементам, рассматриваются особенности твердения, свойства и область применения фосфатных, магнезиальных цемента и цемента с регулируемым сроком схватывания. Особое внимание уделено гидратации последних. Подробно изложены твердение и свойства низоместного и жаростойкого цемента.

Специалисты знают, что точно рассчитанная конструкция преждевременно разрушается из-за неправильного выбора материалов для ее изготовления и неучета их взаимодействия с внешней средой. Рассмотрению этих вопросов посвящена глава 10. С позиций физической химии освещен механизм щелочной коррозии и различные методики определения реакционной способности заполнителя. В СССР с этим видом коррозии впервые столкнулись гидростроители, а в настоящее время и в промышленности сборного железобетона назрела необходимость правильно оценить качество заполнителя по содержанию аморфного кремнезема и с учетом этого предъявить специальные требования к цементу.

Во всем мире отмечены разрушения бетона из-за биокоррозии. Биохимические и химические процессы, протекающие при этом виде коррозии, и меры борьбы с ней также нашли отражение в этой главе.

Подробно изложен механизм разрушения бетона под действием попеременного замораживания — оттаивания, даны оценки различным методикам определения морозостойкости и рекомендации для ее повышения. Как и многие известные ученые, занимающиеся вопросами морозостойкости бетонов, авторы книги считают, что решающее значение в повышении этого показателя, при прочих равных условиях, принадлежит диспергированному воздуху и расстоянию между его пузырьками в структуре цементного камня.

Следует отметить, что коррозия бетона и железобетона под действием морской воды освещена менее детально.

По некоторым разделам и темам книги ее авторы, к сожалению, не воспользовались фундаментальными трудами известных советских ученых, что обеднило излагаемый материал. Указанные недостатки несколько не снижают ее достоинств.

Книга хорошо оформлена. Изложена ярким, образным и доступным языком. Она будет полезна для научных и инженерно-технических работников — технологов, конструкторов научно-исследовательских и проектных организаций, а также для студентов строительных специальностей.

Л. А. ФЕДНЕР, канд. техн. наук

УДК 693.54/430.2

Для индустриализации бетонных работ

На весенней Лейпцигской ярмарке 1986 г. известная строителям фирма «Баукема» (ГДР) демонстрировала различные установки, машины и оборудование для бетонных работ. В частности, были широко представлены новинки года — стационарные и передвижные бетоносмесители.

Представляет интерес установка для приготовления бетонной смеси БА 500 Б (рис. 1), которая оборудована 500-литровым бетоносмесителем принудительного действия с вертикальным валом. Благодаря принципиально новой системе выгрузки свежего бетона, примененной на этой бетономешалке, отпала необходимость подъезда автомашин к установке задним ходом. Они могут после выгрузки продолжать движение в первоначальном направлении, перпендикулярном к оси установки. Для этого высота выгрузки из смесителя в стандартном исполнении увеличена до 3,3 м. В случае необходимости высоту выгрузки смеси можно довести до 4 м с помощью дополнительных узлов (рис. 2). Максимальная производительность установки составляет 26 м³/ч. Кабина оператора является центральным пунктом управления всей установкой и расположена сбоку, на одной высоте с главной рамой, на которой смонтирован бетоносмеситель. Этим улучшается обзор рабочего процесса, склада заполнителей и места выгрузки готового бетона. Заполнители и вяжущие можно дозировать параллельно. Имеется возможность полуавтоматического управления, при этом дозировка заполнителей и вяжущих выполняется автоматически, остальные процессы управляются вручную. Система управления предусматривает и ручное управление агрегатом с целью разрыхления вяжущих.

Установка оснащена радиальными скреперами, шнековыми транспортерами и силосами, откидными лотками, элементами для повышения уровня выдачи бетона, отопительными агрегатами, а также карманными радиоприборами для телеметрического управления установкой.

Технологическая линия для производства бетонных элементов В 1,5 (рис. 3). Эта высокопроизводительная установка предназначена для изготовления бетонных труб диаметром от 150 до 600 и длиной 1000—1500 мм, которые отличаются высокой прочностью (с использованием резиновых прокладок) и применяются для укладки водонепроницаемых трубопроводов. Установка может формировать также шахтные кольца, в том числе и конические, трубные полуэле-



Рис. 1. Установка для приготовления бетонной смеси БА 500 Б

Рис. 2. Выгрузка свежего бетона из установки БА 500 Б



менты с монтажной длиной до 1000 мм. Такие элементы успешно применяются в мелиорации и при строительстве дорог для водоотвода. Линию обслуживает один рабочий. Ее габариты 6400×4600×4000 мм, часовая производительность — до 98 изделий. Специально разработанные высококачественные вибрационные сердечники с гидравлическим приводом гарантируют максимальное уплотнение бетона.

Большой интерес на ярмарке вызвала установка для приготовления битумных смесей Тельтомат (рис. 4). Возрастающая интенсивность транспортного движения и высокие нагрузки на оси автомашин, необходимость сокращения расходов на строительство дорог с высококачественным покрытием, решение задач по обеспечению безопасности движения требуют покрытия асфальтированных дорог битумом.

Установки серии Тельтомат вот уже свыше 25 лет обеспечивают рациональное производство битумных смесей для укрепления дорог и битумной гидроизоляции. На ярмарке демонстрировалась установка, оснащенная надежной автоматизированной системой с дистанционным управлением, работающая в полуавтоматическом и ручном режимах. Следует отметить важные преимущества Тельтомата: точная дозировка компонентов, простота контроля и управления, экономичность производства, высокая производительность при длительной работе, простота снабжения запасными частями благодаря высокой степени стандартизации.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч	100
Необходимая площадь, м	34×42
Потребляемая мощность, кВт	350
Тип привода	электрический
Способ работы	автоматический, полуавтоматический, ручной
Скорость подачи смеси, т/ч	8..40

Подача материалов в установку обеспечивается автоматически управляемым наружным вибратором с помощью восьми дозаторов емкостью 7,8 т каждый. По транспортерам компоненты асфальтобетонной смеси поступают в сушильный барабан. На центральном пункте управления синхронно выдаются показания конвейерных весов и производится контроль работы всех транспортеров. Высокопроизводительный сушильный барабан противоточного типа гарантирует экономичное высушивание и интенсивный нагрев фракций крупного заполнителя при максимальном использовании топлива и малом загрязнении окружающей среды. Мазутная топка сушильного барабана оснащена осевым вентилятором, электрическим запальным устройством и системой контроля за горением. На установке применен двухвальный смеситель.

На ярмарке были представлены шнековые транспортеры, позволяющие транспортировать порошкообразные и мелкозернистые строительные материалы из силосов на большие расстояния (рис. 5). Они выполнены в виде транспортирующей трубы, снабженной шнеком и приводом, загрузочного патрубка с поворотными кронштейнами и выгрузочным патрубком. Находящаяся в трубе шнековая спираль с приводом



Рис. 3. Линия для производства бетонных элементов В 1,5

от двигателя с прифланцованным редуктором типа КМР благодаря непрерывному вращению транспортирует материал. С помощью установленных на загрузочном патрубке поворотных кронштейнов шнековый транспортер может быть переведен в наклонное положение. При этом полностью устраняется возможность потери порошкообразных материалов.

Широко рекламировался фирмой «Баукема» бетоносмеситель гравитационного действия с опрокидывающимся барабаном типа К 150. Смеситель

характеризуют повышенная производительность, улучшенные эргономические условия, уменьшенные энергозатраты на транспортировку и эксплуатацию.

Техническая характеристика

Вместимость барабана, л	150
Производительность, м ³ /ч	4,5
Потребляемая мощность, кВт	380
Масса, кг	170
Габариты, мм	1590×1236×1610

Большое внимание посетителей привлек передвижной бетоносмеситель с опрокидывающимся барабаном К 50-1 емкостью 55 л (рис. 6). Он применяется



Рис. 4. Тельтомат



Рис. 5. Шнековые транспортеры

на больших и малых стройках, для ремонтных работ в жилых помещениях и для постройки индивидуальных жилых домов. Достоинством смесителя является возможность питания его от сети с напряжением 220 В. Транспортировать его можно в легковом автомобиле.

Бетоносмесительные установки типа БАА применяются для автоматизированного приготовления высококачественного бетона. Рентабельным и надежным режимом работы достигаются высокая производительность и точность дозировки, а также хорошее качество бетонной смеси. Программные карты допускают возможность кратковременного перехода на другую рецептуру бетонной смеси, которая выдерживается с высокой точностью дозировки ($\pm 1\%$ для вяжущего материала).

Рис. 6. Малогабаритный передвижной бетоносмеситель



Рис. 7. Глубинный вибратор

Техническая характеристика

Производительность, м ³ /ч	66
Вместимость барабана, л	1500
Установленная мощность, кВт	112
Высота выгрузки бетона, мм	4000
Радиальное скреперное оборудование	
длина стрелы, м	20
производительность, м ³ /ч	80
Число боксов	5

Фирмой «Баукема» на ярмарке представлены также различные вибраторы для уплотнения обычного и тяжелого бетона, транспортировки, рыхления и отрыва сыпучих материалов (известь, песок, цемент, уголь), очистки фильтрующих установок. Ассортимент охватывает почти 20 типов вибраторов. Особое место занимают глубинные вибраторы ИВА 3000 и ИВБ 3000 с высоким

уплотняющим эффектом (рис. 7). Вибраторы имеют мощный электродвигатель трехфазного тока (220...380 В), оснащены нормальным гибким валом длиной 4...6 м и головкой диаметром 38...72 мм; гибкий вал имеет головку диаметром 22 мм. Глубинные вибраторы могут применяться в различных климатических зонах при суровых условиях строительства. Для уплотнения бетона разработаны три сменяемые типа головок, которые подключаются к нормальному гибкому валу. Вибраторы выполняют различные задачи по уплотнению густоармированных или предварительно напряженных железобетонных конструкций, а также могут применяться для уплотнения монолитного бетона.

Фирма «Баукема» экспортирует строительные машины и оборудование более чем в 40 стран. Многие образцы ее продукции выдержаны на уровне международных стандартов: они оказывают минимальное влияние на окружающую среду, экономичны, эстетичны, надежны в эксплуатации, высокопроизводительны, эргономичны и сконструированы в соответствии с современными научно-техническими достижениями.

Л. Д. КОЗЛОВА

На ВДНХ СССР

Линия для производства стальных фибр

Технологическая линия для производства из отработанных канатов стальных фибр для изготовления сталефибробетонных изделий создана и изготовлена Карагандинским Промстройпроектом совместно с трестом Казметаллургстрой.

На линии выполняют резку каната на отрезки заданной длины, расщепление их путем перетирки, очистку. При этом расщепление отрезков происходит в две стадии. Сначала расщепляют отрезки каната на пряди, а затем пряди на фибры длиной 60...100 диаметров фибр. Это удовлетворяет требованиям анкеровки фибр в бетоне и позволяет получать однородную фибробетонную смесь в процессе ее перемешивания.

До очистки расщепленные фибры попадают в дозирующие емкости, в которых производят взвешивание, а затем осуществляют их очистку. В результате отпадает необходимость в последующем дозировании фибр после их обезжиривания, а дозирующие емкости используются также для обработки фибр. Это позволяет снизить трудоемкость технологического процесса.

Стоимость стальных фибр из отработанных канатов почти в 3...3,5 раза ниже, чем из стальной проволоки. Производительность линии до 100 т фибр в год. Экономический эффект составил 100 тыс. р.

Дополнительные сведения можно получить по адресу:

470023, Караганда, проспект Н. Абдирова, 3. ГПИ Карагандинский Промстройпроект.

УДК 69.003:658.532:691.327

В. И. АГАДЖАНОВ, М. И. БРУССЕР, Р. Л. СЕРЫХ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

О пересчете стоимости бетона при назначении классов бетона по прочности на сжатие

Исходя из понятия класс бетона по прочности на сжатие, из СНиП 2.03.01—84 следует, что марка бетона по прочности на сжатие в ранее действовавшем СНиП II-21-75 не соответствует его классу.

Поскольку СНиП 2.03.01—84 введен в действие с 1 января 1986 г. и в ближайшие 2...3 года подавляющее число составят проекты конструкций, разработанные по СНиП II-21-75, в котором предусмот-

рены марки бетона (М), то в них не требуется учитывать класс бетона (В), при определении сметной стоимости.

По мере выпуска новых серий проектов железобетонных конструкций, запроектированных по СНиП 2.03.01—84, предусматривающих классы бетона по прочности на сжатие, Госстроем СССР будут вноситься изменения и дополнения в соответствующие нормативно-технические документы.

В переходный период рекомендуется при определении сметной стоимости железобетонных конструкций по проектам, в которых указываются классы бетона (В), пользоваться следующими соотношениями:

для тяжелого, легкого, мелкозернистого и напрягающего бетона В 3,5 (М 50); В 5 (М 75); В 7,5 (М 100); В 12,5 (М 150); В 15 (М 200); В 20 (М 250); В 22,5 (М 300); В 27,5 (М 350); В 30 (М 400); В 35 (М 450); В 40 (М 500); В 45 (М 600); В 55 (М 700); В 60 (М 800);

Для ячеистого бетона В 1 (М 15); В 1,5 (М 25); В 2,5 (М 35); В 3,5 (М 50); В 5 (М 75); В 7,5 (М 100); В 10 (М 150).

Для конструкций из классов бетонов, не указанных в вышеприводимом перечне, при определении стоимости рекомендуется пользоваться линейной интерполяцией между двумя ближайшими значениями.

Рефераты статей, публикуемых в номере

УДК 666.94/95

Перспективы применения алунитового напрягающего цемента (СНЦ) // В. В. Михайлов, М. И. Бейлина, И. Л. Сидоренко, Г. Г. Заалишвили // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 5—6. Показаны свойства алунитового напрягающего цемента СНЦ и бетонов на его основе. Он получен непосредственным обжигом и помолом алунитовой породы, известняка и небольшой добавки гипса. Табл. 2.

УДК 691.327:666.974.2

Горлов Ю. П., Чеченев В. А., Тотурбиев Б. Д. Жаростойкий высокоглиноземистый бетон на силикат-натриевом вяжущем // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 6—8. Рассмотрен высокоглиноземистый жаростойкий бетон на трехкомпонентном вяжущем, состоящем из силикат-глибы, корунда и мела, приведены их составы и свойства, а также физико-химические процессы, происходящие в бетоне, и области его применения. Ил. 4, табл. 1. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 666.97.037

Серова Л. П., Ермолаева Н. Н. Влияние ранней распалубки на прочность бетона при двухстадийной тепловой обработке // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 8—10. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния ранней распалубки бетона на его проектную прочность. Исследования проведены применительно к условиям кассетного производства. Ил. 3. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 666.097.033.16

Логвиненко Е. А., Гулеватый С. И., Кочерга Ю. Г. Совершенствование технологии изготовления железобетонных изделий в кассетах // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 10—12. Описана конструкция и новый динамический режим кассетной установки. Исследовано влияние динамики на поведение бетона и его показатели в процессе изготовления полурам типа РЖК. Приведены результаты прочностных и шумовых испытаний. Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 69.057.12-413.002.5

Крошкин Ю. М. Оборудование для производства и отделки деталей КПД. — Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 12—14. Описано эффективное оборудование для производства и отделки деталей КПД, разработанное и внедренное на Новосибирском ДСК № 1. Повышена производительность труда, сокращены трудозатраты, улучшено качество деталей КПД, сэкономлены материалы и энергоресурсы. Ил. 3.

УДК 666.97.03

Некоторые особенности литьевой технологии формирования // В. И. Иванов, А. М. Горшков, Я. М. Якобсон, Р. К. Юсупов // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 14—16. Рассмотрены особенности литьевой технологии формирования на основе применения разжижающей комплексной добавки НИЛ-21+СН, приготавливаемой непосредственно на заводе ЖБИ. Описаны технологические особенности приготовления и транспортирования литой бетонной смеси, ее формирования, обработки поверхности по незатвердевшему бетону и отделки после тепловой обработки для получения изделий полной заводской готовности. Показана возможность ускорения цикла формирования и сокращение численности рабочих в формовочных цехах, подтвержденная опытом работы конвейерных линий. Ил. 1, табл. 1.

УДК 69.057.3

Саакян Р. О. Строительство зданий методом подъема перекрытий // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 16—18. Рассмотрен новый метод строительства зданий и сооружений различного функционального назначения (гражданских, общественных, промышленных и др.) Ил. 5. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 691.327:69.059.4

Краковский М. Б., Подвальный А. М. Долговечность изгибаемых элементов при циклическом замораживании и оттаивании // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 19—20. Проведен анализ работы железобетонного элемента прямоугольного сечения, подвергнутого одновременному воздействию изгибающего момента и циклического замораживания и оттаивания. Исследовано влияние на срок службы элемента изгибающего момента, призматической прочности бетона, процента армирования. Решена задача проектирования элемента на заданный срок службы. Разработанный подход может быть использован для расчетного назначения коэффициентов условий работы групп конструкций, эксплуатируемых при совместном влиянии среды и нагрузки. — Ил. 1. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 69.003:658.152.1

Павлов И. Н. О нормативах фондоотдачи для проектируемых предприятий сборного железобетона // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 21—22. Обосновываются необходимость применения нормативов фондоотдачи для более полной оценки качества проектов предприятий сборного железобетона и возможность определения их величин на основе нормативов удельных капитальных вложений, утвержденных Госстроем СССР. Предлагается методика расчета нормативов фондоотдачи. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 691.327:666.973.2:669.046.58

Ермаков Г. И., Филатов К. А., Чупшев В. Г. Бетон на щебне из шлака фосфорного производства // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 22—23. Приведены результаты исследования свойств бетона на щебне из шлака фосфорного производства. Изучен коэффициент повышения прочности бетона в зависимости от времени и скорости центрифугирования, водопоглощения, морозостойкости. Описан опыт применения бетона на шлаковом щебне для центрифугированных опор наружного освещения и контактных сетей. Табл. 3.

УДК 691.327:620.173

Иваницкий Я. Л., Лучко И. И. Методика определения трещиностойкости бетона при сложном напряженном состоянии // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 24—25. Приведены критериальные уравнения для определения предельно-равновесного состояния цилиндра с внешней кольцевой трещиной при его растяжении и кручении. Описана методика и установка для ее реализации при испытании бетонных цилиндрических образцов на совместное действие растяжения и кручения. — Ил. 3. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 666.972.17

Сизов В. П. О расчетно-экспериментальном способе назначения В/Ц бетона // Бетон и железобетон. — 1986. — № 10. — С. 26. Анализируется метод определения прочности бетона по одному известному составу и назначения водоцементного отношения, а также проводится его сопоставление с общепринятым методом. — Библиогр.: 2 назв.

CONTENTS

- Dykhovichnyi Yu. A.* New large-panel system of public buildings for Moscow construction
- Mikhailov V. B., Beilina M. I., Sidorenko I. L., Zaalishvili G. G.* Application perspectives of alunite stressing concrete (SNTs)
- Gorlov Yu. P., Chechenev V. A., Toturbiev B. D.* Heat resistant highaluminous concrete with silicate—natrium binding
- Serova L. P., Ermolaeva N. N.* Effect of early striking on concrete strength under two—stage thermal treatment
- Logvinenko E. A., Gulevatyi S. I., Kocherga Yu. G.* Development of manufacturing technology for reinforced concrete products in removable formes
- Kroshkin Yu. M.* Equipment for manufacturing and finishing large—panel house—building members
- Ivanov V. I., Gorshkov A. M., Yakobson Ya. M., Yusupov R. K.* Some peculiarities of casting technology for moulding
- Saakyan R. O.* Buildings construction by method of floor rise
- Krakovsky M. B., Podvalnyi A. M.* Durability of flexural members under cyclic freezing and thawing
- Pavlov I. N.* Quotas for capital productivity of designed prefabricated concrete plants
- Ermakov G. I., Filatov K. A., Tchupshev V. G.* Concrete with broken stone made of slag of phosphorus production
- Ivanitsky Ya. L., Luchko I. I.* Technique of concrete crack-resistance determination under complicated stressed state
- Agadzhyanov V. I., Brusser M. I., Serykh R. L.* Counting again of concrete cost when setting concrete classes on compressive strength

CONTENU

- Dykhovitchny Yu. A.* Le nouveau système de gros panneaux des bâtiments publics pour la construction de Moscou
- Mikhailov V. V., Beylina M. I., Sidorenko I. L., Zaalichvili G. G.* Les perspectives de l'application de ciment alunite contraint (SNTs)
- Gorlov Yu. P., Tchetchenov V. A., Toturbiev B. D.* Le béton réfractaire riche en alumine sur le liant silicate—sodique
- Serova L. P., Ermolaeva N. N.* L'influence de décoffrage précoce sur la résistance du béton sous le traitement thermique à deux stades
- Logvinenko E. A., Goulevatyj S. I., Kocherga Yu. G.* Le perfectionnement de la technologie de la fabrication des produits en béton armé en cassettes
- Kroshkine Yu. M.* L'équipement pour la fabrication et le finissage des éléments KPD
- Ivanov V. I., Gorchkov A. M., Yakobson Ya. M., Yussoupov R. K.* Les certaines particularités de la technologie de moulage
- Saakjan R. O.* La construction des bâtiments par la méthode d'élévation des recouvrements
- Krakovsky M. B., Podvalny A. M.* La durabilité des éléments sollicités en flexion sous le gel—dégel cyclique
- Pavlov I. N.* Sur les normes d'efficacité des fonds pour les entreprises conçues du béton armé préfabriqué
- Ermakov G. I., Filatov K. A., Tchoupshev V. G.* Le béton sur les gravillons en laitier de production de phosphore
- Ivanitsky Ya. L., Loutchko I. I.* La méthodologie de la détermination de la résistance à la fissuration du béton dans l'état contraint complexe
- Agadzhyanov V. I., Brousser M. I., Serykh R. L.* Sur le calcul correctif de prix du béton pour la détermination de classes du béton d'après la résistance à la compression

INHALT

- Dychowitschny I. A.* Ein neues Grossplattensystem von öffentlichen Gebäuden für den Bau im Moskauer Gebiet.
- Michailow W. W., Beilina M. I., Sidorenko I. L., Saalischwili G. G.* Perspektiven in der Anwendung vom Alunit—Quellzement.
- Gorlow I. P., Tschetschenew W. A., Toturbiev B. D.* Feuerfester stark tonerdehaltiger Beton mit Silikat—Natrium—Binder.
- Serowa L. P., Ermolaewa N. N.* Die Einwirkung der frühen Entschalung auf Betonfestigkeit bei zweistufigen Wärmebehandlung.
- Logwinenko E. A., Gylewaty S. I., Kocherga I. G.* Die Technologieentwicklung bei der Herstellung von Stahlbeton erzeugnissen in Formbatterien.
- Kroschkin I. M.* Die Ausrüstung für die Herstellung und Endbehandlung von Bauteilen.
- Iwanow W. I., Gorschkow A. M., Jakobson J. M., Jusupow R. K.* Einige Besonderheiten der Gustechnologie bei der Formgebung.
- Saakjan R. O.* Der Gebäudebau mit dem Deckenhubverfahren.
- Krakovskij M. B., Podwalny A. M.* Die Lebensdauer von auf Biegung beanspruchten Bauelementen bei Frostwechsel.
- Pawlow J. N.* Über Grundfondsleistungsnormen für die Planung von Stahlbetonwerken.
- Ermakow G. I., Filatow K. A., Tschupschew W. G.* Der Schlackenbeton mit Schotter der Phosphorproduktion.
- Iwanitzkij I. L., Lutschko I. I.* Die Methodik der Bestimmung von Betonrissfestigkeit im komplizierten Spannungszustand.
- Agadschanow W. I., Brusser M. I., Serych P. L.* Über Kostenumrechnung für Beton bei der Bestimmung der Betonklasse nach Druckfestigkeit.

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

Технический редактор Т. В. Кузнецова

Корректор Т. Г. Бросалина

Сдано в набор 12.08.86.
Формат 60×90/8.
Тираж 14 300 экз.

Печать высокая.

Подписано в печать 10.09.86.
Усл. печ. л. 4,0

Усл. кр.-отт. 4,75

Т-19709
Уч.-изд. л. 6,03
Зак. 309

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 полиграфии, издательств и книжной торговли
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 26

Авторские свидетельства

№ 16*

1227470. ЛИСИ Г. Д. Бодров и М. Ю. Иванов. **Установка для изготовления объемных железобетонных изделий.**
1227471. НИИСК. В. И. Булаковский, А. А. Скибинская, Д. Н. Королук. **Смазка для металлической формы.**
1227473. Сибирский металлургический ин-т. Н. Г. Пшонкин и А. М. Левяков. **Устройство для нагрева и транспортирования бетонных смесей и заполнителей для них.**
1227475. Ленинградский политехнический ин-т. В. А. Кузмичев, А. А. Серебрянников и др. **Вибросмеситель непрерывного действия для перемешивания строительных смесей.**
1227610. Молдавский НИИПКИ строительных материалов. Н. М. Рамазанов и А. П. Мальцева. **Фибробетонная смесь.**
1227612. Свердловский филиал ГосдорНИИ. П. В. Будков, О. М. Чугуевская, Т. Е. Неруш и др. **Способ приготовления бетонной смеси.**
1227613. МАДИ. В. И. Баловнев, А. Б. Ермилов, С. М. Клементьев и др. **Устройство для пропитки бетонных изделий полимерным материалом.**
1227764. МАДИ. С. О. Зега. **Висячий мост.**
1227775. КИСИ. В. В. Михайленко и А. И. Горобец. **Сборное многослойное покрытие.**

№ 17

1229044. НИПИСиликатобетон. В. В. Литвинцева, А. В. Домбровский, Р. Н. Карилер и др. **Технологическая линия для изготовления строительных изделий.**
1229045. ВНПО Союзжелезобетон. С. Г. Румянцев, О. П. Анастасенко, В. В. Филиппов и А. С. Гуськов. **Устройство для изготовления конструктивных образцов бетона при центрифугировании.**
1229046. НИИЖБ. Л. А. Коробов, В. А. Коробов, В. П. Васильев и др. **Кассетная установка для изготовления тонкостенных изделий.**
1229049. УкрПТКИгидроспецстрой. Н. Н. Погорелый, Г. С. Сохачевский и С. И. Мироненко. **Форма для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.**
1229199. Уральский ПромстройНИИпроект. М. Ф. Тихомирова и Е. В. Сумина. **Способ защиты бетонных изделий.**
1229250. ГипродорНИИ. Е. Л. Крамер, В. И. Слагаев, М. А. Сумин и Н. И. Шляхов. **Железобетонное пролетное строение моста.**
1229251. В. В. Хвостиков, М. П. Щербенков и Н. Н. Маркевич. **Сборное железобетонное балочное бездиафрагменное пролетное строение моста.**

1229290. МИИТ. А. В. Носарев, А. С. Жаров, А. М. Фанталов и В. П. Сытник. **Строительный элемент.**
1229291. Научное объединение Минвуза РСФСР, МИРЭА и РСТ Дзержинского р-на Москвы. А. З. Пружинин, Ф. З. Кузахметов и В. Г. Полторацкий. **Способ реконструкции зданий и сооружений.**
1229292. Сибпроектстальконструкция. Ю. И. Новиков. **Устройство для усиления балочных конструкций.**
1229294. Липецкий политехнический ин-т. С. Н. Косых и В. В. Михайлов. **Цилиндрический резервуар высокого давления.**

№ 18

1230840. Винницкий политехнический ин-т. Р. Д. Искович-Лотоцкий, А. П. Терещенко, В. И. Шаров и Р. Р. Обертюк. **Устройство для формования.**
1230844. Целиноградский филиал Индустройпроекта. В. М. Барков и Г. П. Холодков. **Виброформирующий узел технологической линии для изготовления железобетонных изделий.**
1230845. А. В. Мисик и Н. А. Злыгостев. **Привод перемещения и преимущественно форм в конвейерной линии по производству плитных железобетонных изделий.**
1230846. МолдНИИСтромпроект и Бельцкий завод ЖБИ и КПД № 5. С. Н. Батманов, И. Э. Гейсер, Е. П. Кнелев и др. **Конвейерная линия для изготовления железобетонных изделий.**
1230847. ЦНИИЭПжилища. Я. А. Урецкий. **Установка для сборки и распалубки форм.**
1230848. ЛенЗНИИЭП. А. И. Обухов и Н. И. Меркулов. **Установка для изготовления объемных элементов.**
1230849. НИИСиА Госстроя КиргССР. П. С. Кузнецов, С. А. Аблесов, А. П. Иванеев и др. **Форма для изготовления строительных балок таврового сечения.**
1230850. ЦНИИЭП бытовых и туристских зданий В. Н. Никулушкин и А. Я. Аронов. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**
1230851. ХИИТ и трест Оргтехстрой. А. И. Бирюков, В. В. Косташ, А. А. Павлова и А. Н. Плагин. **Смазка для металлических форм.**
1230852. Минский НИИСМ, Белорусский государственный ун-т, НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного ун-та. В. М. Архипцев, А. М. Ананьев, В. Ф. Жигалкович и др. **Смазка для форм.**
1230853. А. И. Семенов. **Бетонукладчик.**
1230856. Киевский филиал КТБ Стройиндустрия. М. А. Капуста, И. С. Котовский, В. М. Симонов и А. Ф. Яцук. **Установка для формования трубчатых изделий.**
1230858. НИИСМИ. Р. А. Фридман, О. С. Юхновский, М. Т. Ларионов и Е. В. Ендржеевский. **Смеситель.**
1231029. Киевский автомобильный ин-т. Ю. А. Маркосов, Ю. М. Дорошенко и П. П. Борковский. **Вязущее для бетонных и растворных смесей.**

1231030. Коммунарский горно-металлургический ин-т и Коммунарский коксохимический з-д. Л. Н. Шухнин, П. Ф. Гуртовник, И. К. Галич и др. **Комплексная добавка для бетонной смеси.**
1231031. В. Г. Подопригора, И. В. Баранник, Г. С. Долинская и Г. В. Смирнова. **Полимербетонная смесь.**
1231032. Киевский политехнический ин-т. А. А. Пашенко, В. П. Сербин, А. П. Паславская и др. **Способ изготовления армированных бетонных изделий.**
1231042. Днепропетровский филиал НИИСП. В. М. Покровский, Л. Г. Воробьева и В. В. Шабанов. **Композиция для пропитки бетона.**
1231099. ЛИИЖТ. С. И. Филатов, В. Т. Михайлов и В. Н. Шишов. **Монтажный стык плит ребристого железобетонного пролетного строения моста.**
1231152. СибЗНИИЭП. А. И. Аронов, А. Б. Крейман и Н. А. Полиновская. **Многоэтажное крупнопанельное здание.**
1231154. Львовский политехнический ин-т. Я. А. Косый и С. М. Шаповалов. **Способ выполнения стыкового соединения строительных элементов.**
1231155. В. А. Асмолов, Л. С. Блишков, А. А. Опарин и др. **Стыковое соединение ригеля со стойкой опоры моста.**
1231156. ПИ № 1. Р. А. Гершанок, М. Р. Гершанок, Е. И. Глезеров и др. **Узел соединения стальной конструкции.**
1231159. ЦНИИпромзданий. С. М. Гликин, А. М. Сафонов и Г. М. Смелянский. **Стыковое соединение стеновых панелей.**
1231163. Кишиневский политехнический ин-т. Х. И. Продан, Н. Г. Дануца, М. Т. Борта и О. Н. Плосконосов. **Железобетонная трапецидальная плита.**
1231164. НИИЖБ. И. Г. Людковский. **Мембранное покрытие, прямоугольное в плане.**
1231165. СКТБ Стройиндустрия. Н. И. Шамриков. **Гипсобетонная перегородка.**
1231167. НИИстройфизики. И. Н. Бутовский, В. Р. Хлевчук, А. М. Подвальный и др. **Стеновая панель.**
1231168. ЦНИИпромзданий. Ю. В. Покровский, В. В. Федоров, Н. Н. Щербак и др. **Панель ограждения.**
1231169. Казахское отделение ЦНИИпроектстальконструкции. Г. В. Мальцев, В. А. Зенин, Л. Е. Евлахов и В. М. Смагин. **Предварительно напряженная балка.**
1231171. Уральский электромеханический ин-т инженеров железнодорожного транспорта. В. Л. Жулидов, Ф. И. Вилен, Г. Н. Дирябин, Н. Н. Тусеев. **Строительный сталежелезобетонный элемент.**
1231172. Уральский электромеханический ин-т инженеров железнодорожного транспорта. Ф. И. Вилен. **Железобетонный элемент типа балки.**
1231174. Одесский филиал Всесоюзного ин-та Оргэнергострой. В. И. Кулай. **Способ изготовления арматурного каркаса напорного трубопровода.**

* См.: Открытия. Изобретения. — 1986.

Авторские свидетельства

1231175. НИИЖБ. Т. И. Мамедов. **Арматурный предварительно напряженный элемент.**
1231176. ЛИСИ и ЛенЗНИИЭП. В. А. Минин и В. Р. Клем. **Фиксатор арматурных каркасов.**
1231177. ЦНИИпромзданий. А. А. Прохвирин, В. С. Дицман, И. П. Ким и др. **Способ устройства полов.**
1231181. Ростовский инженерно-строительный ин-т. Р. Л. Маилан и Д. Р. Маилан. **Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий.**

№ 19

1232480. ЛенЗНИИЭП. А. И. Обухов, А. В. Крейчман, В. П. Обухов и М. П. Вахрушев. **Технологическая линия для изготовления строительных изделий.**
1232481. Московский з-д железобетонных труб. А. Б. Пастухов и К. С. Саакян. **Пустотообразователь.**
1232661. Белорусский политехнический ин-т. В. В. Покотилов, М. З. Шульман и М. Т. Солдаткин. **Устройство для разогрева бетонной смеси.**
1232726. ЛИИЖТ. С. И. Филатов и В. Т. Михайлов. **Пролетное строение железнодорожного моста.**
1232740. Среднеазиатское отделение Гидропроекта. В. Ф. Илюшин. **Обделка гидротехнического туннеля.**
1232763. Ленинградский Промстройпроект. Ю. С. Баранов. **Сборные железобетонные кессонные перекрытия.**
1232766. Московский ин-т инженеров землеустройства и НИИсельстрой. Г. И. Константинов, Ф. В. Ушков, Н. Н. Чаплев и В. А. Рыгалов. **Панель ограждения из конструкционно-теплоизоляционного бетона.**

№ 20

1234193. ЛенЗНИИЭП. С. В. Максимов, Л. А. Полонский и О. А. Полищук. **Способ изготовления бетонных изделий.**
1234196. КузНИИшахтострой. Г. В. Савкин. **Устройство для немедленной распалубки железобетонных изделий.**
1234381. Донецкий ПромстройНИИпроект. В. И. Романов и В. Г. Брагинский. **Бетонная смесь.**
1234552. Гидроспецпроект. А. В. Рагузин, Н. В. Кузнецов, В. Г. Графкин и др. **Подвижная опалубка.**

№ 21

1235729. Воронежский инженерно-строительный ин-т. Ю. Г. Трухин. **Способ формования бетонных изделий.**
1235732. М. Н. Борд. **Форма для изготовления предварительно напряженных ребристых железобетонных изделий.**
1235733. Ереванский политехнический ин-т. К. Г. Симонян, В. А. Атанесян и Д. А. Аветисян. **Двухместная форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**
1235734. Азербайджанский инженерно-

строительный ин-т. И. М. Юсуфов, Н. Н. Османов, Х. Г. Ганифаев и др. **Смазка для форм.**
1235735. ТбилЗНИИЭП. Д. Г. Джобавва, Н. Г. Григолия, Р. И. Самадашвили и др. **Способ заделки пустот в торцах бетонных изделий.**
1235736. Комбинат Братскжелезобетон. В. Ю. Дембицкий, И. Ф. Михайлов, Н. В. Демин и С. А. Беломестнов. **Бетоноукладчик.**
1235738. ПО Ремстройтехника и НИИЖБ. А. К. Минибаев, А. Г. Шевеленко, В. М. Малашевич и др. **Способ изготовления напорных труб со стальным цилиндром.**
1235739. Экспериментальный з-д треста Ленинградоргстрой и ЛИСИ. Ф. Г. Брауде, В. А. Голубенков и В. С. Стерин. **Устройство для подачи фибр в бетоносмесителе.**
1235845. Томский инженерно-строительный ин-т. А. И. Кудяков, Н. Г. Акимова, Б. В. Саламаткин и И. В. Буковский. **Способ приготовления бетонной смеси на крупном карбонатном заполнителе.**
1235846. Новокузнецкое отделение УралНИИстромпроекта. Н. И. Федынин. **Комплексная добавка для бетонной смеси.**
1235849. Азербайджанский инженерно-строительный ин-т. Б. С. Сардаров, Рамиз К. Байрамов, В. Г. Алиева и др. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона.**
1235850. Восточный НИИПИ огнеупорной промышленности. Т. И. Назарова, Л. И. Солодова, В. Г. Флягин и др. **Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетона.**
1236077. Казанский инженерно-строительный ин-т. И. Н. Герасимов, Е. Н. Герасимов, В. Б. Тихонов и А. Е. Васильев. **Арматурный каркас железобетонной колонны.**
1236082. Всесоюзный ин-т Оргэнергострой. В. С. Лахтин. **Опалубка для бетонирования наклонных и криволинейных граней гидротехнических сооружений.**
1236083. СКБ Главмостостроя. Ю. Д. Белов и А. А. Андреев. **Устройство для фиксации и плавного отпуска напряжения напрягаемой арматуры.**
1236085. Гидромонтажиндустрия. Н. А. Моренков, Е. С. Костин, А. С. Бартенев и др. **Стенд для изготовления арматурных каркасов для бетонных труб.**
1236086. Приморкрайсельстрой. И. П. Коскин. **Способ возведения малоэтажных зданий.**
816087. МИСИ. А. П. Меркин, Ю. В. Сычев, Д. Д. Шишлов и др. **Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетона.**
811721. МИСИ. Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, С. Ф. Военушкин и др. **Огнеупорная бетонная смесь.**
1116679. МИСИ. Ю. П. Горлов, А. П. Меркин и М. И. Зейфман. **Вязущее для изготовления жаростойких бетонов.**

№ 22.

1237434. С. И. Халваши. **Установка для формования бетонных камней.**
1237437. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. В. Г. Матвеев и Г. И. Амелькин. **Установка для изготовления предварительно напряженных железобетонных призматических деталей.**

1237440. ЦНИИЭПжилища. О. В. Еременко, Э. С. Лифшиц и В. А. Земляков. **Пост распалубки каскетно-конвейерной линии для изготовления железобетонных изделий.**
1237441. Ю. А. Родионов и А. А. Бордевиль. **Кассетная установка для изготовления железобетонных изделий с пустотами.**
1237444. В. И. Молодых, В. К. Васильев и А. М. Ситников. **Агрегат для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.**
1237654. Винницкий политехнический ин-т. Ю. Е. Гавруцкий, В. П. Очеретный, М. М. Райченко и А. В. Денисов. **Поризующая добавка для легкогобетонной смеси.**
1237756. ЛенЗНИИЭП. С. И. Романцев, Б. А. Миронков и О. А. Курбатов. **Пространственное покрытие.**
1237757. Грузинский политехнический ин-т. А. Н. Размадзе и Т. В. Мелкадзе. **Пространственное покрытие.**
1237758. ЦНИИпромзданий. И. А. Петров, Э. Н. Кодыш, И. И. Мордухович и др. **Стеновая панель из железобетона.**

№ 23

1238963. Ин-т горного дела СО АН СССР. Ж. Г. Мухин, В. Н. Власов, С. Д. Козлов и Б. Г. Трегубов. **Виброударное устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей.**
1238964. Ин-т горного дела СО АН СССР. Ж. Г. Мухин, В. Н. Власов, С. Д. Козлов и Б. Г. Трегубов. **Виброударное устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей.**
1238966. Симферопольский филиал Днепропетровского инженерно-строительного ин-та. И. П. Овчинников, Б. В. Гусев и С. А. Ахременко. **Установка для формования изделий из бетонных смесей.**
1238968. Индустройпроект. А. А. Гальперин, В. С. Фонкац, Г. М. Райдун и И. И. Тимченко. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**
1238970. Ин-т горного дела СО АН СССР. Ж. Г. Мухин, В. Н. Власов, Б. Г. Трегубов и др. **Устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей в форме.**
1239115. Среднеазиатский НИИ ирригации и Ташкентский автодорожный ин-т. С. И. Котлик, Г. Н. Курочкина, Н. Г. Ташходжаева и др. **Бетонная смесь.**
1239116. ВНПО Союзжелезобетон. Н. Н. Долгополов, Ш. Т. Бабаев, М. А. Суханов и др. **Комплексная добавка для бетонной смеси.**
1239117. Воронежский инженерно-строительный ин-т. Е. М. Чернышов и Н. Д. Потамоснева. **Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.**
1239118. НПО «Камень и силикаты». Г. Г. Бабаян, С. А. Даштоян, М. А. Серопян и Ж. М. Аствацатрян. **Бетонная смесь.**
1239127. Новоолоцкий политехнический ин-т. Л. Ф. Калмыков, А. П. Шведов, В. И. Лукашевич и Э. А. Шиманский. **Способ приготовления бетонной смеси.**
1239238. ЛенЗНИИЭП. Л. П. Титов, Г. В. Косая и И. И. Морщихин. **Стыковое соединение сборных железобетонных элементов.**