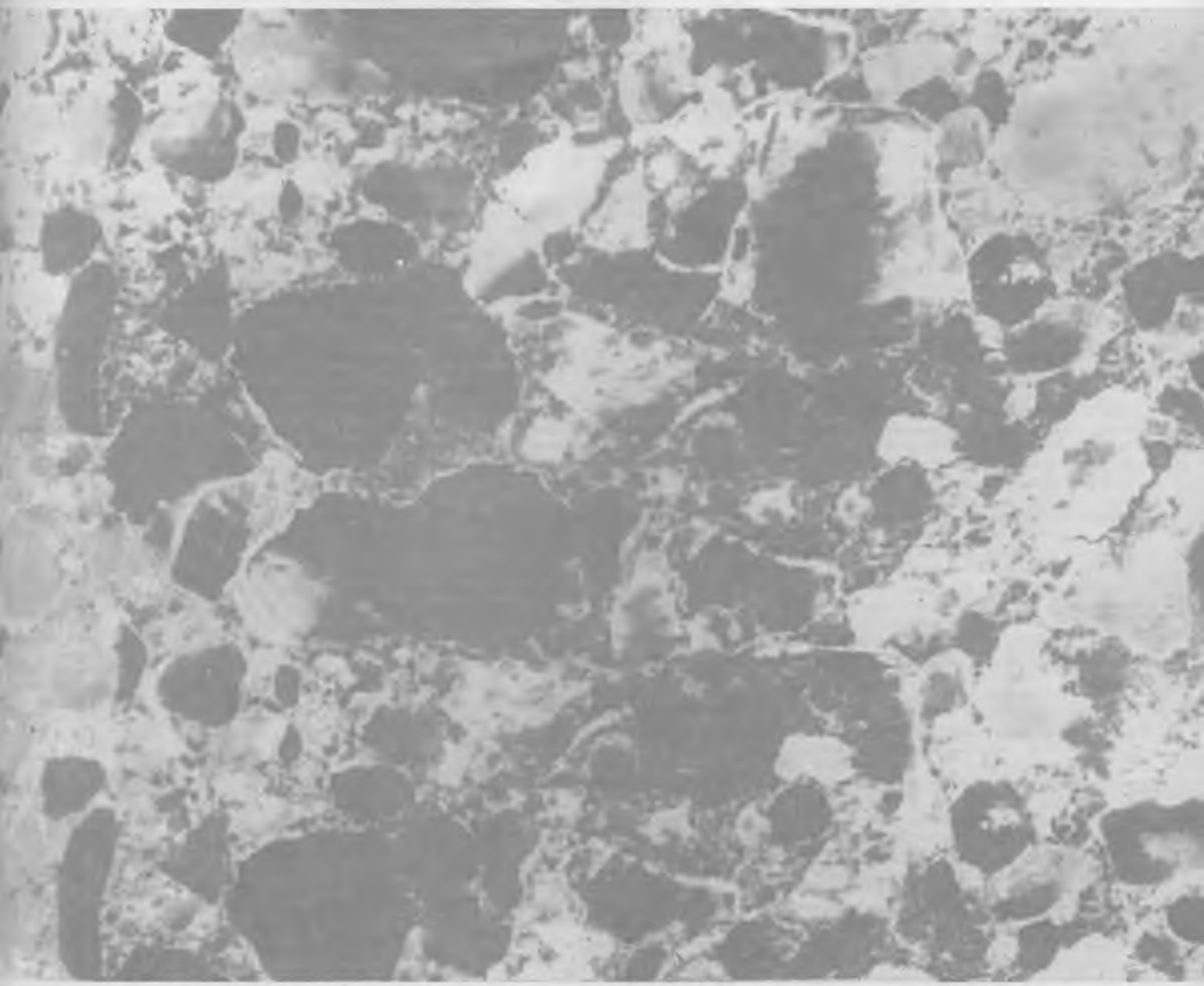
ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

6
1983



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Конференция московских домостроителей

Пути дальнейшего повышения эффективности и качества домостроения определены на состоявшейся научно-технической конференции на тему «О работе коллектива ДСК-1 по повышению качества строительства и задачах улучшения конструктивных, архитектурных и эксплуатационных характеристик жилых домов в свете постановления ЦК КПСС «О мерах по обеспечению выполнения планов строительства жилых домов и социально-бытовых объектов».

Уверенно и стабильно трудится коллектив ДСК-1 Главмосстроя. Так, план 1982 г. выполнен по всем технико-экономическим показателям. Введено в эксплуатацию полезной площади около 964 тыс. м², в том числе более 40 тыс. м² сверх плана. Выполнено строительно-монтажных работ на сумму 102,6 млн. р. Перевыполнено плановое задание по росту производительности труда, товарной строительной продукции и прибыли. ДСК-1 было присуждено второе место по итогам соревнования среди строительных организаций Главмосстроя за второй квартал, первое место и переходящее Красное знамя МГК КПСС, Моссовета и МГСПС за третий квартал. В четвертом квартале 1982 г. бюро МГК КПСС, исполком Моссовета, Президиум МГСПС и бюро МГК ВЛКСМ присудили коллективу комбината первое место среди строительных организаций столицы.

Открыл конференцию начальник ДСК-1 Герой Социалистического Труда В. Е. Копелев. С докладом выступил главный инженер комбината В. Ф. Киняпин. Он отметил, что в 1983 г. домостроителям комбината предстоит построить и ввести в эксплуатацию жилые дома общей площадью свыше 880 тыс. м². При указанных объемах производства высокий уровень качества может быть достигнут только в результате внедрения целого комплекса мероприятий. В частности, необходимо продолжить совершенствование технологии и организации строительства, полнее использовать в проектной практике передовой опыт, достижения науки и техники, шире применять эффективные строительные материалы.

Далее докладчик остановился на вопросах совершенствования серий жилых домов, выпускаемых в настоящее время комбинатом. Так, он отметил, что за последние годы более 80% мощностей ДСК переведено на выпуск серии П-44/16. Домов этой серии построено около 2300 тыс. м². Проделана определенная работа по совершенствованию указанной серии. Например, переработана конструкция вертикальных стыков наружных стен, проведены мероприятия по улучшению теплозащитных качеств наружных стен.

В. Ф. Киняпин указал на необходимость коренного улучшения надежности горизонтального стыка наружных стен. Он отметил, что уже внедряется решение, которое позволит предотвратить протечки горизонтальных стыков.

В указанном постановлении ЦК КПСС отмечается, что необходимо значительно улучшить использование имеющихся мощностей крупнопанельного домостроения, настойчиво повышать качество строительства. На ДСК проводятся мероприятия, которые помогут значительно улучшить качество продукции. На всех потоках внедрены маршрутные журналы оценки качества работ. Проводится работа по внедрению комплексной системы управления качеством строительства. Такие системы уже функционируют на Хорошевском, Краснопресненском и Тушинском заводах комбината.

В заключение В. Ф. Киняпин выразил уверенность, что все коллективы комбината успешно справятся с поставленными задачами по улучшению качества строительства.

С сообщением об объемно-планировочных и конструктивных возможностях жилых секций серии П-44 выступил специалист мастерской № 1 МНИИТЭП А. Э. Янко. В настоящее время, отметил он, разрабатываются и внедряются новые ограждающие конструкции. В их числе панели наружных стен с увеличенным сопротивлением теплопередаче и надежными стыковыми соединениями, объемные элементы балконов и лоджий. Для формирования жилых домов различной протяженности и конфигурации предназначены новые секции серии П-44/16 и П-44/17.

О работе заводов ДСК-1 по обеспечению ритмичной поставки железобетонных конструкций и изделий на объекты, их заводской готовности рассказал на конференции начальник производства комбината С. А. Тихов. Ритмичная поставка железобетонных изделий, как отметил он, зависит от номенклатурного планирования, выполнения номенклатурного плана формовочными цехами, работы складов готовой продукции, выполнения часового транспортно-монтажного графика.

Достигнуты определенные успехи в деле повышения заводской готовности изделий. Так, на сегодня решен вопрос с установкой клапана дымоудаления и решеток, досрочно завершена работа по переоснастке кассет на Ростокинском заводе ЖБК. Одной из мер по повышению качества поставляемых на монтаж деталей является отказ от плит перекрытий, совмещенных с балконами, производства Востряковского завода. Теперь их будут производить на Тушинском заводе ДСК-1.

«Опыт внедрения системы управления качеством на Хорошевском заводе и ее эффективность» — тема сообщения главного инженера этого завода Ю. М. Шумкина. Он рассказал о результатах внедрения КСУКП на заводе, благодаря чему в кратчайший срок был освоен выпуск модернизированных санитарно-технических кабин типа УКМ и вентиляционных блоков типа БВ-49-1, заметно повысилась производственная и технологическая дисциплина, автоматизировано сварочное оборудование, идет монтаж отделочных линий по выпуску блоков инженерных коммуникаций.

Бригадир комплексной бригады МУ-5 ДСК-1 Н. Ф. Морозов в своем выступлении отметил большую помощь, которую оказывают бригаде посты качества и народных контролеров потока. Он подчеркнул, что качество строительства должно определяться уже в проекте. Так, в проекте жилого дома серии П-44/16 не все узлы выполнены качественно. Много хлопот доставляют клапаны дымоудаления. Много труда затрачивается на дополнительную их герметизацию. Не решен вопрос бетонирования вертикальных стыков в торцовых комнатах. Плиты перекрытия не имеют выреза в указанных местах, в результате чего стык забетонировать очень трудно. Во фризовых панелях типа НФ 14-1 и других не предусмотрены пазы для установки водоотбойной ленты. Качество работ также зависит во многом от бесперебойной поставки изделий.

С сообщением о работе Краснопресненского завода ЖБИ по повышению качества и степени заводской готовности выпускаемых железобетонных изделий выступила главный инженер Ю. Н. Виноградова. Завод специализирован на выпуске наружных стеновых панелей, панелей кровли, объемных элементов лифтовых кабин и объемных машинных отделений лифтов. В текущем году здесь предстоит продолжить работу по совершенствованию фиксации закладных деталей, заделке швов, сохранности изделий.

Участники конференции приняли резолюцию, в которой отмечено, что реконструкция заводов комбината в основном завершена. Это позволило повысить качество выпускаемых железобетонных изделий, степень их заводской готовности. Этому же способствовало внедрение комплексных систем управления качеством на Хорошевском, Тушинском и Краснопресненском заводах, укрепление соответствующих служб в монтажных управлениях.

Однако в деле повышения качества есть и неиспользованные резервы. Так, из-за неправильного хранения и транспортирования происходит порча изделий. Недостаточно используются производственные возможности повышения степени заводской готовности выпускаемой продукции. Необходимо улучшить организацию входного контроля и претензионной службы. Техническим службам ДСК надо оперативнее и точнее координировать деятельность подразделений в решении технических, технологических и организационных вопросов в деле улучшения качества продукции.

Конференция постановила главными задачами считать завершение перевода всех мощностей комбината на строительство домов серий П-44/16 и П-44/17. Координационному совету комбината совместно со специалистами МНИИТЭП необходимо ускорить устранение имеющихся конструктивных недостатков и продолжить разработки перспективных, качественно новых проектных решений. Необходимо срочно улучшить конструкцию стыков наружных стен, монтаж унифицированной встроенной мебели, качество сантехнических работ.

Участники конференции обратились к коллективам трестов МФС-1. 2, 6, 8, МНИИТЭП, НИИ Мосстроя, СПКТБ Кассетдеталь, СКБ Мосстроя, Главмосавтотранса, Автокомбината № 1, Главмоспромстройматериалов, Мосотделпрома и Моссантехстроя с призывом оказать содействие в деле улучшения качества жилищного строительства.

Участники конференции выразили уверенность в том, что совместными усилиями строителей, инженерно-технических работников, проектировщиков удастся за короткий период существенно улучшить качество жилищно-гражданского строительства.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

Котов Ю. Б. Опыт строительства сборных и монолитных элеваторов 2
Ильяшенко В. А. Опыт производства легкобетонных конструкций 3

Экономия ресурсов

Бочаров Н. А., Колтакова Т. Н. Экономическая эффективность бетонов с добавкой С-3 4
Пецольд Т. М. Центрифугированные колонны квадратного сечения 6

Трибуна соревнующихся

Негинский Е. М. Передовая бригада 7

Конструкции

Хейфец Л. М. Фибробетонные трехслойные панели с фрикционными связями . . . 8

Бетоны

Соломатов В. И., Мордич А. И., Черненков И. С., Завадская Н. В. Бетон с фиксированным щебеночным каркасом 10
Лавринев П. Г., Руденко И. Ф., Королев К. М., Стульчиков А. Н., Кузин В. Н. Сталефибробетон роликового формования 12

Заводское производство

Глущенко Л. Ф., Лисицкий Н. Ф. Оптимальные условия пароразогрева бетонной смеси в устройствах непрерывного действия 13
Красный Ч. М., Ивлев П. П., Середова О. Ф. Прочность мелкозернистого бетона с учетом остаточного воздуха 15

Строительное производство

Ризоватов В. В. Пластификатор повышенной эффективности на основе СДБ . . 16
Кимберг А. М. Экспериментальное строительство каркасного здания с натяжением арматуры в построечных условиях 18

В помощь проектировщику

Краснощеков Ю. В., Саунин В. И., Шилов Е. В. Учет влияния сборного настила при расчете ригелей 20

В порядке обсуждения

Мороз В. Н. Об уточнении зависимостей в технологии бетона 21
Сизов В. П. О «законе створа» в технологии бетона 22

Нам пишут

Змеев Б. М., Соловьев Б. В., Казберович Е. К. Подъемник снижатель 24

На ВДНХ СССР

Полимерное греющее покрытие 25

Зарубежный опыт

Волков Ю. С., Трамбовецкий В. П. Основные направления научных исследований в области бетона и железобетона за рубежом 25
Филлео Р. Е. Применение легкого бетона в мостах 27
Холм Т. А. Использование конструктивного легкого бетона для морских сооружений 28

Библиография

Феднер Л. А. Книга по технологии товарной бетонной смеси 30

6

(339)

июнь 1983

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© Стройиздат, 1983

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.953:621.642.3.04

Ю. Б. КОТОВ, зам. министра сельского строительства СССР

Опыт строительства сборных и монолитных элеваторов

Важная роль в обеспечении населения страны продуктами питания и ряда отраслей промышленности сырьем отведена Министерству заготовок СССР, в системе которого находятся элеваторы, мукомольные, крупяные, комбикормовые и другие предприятия по хранению и переработке зерна. Эта отрасль народного хозяйства развивается высокими темпами.

Наибольшая доля работ, связанных с обеспечением системы Минзага СССР производственными мощностями, приходится на Минсельстрой СССР. В десятой пятилетке организации этого министерства построили 87,5% всех введенных элеваторных емкостей. Только в 1978 г. ими были пущены в эксплуатацию элеваторы общей емкостью 3,5 млн. т.

В настоящее время в системе Минсельстроя СССР сооружение предприятий для хранения и переработки зерна ведут 28 специализированных строительно-монтажных и монтажных трестов. В их составе имеются 149 общестроительных и специализированных передвижных механизированных колонн и постоянно действующих строительных поездов. Основные объемы работ сосредоточены на территориях РСФСР, Украинской ССР и Казахской ССР. На изготовлении конструкций для элеваторостроения специализировано почти 50 предприятий. В 1981 г. ими изготовлено 599,8 тыс. м³ сборного железобетона для элеваторостроения.

Накопленный опыт строительства сборных элеваторов позволил выявить наиболее эффективные решения для массового внедрения. Такими стали сборные силосные корпуса типа СКС-3 с квадратной ячейкой 3×3 м, на основе которых была разработана серия типовых проектов. В этих проектах подсилосный и надсилосный этажи, а также силосная часть выполнены из сборных железобетонных конструкций. Монолитной оставалась лишь фундаментная плита. Унифицированные силосные корпуса типа СКС-3 явились конструктивной основой и для разработки сборных рабочих зданий полносборных элеваторов.

Значительным шагом вперед явился переход к изготовлению предварительно напряженных элементов размером 3×3 м. ЦНИИЭПсельстроем совместно с НИИЖБ были разработаны конструкции элементов и технология их изготовления с использованием специально разработанной арматурно-навивочной машины, позволившей механизировать и автоматизировать процесс армирования. Впервые такие решения были применены на элеваторах в г. Болшево (1966 г.) и в г. Луховицы (1969 г.) Московской обл. На основе полученного опыта организовано серийное производство арматурно-навивочной машины СМЖ-360, которая позволяет изготовлять объемные, плоские и угловые элементы высотой до 2,4 м для силосов с ячейкой 3×3 м и криволинейные элементы для круглых силосов диаметром 6 м и более.

В настоящее время на заводах министерства действуют 7 технологических линий, оснащенных такими машинами. Переход к производству преднапряженных конструкций дал существенный эффект. Значительно сократилась трудоемкость изготовления конструкций, уменьшились производственные площади арматурных цехов, повысилось качество изделий при снижении расхода металла на 28%. Это позволяет получить народнохозяйственный экономический эффект в сумме 11,4 тыс. р. на 1 тыс. м³ сборного железобетона по сравнению с конструкциями, изготовляемыми без предварительного напряжения.

Для строительства сборных элеваторов создана специальная серия типовых железобетонных конструкций (серия 3.702), включающая преднапряженные конструкции. По единой технологии изготовляются преднапряженные криволинейные элементы для цилиндрических силосов диаметром 6 м и более.

В последние годы возведены и строятся силосные корпуса с силосами диаметром 6 м на элеваторах мелькомбината № 4 в Москве, рисозаводов в г. Славянск-на-Кубани, на ст. Величковская Краснодарского края и др. На экспериментальном элеваторе на ст. Долинская из криволинейных элементов выполнено также рабочее здание. Сооружены и проверяются в эксплуатации экспериментальные сборные корпуса из криволинейных преднапряженных элементов диаметром 18 м в г. Минеральные Воды и на ст. Колодезная Воронежской обл.

Экономические преимущества преднапряженных конструкций стен силосных корпусов, организация серийного производства арматурно-навивочных машин и силовых форм Минстройдормашем, массовое производство семипроволочных арматурных канатов диаметром 6 мм и высокопрочной арматурной проволоки диаметром 5 мм создали основу для существенного увеличения производства преднапряженных элементов для силосных корпусов и рабочих зданий различных объемно-планировочных и конструктивных решений в 1981—1985 гг. и на последующий период.

Важным этапом стала работа по анализу и отбору типовых проектов комплексов элеваторов, комбикормовых заводов, мельниц, крупозаводов и других предприятий, проведенная в 1976—1977 гг. ЦНИИЭПсельстроем и ЦНИИПромзернопроектом. Одобренный Госстроем СССР и утвержденный Минзагом СССР и Минсельстроем СССР перечень сократил число действующих типовых проектов с 340 до 112. На основе перечня были разработаны каталоги сборных железобетонных изделий для строительства предприятий по хранению и переработке зерна в РСФСР, Украинской ССР и Казахской ССР. Это позволило снизить число марок железобетонных конструкций с 1400 до 600, что благоприятно сказалось на условиях работы заводов, выпускающих индустриальные конструкции.

Постоянная работа элеваторостроительных организаций Минсельстроя СССР по совершенствованию управления и организации строительства предприятий по хранению и переработке зерна, повышению уровня индустриализации, воспитанию трудовых коллективов, развитию их творческой инициативы позволила им добиться заметного роста производительности труда.

Значительные затраты труда требуются для устройства монолитных фундаментных плит. При строительстве крупного элеватора на 143 тыс. т в г. Зарайске Московской обл. вместо монолитных плит объемом 4,73 тыс. м³ были применены сборно-монолитные фундаменты, резко сократившие трудозатраты и позволяющие вести монтаж десяти рядов силосов без замоноличивания фундаментов, что важно при ведении работ в неблагоприятных погодных условиях. Для однородных грунтов с повышенной несущей способностью разработаны сборные фундаменты, проверенные на силосных корпусах Аягузского элеватора в Семипалатинской обл. Экономический эффект от их применения составил 980 р. на 1000 т емкости, в 3,7 раза сократились в сравнении с монолитной плитой затраты труда на строительной площадке.

Переход к сборным конструкциям силосов поставил проблему надежной водонепроницаемости стыков, которая успешно решается. Начато массовое изготовление элементов с конструктивной защитой горизонтального стыка. Разработаны и внедрены решения с конструктивной защитой вертикальных стыков, исключающие обмазочную и оклеечную гидроизоляцию.

Дальнейшее снижение трудоемкости монтажа стен силосных корпусов будет достигнуто за счет разработанных ЦНИИЭПсельстроем и ЦНИИПромзернопроектом объемных элементов размером 3×6 м с внутренней перегородкой. Масса элемента не превышает 6,5 т, что позволяет изготовлять и монтировать их с применением имеющегося кранового оборудования. Из спаренных элементов разработаны силосные корпуса, проверка которых осуществлена на элеваторе в г. Скопине Рязанской обл. Получен существенный эффект: увеличена жесткость сооружения, примерно на треть сократилось

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

число монтажных и болтовых соединений, почти вдвое уменьшилась протяженность вертикальных стыков, на треть снизилась трудоемкость и на 9% стоимость строительства в сравнении с типовым решением.

Опыт показал, что трудоемкость строительства круглых силосов еще велика. Общая длина сварных швов на силосном корпусе достигает 8—12 км, сложны укрупнительная сборка, монтаж металлических воронок, замоноличивание стыков после установки элементов в корпус. Разработанная ЦНИИЭПсельстроем конструкция криволинейных элементов с многогранной наружной поверхностью лишена многих из этих недостатков, так как позволяет осуществить конструктивную защиту вертикального стыка и применить болтовое соединение вместо сварного.

Существенный экономический эффект дает строительство элеваторов с увеличенной высотой силосной части. Такие корпуса с увеличенной на 9,8 м высотой проверены на элеваторе емкостью 150 тыс. т на ст. Калининдорф Херсонской обл. Относительное снижение сметной стоимости составило 325 тыс. р.

Важной проблемой является индустриализация строительства подсобно-вспомогательных зданий и сооружений, входящих в комплекс элеватора. Например, при общей трудоемкости возведения элеваторного комплекса на 77,3 тыс. т зерна, равной 66,5 тыс. чел.-дн., на основные сооружения затрачивается 39,4 тыс., а на подсобно-вспомогательные 27,1 тыс. чел.-дн., или 40,5%, так как уровень их сборности весьма низок.

В действующих типовых проектах для приема зерна применены довольно сложные устройства глубиной до 8 м из монолитного железобетона. Учитывая это, ЦНИИЭПсельстроем предложен вариант к действующим типовым решениям с заменой монолитного бетона сборно-монолитными конструкциями с использованием универсальных бетонных блоков УДБ. Такое приемное устройство проверено на элеваторе в г. Зарайске Московской обл. Трудоемкость работ в сравнении с монолитным решением снижена в 2,6 раза, расход стали — на 5 т, лесоматериалов на 117 м³. С применением блоков УДБ строятся подземные части вагонных и автомобильных весов, мелассохранилищ и других сооружений.

Трестом Элеваторгстрой разработана конструкция резервуаров для воды емкостью 250 и 500 м³ с использованием сборных железобетонных колец силосов диаметром 6 м. Такие же кольца предложено использовать в канализационной насосной станции.

Одним из важнейших направлений дальнейшей индустриализации должна стать блокировка подсобно-вспомогательных зданий. Над этим работают институты ЦНИИЭПсельстрой, Госниисибпромзернопроект, Госниисредазпромзернопроект. Идея заключается в разработке типовых унифицированных секций, обеспечивающих многовариантную компоновку зданий с любым набором подсобно-вспомогательных помещений.

Преимущества сблокированного здания из сборных конструкций серии ИИ-04 (ИИ-420) можно показать на примере проекта для строящегося элеватора на ст. Себряково Волгоградской обл. В сравнении с первоначальным проектом, предусматривавшим шесть отдельных зданий, строительный объем уменьшен на 14,4%, в том числе подземной части на 27,6%, площадь застройки сократилась на 36,1%, рабочая площадь — на 18,6%, трудовые затраты на строительстве — на 19,2%.

Совершенствуется оснастка для монтажа сборных железобетонных конструкций элеваторов. Трестом Элеваторгстрой разработаны и внедрены в производство складывающиеся подмости для монтажа силосных корпусов из элементов 3×3 м и из колец диаметром 6 м. Загрузка такими пакетами полувагонов достигает 50—60%, а железнодорожных платформ и автотранспорта осуществляется на полную грузоподъемность. Например, для строительства силосного корпуса СКС-3×96 требуется всего лишь 4 платформы или 5 полувагонов вместо 24 платформ для перевозки подмостей старой конструкции. При перевозках автомобильным транспортом вместо 12 потребуется 8 рейсов автомашин типа «Колхида». Экономический эффект от внедрения складывающихся подмостей для строительства силосного корпуса СКС-3×144 составляет 23 тыс. р. только благодаря экономии транспортных средств.

Любое техническое решение оказывает влияние на результаты деятельности строительных организаций только при массовом внедрении. Учитывая это, Минсельстроем СССР, Минзагом СССР по согласованию с Госстроем СССР на 1981—1985 гг. утверждены «Мероприятия по улучшению качества проектирования, строительства и эксплуатации элеваторов, комбикормовых заводов, мельниц и других зерноперерабатывающих предприятий». Эти мероприятия предусматривают комплекс работ, связанных с массовым внедрением различных технических решений. Их выполнение будет способствовать общему повышению технического уровня, снижению трудозатрат, сокращению материалоемкости и энергоемкости, повышению качества и уменьшению сроков возведения элеваторов и предприятий по переработке зерна.

УДК 624.012:666.973.45

В. А. ИЛЬЯШЕНКО, канд. техн. наук (Главное техническое управление Минпромстроя СССР)

Опыт производства легкобетонных конструкций

В условиях индустриального строительства большое значение имеет уменьшение массы зданий и сооружений, снижение стоимости и трудоемкости их возведения. Этим требованиям в достаточной мере отвечают конструкции на основе легких бетонов.

Определенный опыт строительства из легкобетонных конструкций на пористых заполнителях накоплен в Минпромстрое СССР. Министерство из года в год наращивает мощности и объемы выпуска несущих и ограждающих конструкций из легких бетонов. К 1981 г. объем их достиг 4380 тыс. м³, или пятой части общего выпуска по стране, в том числе из ячеистых бетонов — 225 тыс. м³.

Удельный вес легкого бетона в общем объеме сборного железобетона, выпускаемого предприятиями Минпромстроя СССР, — 25,7%. Это объясняется прежде всего наличием значительных мощностей по производству пористых заполнителей (более 50 предприятий общей мощностью свыше 7,5 млн. м³, из них около 25 предприятий по выпуску керамзита мощностью 4,25 млн. м³).

В настоящее время основная масса (до 80%) легкого бетона применяется для конструктивно-теплоизоляционных целей (бетоны марок М50, М100, М150) в стеновых панелях, блоках и комплексных плитах покрытий, в основном из керамзитобетона. Использование их вместо тяжелого бетона и кирпича позволяет снизить массу конструкций зданий и сооружений на 35%, уменьшить расход стали и цемента до 10—15%, а также сократить трудозатраты в строительстве на 20%.

В то же время некоторая часть (от 10 до 20%) конструкций из легких бетонов марки М200 и выше эффективно используется также и в междуэтажных перекрытиях, балках, фермах и в других несущих и самонесущих элементах. Применение легкого бетона вместо тяжелого в несущих конструкциях промзданий снижает их массу на 12—20%, расход стали на 10—15%, трудозатраты на 15—20%.

В Армянской ССР на базе использования естественных легких заполнителей (литоидная пемза, вулканические шлаки и туфы) помимо ограждающих конструкций изготовляются многопустотные плиты перекрытий, лестничные марши, ребристые плиты длиной 6 и 12 м, балки и фермы для покрытий промзданий. Ежегодный объем применения несущих и ограждающих легкобетонных конструкций в Армении составляет свыше 500 тыс. м³, удельный вес их в общем объеме сборного железобетона достигает 80%.

Значительны объемы производства

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

несущих и ограждающих конструкций из аглопоритобетона в Белорусской ССР (до 300 тыс. м³).

Несущие конструкции из керамзитобетона освоены во многих строительных подразделениях на территории Российской Федерации. В Новокуйбышевске, Элисте, Астрахани возводятся крупнопанельные жилые дома целиком из керамзитобетона в объеме свыше 100 тыс. м² общей площади ежегодно. При этом масса зданий снижается на 25—45%, общие трудозатраты на 10—20%, сметная стоимость строительства на 3—7%. Осуществлено экспериментальное строительство промышленных зданий (авторемонтных мастерских и завода ОБД) в Новокуйбышевске и Краснодаре, где все несущие и ограждающие конструкции выполнены из керамзитобетонных элементов.

Накоплен опыт производства ограждающих конструкций из шунгизитобетона в Карельской АССР и Архангельской области, где наружные стеновые панели и блоки из этого эффективного материала широко применяются для жилищно-гражданского, промышленного и сельскохозяйственного строительства. Ежегодный объем внедрения свыше 120 тыс. м³.

Применение сборных индустриальных ограждающих конструкций из шунгизитобетона вместо конструкций из кирпича и железобетона позволяет снизить массу наружных стен в 3—4 раза, а массу зданий в целом в 1,5—2 раза, уменьшить стоимость взаимозаменяемых конструкций на 10—12%, снизить расход стали на 6%.

В Архангельской области освоен выпуск несущих конструкций из шунгизитобетона марок М150—М200, в том числе многопустотных и ребристых плит, вентблоков, перемычек.

Комплексное использование шунгизитобетона в ограждающих и несущих конструкциях позволяет решить проблему полного использования мощностей заводов шунгизитового гравия и частично покрыть дефицит в тяжелом заполнителе.

Предварительные расчеты показывают, что возведение административно-бытового здания целиком из шунгизитобетона по сравнению с конструкциями из тяжелого бетона или кирпича снижает массу здания на 30—40%, стоимость строительства на 3—7%, трудозатраты на 15—20%. Возможно также некоторое уменьшение расхода стали и цемента. Завершился успехом многолетний эксперимент в Орловской области по использованию трепельного гравия. Полученный на его основе термолит позволяет изготовлять легкобетонные конструкции марок от М200 до М500. В условиях дефицита высокопрочных заполнителей для бетона замена привозного щебня не только сокращает транспортные расходы, но и уменьшает массу конструкций на 20—30%, экономит цемент на 10—15%. В 1980 г. в Орле из конструкций на термолитобетоне построены 16-этажных жилой дом и административно-бытовой корпус. В 1981 г. к серийному выпуску конструкций из термолитобетона приступил вновь построенный завод мощностью 100 тыс. м³.

Проблема снижения материалоемкости решается также путем поризации легкого бетона (введения в смеси воздухововлекающих, газо- и пенообразующих добавок) и применения в качестве заполнителя вспученного перлита. Сочетание керамзита и перлита на Украине и в Иркутской области позволило организовать производство внутренних стен и перегородок из керамзитоперлитобетона в больших масштабах.

Успехи в освоении легкобетонных конструкций очевидны. Однако следует отметить, что темпы роста объемов их внедрения за последнее пятилетие замедлились. В этом немаловажную роль сыграл ряд причин.

В ряде областей местная сырьевая база для производства пористых заполнителей еще недостаточно изучена, что приводит к получению большого количества некондиционного материала, используемого в качестве простого утеплителя. Это вызывает дефицит в качественном пористом заполнителе или приводит к ухудшению технических характеристик изделий. Имеются случаи, когда проектная теплопроводность бетона наружных панелей не выдерживается, что в свою очередь приводит к необходимости устройства теплоизолирующих вкладышей, пересмотра толщин стен и принятия других мер.

Не решена еще проблема создания для легкого бетона мелкого заполнителя — пористых песков. Применение в этих целях естественных нерудных материалов (речного песка, дробленого шлака и керамзита) значительно ухудшает свойства изделий и, кроме того, ограничено строительными нормами и правилами. Многолетние эксперименты по созданию легких пористых песков пока ни к чему не привели.

Медленно растут объемы производства несущих легкобетонных конструкций из-за дефицита высокопрочных пористых заполнителей, а также и по другим причинам. Некоторым организациям невыгодно выпускать высокопрочный заполнитель из-за необходимости значительного снижения проектных мощностей предприятий по причине уменьшения объема выхода вспучиваемого материала.

Отпускные цены на искусственный крупный пористый заполнитель устанавливаются не в зависимости от его прочности, а растут обратно пропорционально объемной насыпной массе материала, что делает выпуск высокопрочного заполнителя экономически невыгодным.

Кроме того, отсутствуют проекты сооружений, а также недостаточен набор типовых конструкций с использованием высокопрочных легких бетонов. Работа по созданию высокопрочных легкобетонных конструкций еще не вышла из стадии эксперимента.

Таким образом, для повышения эффективности и качества производства и применения легких бетонов на пористых заполнителях необходимо решить много разнообразных технических и организационных задач.

Со своей стороны, Минпромстрой СССР окажет необходимую помощь ученым, конструкторам и проектировщикам в их дальнейших усилиях по совершенствованию легкобетонных конструкций и организует производство и применение их во всевозрастающих масштабах.

Экономия ресурсов

УДК 693.542.4.003.1

Н. А. БОЧАРОВ, канд. техн. наук (Главмоспромстройматериалы);
Т. Н. КОЛТАКОВА, инж. (ПМК Минсельстроя СССР)

Экономическая эффективность бетонов с добавкой С-3

На заводах сборного железобетона Главмоспромстройматериалов с 1977 г. ведутся научно-исследовательские и экспериментальные работы по применению высокоэффективных пластификаторов — разжижителей бетонных смесей [1].

В КТБ Мосоргстройматериалы были проведены специальные лабораторные исследования, в которых пластифицирующее действие добавки использовали для повышения прочности бетона и для улучшения, удобоукладываемости смеси, а также для одновременного снижения водосодержания смеси и повышения ее удобоукладываемости [1, 2]. В качестве эталонной использовали смесь без добавки, подвижностью 2 см О. К.

Установлено, что повышение прочности бетона на марку обеспечивается снижением водосодержания смеси при сохранении равной подвижности ее с эталонной за счет пластифицирующего действия добавки С-3 до 0,8%. При увеличении расхода добавки до 1,2% этот эффект усиливается.

Исследования второй серии образцов показали, что подвижность бетонной смеси повышается от 2 до 12—14 см О.К. при введении до 0,8% добавки, а при увеличении добавки до 1,2% получено некоторое повышение прочности бетона (кроме дополнительного увеличения подвижности). Было установлено также, что с увеличением удобоукладываемости бетонной смеси по сравнению с эталонной за счет пластифицирующего действия добавки остается меньше возможности для снижения расхода материалов, но при этом возрастает возможность для уменьшения трудовых затрат за счет сокращения цикла формования. Полученные данные явились основой для исследования экономической эффективности при использовании пластифицирующего действия добавки. Экономическую эффективность применения бетонной смеси различной удобоукладываемости изучали при изменении ее от малоподвижной до литой консистенции.

Экономия цемента, арматурной стали

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

достигалась за счет повышения прочности бетона при снижении водоцементного отношения и сохранении равной подвижности бетонной смеси.

Для определения изменения производительности технологической линии колонн от удобоукладываемости бетонной смеси за счет введения добавки С-3 были проведены исследования (см. таблицу), результаты которых показывают, что при введении до 1,2% добавки время формования снизилось с 10 до 0,7 мин.

Цикл формования одной формы-вагонетки, вмещающей 2,2 м³ изделий, при проектной мощности технологической линии 19,4 тыс. м³ в год составляет 36 мин. При формовании колонн из подвижных (литых) бетонных смесей с добавкой суперпластификатора производительность конвейерной линии может возрасти до 26 тыс. м³ в год при соответствующем увеличении мощности остальных переделов.

Исследования позволили подобрать составы бетонных смесей с добавкой С-3 и подготовить выпуск колонн из бетонных смесей различной удобоукладываемости.

Завод ЖБИ № 11 в течение двух лет изготовляет колонны КБР-60-5 и другие их модификации из бетона марки М600. За счет повышения марки бетона с М500 до М600 уменьшено рабочее армирование изделий.

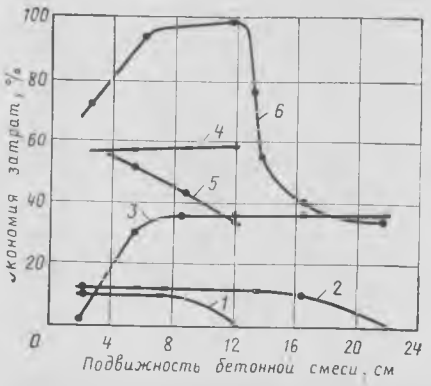
Экономический эффект от введения добавки С-3 в бетоны определяли по снижению затрат на колоннах КБР-60-3. Прочность бетона эталонной колонны — 50 МПа, а изготовленных из бетонной смеси с расходом добавки до 0,8 и 1,2% — соответственно 60 и 67 МПа. Это позволило, не изменяя несущей способности конструкции, снизить расход цемента или арматурной стали.

Изготовлена опытная партия колонн, свай, ригелей, дорожных плит из бетонной смеси подвижностью 10—12 см О. К. Смесь подвижностью 12 см О. К. и добавкой до 1,2% С-3 обеспечивала повышение прочности бетона на марку. Введение 0,8% С-3 обеспечивало только повышение подвижности от 2 до 12 см О.К.

Следующую партию колонн формовали из смеси подвижностью 22—24 см О.К. из бетона аналогичного состава с расходом добавки до 1,2%. Поэтому экономическая эффективность формования колонн по литьевой технологии рассматривалась только с учетом изменения времени формования изделий при соответственном повышении производительности линии.

На заводе ЖБИ № 23 изготовлено более 1000 м³ объемных тонкостенных густоармированных элементов шахты лифта крупнопанельного дома из высокоподвижной (литой) бетонной смеси.

Анализ исследований показывает, что наибольшее снижение затрат получено при использовании смесей подвижностью 12—14 см О. К. с максимальным расходом С-3 (см. рисунок). Увеличение расхода добавки позволило использовать ее комплексно: для снижения трудозатрат на формовочном посту за счет повышения удобоукладываемости смеси, для повышения прочности бетона и, как следствие, снижения расходов арматуры или цемента. Комплексное использование добавки экономичнее, чем использование ее для одной цели, так как сумма от снижения трудозатрат на формовочном посту и расхода арматуры возрастает.



Зависимость экономии затрат на материалы и трудозатрат при изготовлении железобетонных изделий от подвижности бетонной смеси при введении добавки С-3

Экономия затрат: *1, 2* — за счет снижения расхода цемента при введении 0,8 и 1,2% С-3; *3* — за счет повышения производительности технологической линии при расходе до 1,2% С-3; *4* — от уменьшения расхода арматурной стали при расходе до 1,2% С-3; *5* — комплексная при введении до 0,8% С-3; *6* — комплексная при введении до 1,2% С-3

Хотя полученная от снижения арматурной стали экономия в несколько раз выше, чем от снижения расхода цемента, однако применение добавки для его экономии эффективно в малоподвижных, подвижных и литых смесях. С увеличением расхода добавки подвижность смеси, а также производительность технологической линии увеличивается при одновременном снижении трудозатрат на формовочном посту, цеховых и общезаводских затрат.

Установлено, что экономическая эффективность формования колонн из бетонной смеси с добавкой до 1,2% С-3 подвижностью до 12—14 см О.К. значительно выше эффективности формования аналогичных изделий из смеси подвижностью 2 см О.К. с расходом добавки до 0,8%.

Эффективность от применения добавки С-3 (до 1,2%) в опытных испытаниях колонн такая же, как при производстве колонн на заводах ЖБИ. Проектной мощностью конвейерной линии на заводе ЖБИ № 11 предусматривалось изготовление колонн из бетонной смеси подвижностью 2 см О.К. Добавляя в бетоны до 1% С-3, в течение двух последних лет на заводе формуют колонны из бетона марки М600 из смесей подвижностью 4—5 см О.К. Время уплотнения смесей при этом снижено с 8 до 3—4 мин.

По результатам работ по формованию железобетонных колонн на заводах Главмоспромстройматериалов с добавкой С-3 в объеме до 1,2% при разной подвижности смеси на 1 м³ бетона получены следующие показатели экономии:

при подвижности 2 см О. К. — 6 р. 12 к.;

» » 12—14 см О. К. — 10 р. 40 к.;

» » 22—24 см О. К. — 3 р. 50 к.

Выводы

Экономический анализ результатов лабораторных исследований и промышленного изготовления густоармированных изделий на технологических линиях заводов ЖБИ Управления промышленности полносборного домостроения и сборного железобетона показал, что наибольшую экономию при изготовлении железобетонных колонн можно получить при расходе добавки С-3 до 1,2%.

Расход материалов* на 1 м³				В/Ц	Расход добавки С-3, %	Подвижность бетонной смеси, см	Время уплотнения бетонной смеси, мин	Прочность бетона на сжатие, МПа
цемента, кг	песка, кг	щебня, кг	воды, л					
590	300	1300	210	0,36	—	2	10	49,3
587	295	1310	207	0,35	0,4	5—6	3,0	50,1
589	303	1320	208	0,35	0,7	11—12	1,3	50,2
595	303	1301	210	0,35	1,2	22—23	0,7	48,9

* На колонну КР-60-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочаров Н. А., Ефимова А. С., Воевода Г. Ф., Варенцова Н. Б. Получение бетонов повышенной прочности с суперпластификатором С-3. — Бетон и железобетон, 1980, № 7.
2. Бочаров Н. А. Опыт применения химических добавок на заводах ЖБИ Главмоспромстройматериалов. Научно-технич. сб. ДНТП, М., 1980.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.075.23

Т. М. ПЕЦОЛЬД, канд. техн. наук (Белорусский политехнический ин-т)

Центрифугированные колонны квадратного сечения

В Белорусской ССР в практике строительства широко применяются железобетонные центрифугированные колонны кольцевого сечения [1]. Технико-экономический анализ результатов возведения более 40 промышленных объектов различного назначения и трех крупных надземных технологических эстакад с кольцевыми колоннами показал значительное преимущество конструкций этого типа по сравнению с железобетонными колоннами сплошного сечения [1, 2].

Тонкостенное замкнутое сечение колонн позволило эффективно использовать высокопрочные бетоны. С помощью центробежной технологии на обычных цементах получаются бетоны прочностью 50—80 МПа и выше, а прессующее давление повышает их прочность по сравнению с вибрационной технологией в 1,3—1,8 раза.

По сравнению с типовыми колоннами сплошного сечения расход стали уменьшен до 30%, бетона — до 50%, трудозатраты сократились до 25%. Высокое качество наружной поверхности колонн позволило ликвидировать работы по их доводке на объектах строительства. Центробежная технология по сравнению с вибрационной оказалась менее энергоемкой.

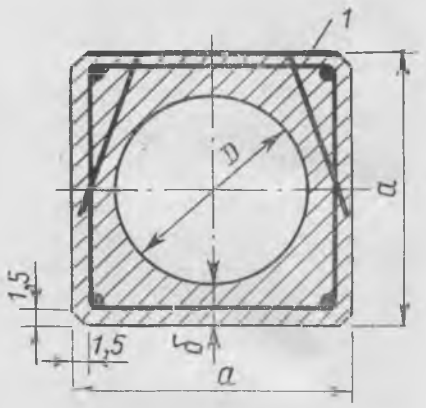


Рис. 1. Поперечное сечение колонны
1 — закладная деталь

Преимуществом центрифугированных колонн является то, что при ограниченном числе типоразмеров форм можно, меняя толщину бетона, изготовлять колонны широкой номенклатуры [1].

Накопленный опыт проектирования и строительства объектов показал, что в каркасах зданий колонны крайних рядов и стойки фахверков экономичнее выполнять из центрифугированных элементов полого квадратного сечения. При равной несущей способности квадратные полые колонны являются наиболее эффективными по сравнению с колоннами других типов сечений [3].

Рис. 2. Общий вид испытания квадратной центрифугированной колонны сечением 40×40 см и высотой 6 м

В квадратных полых колоннах существенно упрощена конструкция закладных деталей и узлов сопряжений с ограждающими элементами зданий. Более эффективно размещена арматура в сечениях, работающих в заданной плоскости изгиба, что свойственно, например, стойкам фахверка (рис. 1). Такие колонны хорошо воспринимают действующие поперечные нагрузки.

Оголовник колонн в зоне сопряжения со стропильными конструкциями выполняется с утолщением стенок, как и в колоннах кольцевого сечения. Изготовление объемного квадратного арматурного каркаса осуществляется на технологическом оборудовании, предназначенном для сварки кольцевых каркасов, путем навивки спирали с заданным шагом. Остальные технологические переделы полностью повторяют технологию изготовления кольцевых центрифугированных железобетонных колонн [2].

Минский филиал КТБ Стройиндустрия запроектировал комплект квадратных форм, которые были изготовлены Дзержинским заводом металлоконструкций Минпромстроя БССР. Белорусский политехнический институт провел комплекс исследований квадратных центрифугированных колонн и закладных деталей (рис. 2), уточнил методику их расчета, запроектировал ряд объектов с этими конструкциями.

Особое внимание обращено на структуру бетона в поперечном сечении. Специальная разрезка образцов показала, что бетон в угловых зонах имеет высокую плотность и однородность. Его физико-механические характеристики практически не отличаются от характеристик бетона, получаемого в формах кольцевого сечения [4]. С целью оптимизации проектирования по аналогии с кольцевыми колоннами был разработан унифицированный сортамент железобетонных центрифугированных колонн квадратного сечения (табл. 1). Сортамент состоит из пяти типов сечений по внешнему габариту. За счет из-

Таблица 1

Наружные размеры колонн, мм	Длина колонн*, м	Минимальная толщина стенки сечения, мм
300×300	3,6/5,6	50, 55, 60
400×400	3,6/9,6	50, 55, 60, 65, 70, 80
500×500	4,8/14,4	50, 60, 70, 80, 90, 100
600×600	7,2/16,2	60, 70, 80, 90, 100, 120
700×700	9,6/18,0	70, 80, 90, 100, 120

* Перед чертой — минимальные значения, после черты — максимальные.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

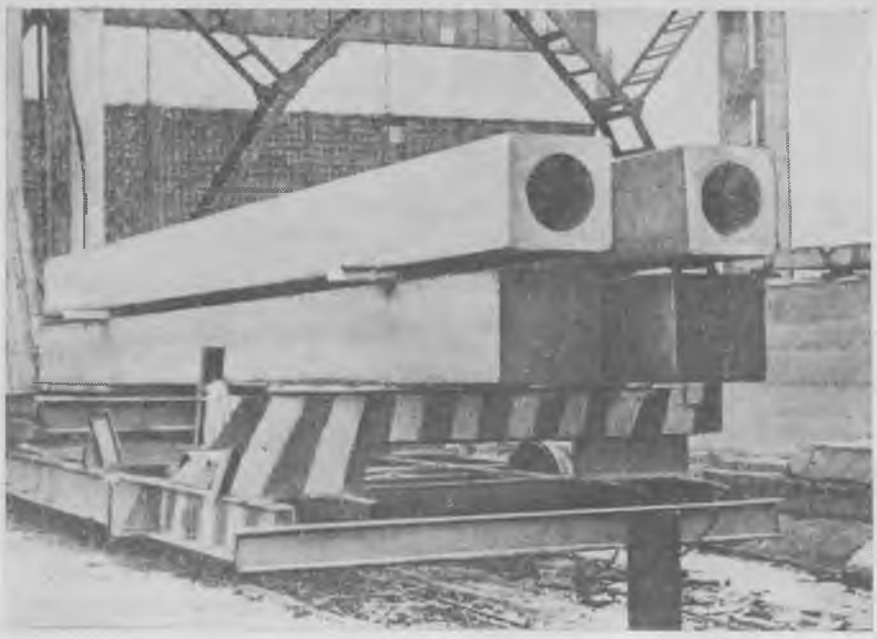


Рис. 3. Общий вид квадратных центрифугированных колонн

менения диаметра внутренней полости колонны, процента армирования, прочности бетона и стали представляется возможным изготовлять колонны в этих габаритах весьма широкой номенклатуры.

В формах большой длины можно одновременно изготовлять несколько элементов, отличающихся характером армирования или схемой размещения закладных деталей.

В табл. 2 приведены технико-экономические показатели фахверковых железобетонных стоек сплошного и кольцевого сечений и разработанных в БПИ центрифугированных квадратных стоек из бетона прочностью 50 МПа. При высоте менее 6 м в фахверковых центрифугированных стойках в отдельных случаях увеличивается расход металла из-за необходимости устройства надколонника из прокатной стали по сравнению с типовыми стойками сплошного сечения.

Таблица 2

Высота здания и пролет, м	Сечение колонны, см	Расход и экономия материалов на одну колонну		Снижение себестоимости колонны, %
		бетон, м³ / %	сталь, кг / %	
6/18	Ø 30	0,25/69	106/—23	19
	30×30	0,35/56	89/—3	19
9,6/24	Ø 50	0,72/68	240/6	50
	40×40	0,86/61	220/14	58
14,4/24	Ø 60	1,54/59	361/27	52
	50×50	1,73/54	333/33	58

Примечание. При пролете 18 м стропильной конструкцией является балка по серии 1.462—8, при пролете 24 м — ферма по серии 1.463—8, ПК-01-129/68. Расход материалов на железобетонные фахверковые колонны сплошного сечения принят за 100%.

Нами разработана конструкция фахверковой колонны, позволяющая снизить расход металла не только в стволе стойки, но и в надколоннике.

Ведутся исследования по применению квадратных центрифугированных колонн в каркасах многоэтажных зданий, в сельском строительстве и инженерных сооружениях различных типов. Целый ряд железобетонных балочных элементов, свай и т. д. также может быть изготовлен методом центрифугирования с использованием унифицированной оснастки, что позволит существенно снизить стоимость и материалоемкость сооружений [5].

В настоящее время Оршанский комбинат железобетонных изделий и конструкций приступил к выпуску первой партии центрифугированных колонн квадратного сечения 400×400 мм и высотой до 6,9 м, которые применены в строительстве в Пинске.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пецольд Т. М., Малаш Т. Н. Эффективность применения железобетонных центрифугированных колонн в промышленном строительстве. БелНИИТИ Госплана БССР. Экспресс-информация. Минск, 1981.
2. Бердичевский Г. И., Ласточкин В. Г., Пецольд Т. М. Эффективность центрифугированных колонн кольцевого сечения. — Бетон и железобетон, 1977, № 2.
3. Лихтарников Я. М., Летников Н. С., Левченко В. Н. Технико-экономические основы проектирования строительных конструкций. Киев, Вища школа, 1980.
4. Тарасов В. В., Пецольд Т. М. Прочностные и деформативные свойства центробежного бетона. — В сб.: Республиканская научно-техническая конференция «Проблемы создания новых строительных конструкций и технологии их производства». Минск, 1982.
5. Тарасов В. В., Пецольд Т. М. Железобетонные центрифугированные конструкции надземных технологических эстакад. Минск, Полымя, 1982.

Трибуна соревнующихся

УДК 69.003:658.387.64

Передовая бригада

На Костромском заводе железобетонных конструкций территориального управления строительства в цехе № 1 трудится бригада формовщиков, которой руководит Юрий Васильевич Жиликов. Этот коллектив первым на заводе вступил в социалистическое соревнование за высокую заводскую готовность выпускаемой продукции.

Ю. В. Жиликов трудится на заводе более 20 лет, из них 17 лет возглавляет бригаду. За эти годы он в совершенстве освоил технологию производства сборных железобетонных конструкций и изделий, а накопленный опыт успешно передает членам своего коллектива. За достигнутые успехи в выполнении производственных заданий передовой бригадир награжден орденом Трудовой Славы III степени, юбилейной медалью и несколькими знаками «Победитель социалистического соревнования».

В бригаде 7 формовщиков и крановщик, оплата труда которого зависит от результатов деятельности всего коллектива бригады. На одном из участков цеха № 1 формуются многопустотные плиты перекрытий. Одновременно бригада занята изготовлением дорожных плит и плит ПТП.

Бригадир организует дело так, что при отсутствии арматуры бригада занимается другими работами, используя имеющиеся в наличии каркасы. Члены бригады знают технологию изготовления любого железобетонного изделия, формуемого ими на заводе.

После формования и пропаривания изделия извлекают из камеры и после их остывания направляют на склад готовой продукции. Многие процессы формования, пропаривания и вывозки изделий на склад готовой продукции механизированы.

В цехе действуют два вибростола, на каждом из них за пультом управления занят один рабочий. Формовщики в совершенстве изучили устройство и способы обслуживания оборудования, мелкие ремонты выполняют сами. За смену бригада формует до 50 плит перекрытий и 7 плит ПТП или П-6. При ежедневной норме выработки 62 м³ бригада выпускает 65—70 м³ изделий.

Формовщики освоили способ получения железобетонных конструкций с высоко-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

качественными поверхностями. Для этого на поддон после укладки и закрепления арматуры наносится пластичный бетон слоем толщиной 2 см. В результате при формовании многопустотного настила перекрытий обеспечивается высокое качество поверхности плит.

При изготовлении многопустотных плит перекрытий прежде имели место плюсовые допуски по высоте изделия, что вызывало перерасход бетона. При формовании приходилось часть бетона удалять с изделия. Общими усилиями инженерно-технических работников и коллектива бригады этот недостаток сейчас устранен путем контролирования прилегания рамки к поддону и работы разравнивателя. Со стороны технолога, контролера ОТК, бригадира и заводской лаборатории повышен также контроль за дозировочными устройствами. Лаборатория делает контрольные проверки выдачи бетона дозировочными устройствами, обращает внимание на правильность взвешивания инертных материалов и цемента при приготовлении бетонной смеси. Большую помощь бригаде формовщиков оказывает ремонтная служба цеха, которая качественно ремонтирует металлические формы, вносит в них конструктивные изменения, позволяющие эксплуатировать их более эффективно.

Ю. В. Жиликов и члены его бригады постоянно контролируют работу всего коллектива, ведут учет выпускаемых изделий за каждую смену. Это позволяет точно определить вклад каждого рабочего за прошедший месяц, выявить недостатки, которые имели место в работе бригады, установить более точный учет труда каждого члена коллектива.

На заводе несколько бригад формовщиков с 1 декабря 1981 г. перешли на новую форму оплаты труда с применением коэффициента трудового участия каждого члена бригады в общей работе всего коллектива. Отделом труда и заработной платы разработана шкала коэффициентов трудового участия, которой предусмотрено, за какие факторы устанавливается наивысший коэффициент и за что он снижается.

Бригада формовщиков Ю. В. Жиликова с января 1982 г. переведена на работу по методу бригадного подряда. Такая организация труда на заводе внедрена впервые. Экономисты завода непосредственно в цехе изучали опыт работы передовой бригады, при этом рабочие не были об этом информированы. Специалисты стремились убедиться в возможности и целесообразности перевода всех бригад формовщиков на работу по бригадному подряду. Контрольные обследования показали, что перевод бригад формовщиков на новый метод труда реален. Экономическая лаборатория, отдел труда и заработной платы подготовили необходимую документацию, уточнили систему оценки и оплаты труда формовщиков, разработали положение о работе по методу бригадного подряда.

Принято решение труд формовщиков оценивать по двум показателям: выполнению задания по номенклатуре и снижению себестоимости выпускаемой продукции. Производственные отношения между дирекцией завода и коллективами бригад, работающих по бригадному подряду, оформлять договором, которым определяются задачи и функции руководства завода и коллективов бригад. Договором, в частности, предусмотрено введение талонной системы выдачи бетона на бетоносмесительном узле. Теперь, например, Ю. В. Жиликов или другие члены бригады выдают талоны водителю автомобиля, по которым он привозит бетон. Бригадир вместе с мастером ежедневно определяют потребное количество бетона для выполнения плана на смену. Если же бетон оказывается излишним, то бригада, имея дополнительную опалубку, формует блоки, исключая тем самым потери бетона.

Организацию труда по методу бригадного подряда рабочие восприняли положительно и активно принимают участие в реализации задач, поставленных перед коллективом. Среди членов передовой бригады формовщиков отличаются Н. М. Еремеев, Н. К. Смирнов, В. Л. Тощаков, Н. А. Пушкин, А. Ф. Галаничев, Л. Д. Колчина.

Коллектив бригады формовщиков Ю. В. Жиликова активно участвовал в социалистическом соревновании за досрочное выполнение плана и социалистических обязательств в честь 60-летия образования СССР и завершил выполнение заданий 1982 г. 17 декабря. Годовой план выполнен на 104%, сверх плана выпущено 677 м³ железобетонных конструкций. На 1 января 1983 г. бригада опережала рабочий календарь XI пятилетки на 53 дня и работала в счет марта третьего, сердцевинного года XI пятилетки.

Включившись в социалистическое соревнование, формовщики бригады Ю. В. Жиликова решили выполнить план третьего года XI пятилетки к 66-й годовщине Великого Октября, выдать сверх плана не менее 400 м³ сборных железобетонных конструкций, активно участвовать в работе по укреплению дисциплины труда, внести свой вклад в реализацию решений ноябрьского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС.

Е. М. НЕГИНСКИЙ, инж.

Конструкции

УДК 69.022.326:691.147'327

Л. М. ХЕЙФЕЦ, инж. (ЛенЗНИИЭП)

Трехслойные панели с фрикционными связями

Для освоения северных и восточных районов страны, занимающих территорию более 10 млн. км², очень важной является проблема ограждающих конструкций зданий. К таким конструкциям предъявляются жесткие требования: они должны быть легкими, транспортабельными и обладающими высоким сопротивлением теплопередаче. Таковы трехслойные панели с эффективным утеплителем.

В настоящее время наибольшее распространение получают трехслойные панели с гибкими связями, однако они обладают весьма существенными недостатками — укладываемый между скорлупами утеплитель выполняет также и несущие функции от ветровой нагрузки, сами скорлупы работают несовместно на статические воздействия, так как объединены гибкими связями.

Указанных недостатков лишены панели с жесткими связями, которые позволяют применять наиболее эффективные утеплители, так как они не подвержены воздействию внешних сил; наиболее полно в таких конструкциях используется несущая способность материала скорлуп, объединенных жесткими связями в пространственную систему. Недостатком панелей с жесткими связями при использовании их в качестве наружных ограждений здания, эксплуатируемого в экстремальных климатических условиях, является депланация. Она возникает из-за значительных температурных деформаций наружной скорлупы.

Описываемая ниже конструкция является модернизацией панели с жесткими связями. Заменив жесткие связи фрикционными, мы получили конструкцию, обладающую достоинствами панелей с жесткими связями и вместе с тем лишенную ее основных недостатков.

Одношаговая панель размерами 3060×3590 и толщиной 250 мм (рис. 1) собирается из двух ребристых фибробетонных скорлуп толщиной по 75 мм. Ребра скорлуп трапецеидальные, средней толщиной 50 мм, окаймляют оконный

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

проем и наружный контур. В рассматриваемом примере полки скорлуп имеют толщину всего 15 мм. Средняя кубиковая прочность фибробетона 500 кгс/см², $\mu = 1{,}5\%$, фибры диаметром 0,3 и 0,7 мм и длиной соответственно 25 и 50 мм.

Скорлупы объединяются с помощью прокладок и стяжных болтов, затягиваемых на определенное расчетом усилие. Ребра скорлуп соосны и, объединенные связями, представляют собой составные двутавровые балки. Ответственным элементом панели является прокладка между скорлупами, выполняемая в рассматриваемом случае из древесины, пропитанной антисептиками и антипиренами. Стяжной болт (шпилька), имеющий антикоррозионное покрытие, ввинчивается в закладную деталь наружной скорлупы. Для компенсации потерь усилий натяжения стяжного болта рекомендуется использовать тарельчатые шайбы.

В условиях Севера внутренняя скорлупа стеновой панели здания практически не претерпевает температурных деформаций, а наружная подвергается воздействию перепада температур порядка 100°С. При этом скорлупы проскальзывают относительно друг друга по прокладкам и в то же время благодаря наличию стяжных болтов воспринимают статические нагрузки как пространственная конструкция.

На научно-экспериментальной базе ЛенЗНИИЭП был испытан фрагмент панели в виде простеночного участка натуральной величины. Фрагмент загружался пневмопригрузами горизонтальной, равномерно распределенной нагрузкой 300 кг/м² при различных усилиях в стяжных болтах. При натяжении 500 кг в каждом болте-шпильке конструкция работала как единый пространственный блок, дальнейшее увеличение натяжения (до 700 кг) не уменьшало прогибов фрагмента. Прогибы фрагмента, имевшего расчетный пролет 2780 мм от равномерно распределенной нагрузки 300 кг/м², соответствовавшей расчетной ветровой нагрузке 150 кг/м² (VII ветровой район для зданий до 9 этажей), составили примерно 0,001l, что в 5 раз меньше допускаемых СНиП.

Рис. 2. Панель, изготовленная на экспериментальной базе ЛенЗНИИЭП

При использовании в качестве теплоизоляции слоя толщиной 16 см фенольно-резольного заливочного пенопласта или плиточного пенополистирола ($\gamma = 40$ кг/м³) сопротивление теплопередаче по глади стены составит $R_0 = 3{,}8 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ ($4{,}4 \frac{м^2 \cdot ч°С}{ккал}$), что вполне удовлетворяет суровым климатическим условиям (—55°С), предусмотренным типовой серией домов 111-122 для БАМа, применительно к которой выполнена рассматриваемая панель.

Технико-экономический анализ показателей панели с фрикционными связями выявил ее существенные преимущества по сравнению с однослойной керамзитоперлитобетонной, применяемой в проектах домов серии 111-122 (см. таблицу).

Показатель и единица измерения	Однослойная панель из керамзитоперлитобетона марки М50	Многослойная панель из сталефибробетона с утеплителем из ФРП-1
Размеры, м	0,40×3,06×3,59	0,25×3,06×3,59
Масса, кг	3140	945
Объем бетона, м³	3,14	0,38
Расход стали, кг	41,7	45,4
Расход ФРП-1, м²	—	0,95
Расчетная производственная себестоимость, р.	155,7	112,2
Годовые затраты на отопление, р.	4.6	1,6
Приведенные затраты, р.	301,4	193,6

Однако преимущества панелей с фрикционными связями этим не исчерпываются (рис. 2). Наиболее полно они могут быть выявлены в зданиях с широким шагом поперечных стен (6 м и более), а также в каркасных зданиях, когда скажется их принципиальное преимущество перед панелями с гибкими связями. За счет фрикционных связей скорлупы объединяются в пространственный блок, имеющий высокую несущую способность на горизонтальные нагрузки и повышенную жесткость. Последнее обстоятельство очень существенно при транспортировании и монтаже изделий. После производственной проверки предлагаемая конструкция стеновой панели может найти широкое применение в гражданском строительстве на Севере.

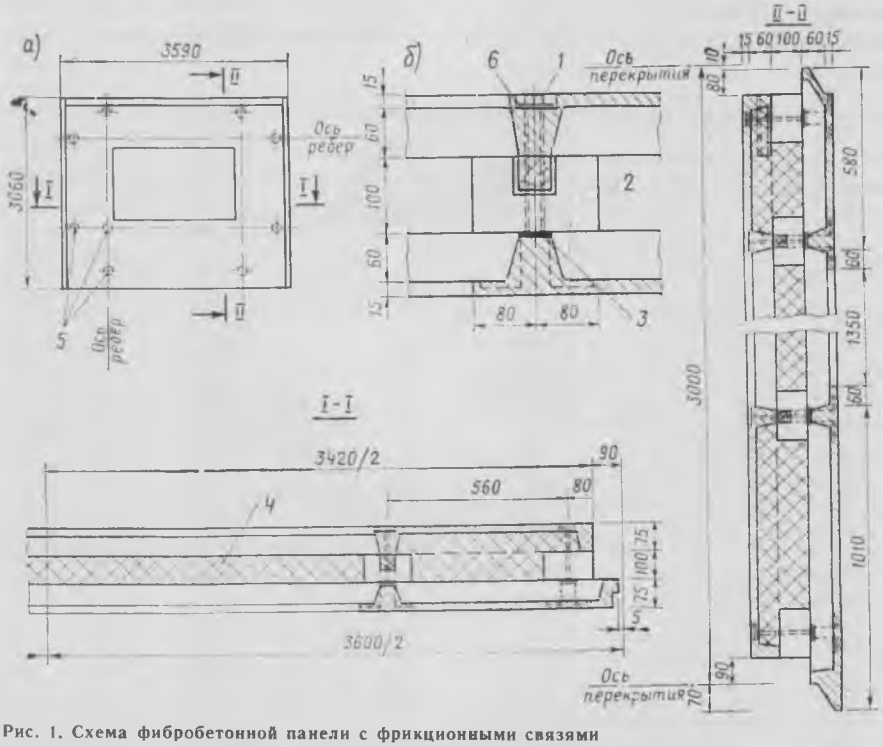


Рис. 1. Схема фибробетонной панели с фрикционными связями

а — фасад панели; *б* — деталь фрикционной связи; *1* — стяжной болт (шпилька); *2* — прокладка; *3* — закладная деталь; *4* — утеплитель; *5* — фрикционные связи; *6* — тарельчатая шайба

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327.022.612

В. И. СОЛОМАТОВ, д-р техн. наук, проф. (МИИТ); А. И. МОРДИЧ, канд. техн. наук;
И. С. ЧЕРНЕНКОВ, Н. В. ЗАВАДСКАЯ, инженеры (НПО Дорстройтехника, Минск)

Бетон с фиксированным щебеночным каркасом

Известно, что разрушение бетона — результат накопления повреждений, начиная с образования микротрещин, постепенного объединения их с ростом нагрузки в макротрещины и затем в магистральные трещины к моменту полного разрушения. Опыты показали, что крупный заполнитель тормозит распространение трещин, а в мелкозернистом бетоне или цементно-песчаном растворе они появляются позднее, чем в крупнозернистом [1]. Можно предположить, что бетон, включающий регулярный устойчивый каркас из крупного заполнителя и матрицу из мелкозернистого раствора, должен обладать повышенной прочностью и жесткостью. При этом важно иметь взаимный контакт зерен крупного заполнителя при минимальной толщине между ними прослоек из цементного раствора [2].

Обеспечить это условие на практике традиционными способами приготовления и укладки бетонной смеси трудно. Предпочтительнее в таком случае выполнять формование раздельной укладкой составляющих, в частности сначала — предварительно виброуплотненного крупного щебня, образующего каркас, положение которого зафиксировано легким обжатием, и затем цементно-песчаного раствора в межзерновое пространство[1]. Доступность суперпластификаторов обеспечивает образование высококачественной матрицы из раствора.

В Белдорнии НПО Дорстройтехника выполнены сопоставительные испытания образцов из бетона одинаковых составов, приготовленного обычным смешением (1-й способ), раздельной укладкой (сначала — виброуплотненного крупного заполнителя и затем — раствора) без фиксации щебеночного каркаса (2-й способ), раздельной укладкой с фиксацией каркаса (3-й способ). Были изготовлены кубиковые образцы с ребром 15 см и призмы 15×15×60 см. Составы бетона представлены в табл. 1.

[1] А. с. № 870151. **И. С. Черненко, В. И. Соломатов, А. И. Мордич.** Способ изготовления бетонных и железобетонных изделий. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1981, № 37.

Таблица 1

Составы	Расход на 1 м³ бетона			В/Ц
	песка, кг	воды, л	суперпластификатора, кг	
1	520	128	6,40	0,37
2	451	160	—	0,47

Примечание. Расход цемента для обоих составов — 350 кг, щебня — 1540 кг.

В качестве вяжущего был применен портландцемент Волковысского завода активностью 55 МПа, плотностью 3,10 т/м³ и нормальной густотой 27,5%. Мелкий заполнитель — речной песок фракции 0—2,5 мм, плотностью 2,64 т/м³, объемной массой в виброуплотненном состоянии 1,84 т/м³, модулем крупности 2,17, пустотностью 31%, водопотребностью 8,25%. Крупный заполнитель — гранитный щебень плотностью 2,76 т/м³, объемной массой в виброуплотненном состоянии 1,54 т/м³ и пустотностью 37%. Вода — питьевая. Применение суперпластификатора С-3 в количестве 0,6% массы цемента позволило снизить В/Ц на 22% и обеспечить одинаковую подвижность бетона или растворной части обоих составов.

Для приготовления бетона по 2-му способу готовый раствор вводили при вибрации в течение 5—7 мин в формы, заранее заполненные щебнем фракции 20—40 мм, уплотненным на стандартной лабораторной виброплощадке. По 3-му способу фиксацию виброуплотненного щебня осуществляли обжатием перфорированной крышкой с давлением 0,02 МПа на площадь пересекаемой ею поверхности. Раствор в этом случае вводили при вибрации в течение 8—10 мин через отверстия в крышке. Бетон образцов твердел в естественных условиях в камерах при постоянной температуре +20±2°С и влажности 90%. Последние 45 сут образцы 1—6 перед испытанием хранили на открытом воздухе в цехе при той же температуре.

Испытания проводили по стандартной методике (табл. 2). Из таблицы видно, что прочность при сжатии бетона, при-

Таблица 2

№ образца	Способ изготовления	Призменная прочность $R_{пр}$, МПа	Кубиковая прочность R, МПа	Параметрические уровни		$\frac{R_т^0}{R_{пр}}$	$\frac{R_т}{R_{пр}}$	$E_б \cdot 10^4$, МПа
				$R_т^0$, МПа	$R_т^v$, МПа			
1	1(С-3)	39,7	45,0	26,2	34,1	0,66	0,86	3,39
2		34,1		23,7	32,0	0,70	0,94	3,01
3	2(С-3)	37,1	48,6	29,7	34,0	0,80	0,92	3,73
4		40,3		30,8	34,0	0,76	0,84	3,78
5	3(С-3)	47,8	59,6	38,6	41,8	0,81	0,87	5,12
6		41,9		34,4	36,0	0,82	0,86	4,84
7	1	17,1	24,5	8,2	17,1	0,48	1,00	2,27
8		16,6		—	16,6	—	1,00	2,49
9		19,3		10,0	19,3	0,52	1,00	2,41
10	2	17,9	26,2	11,0	17,9	0,61	1,00	3,04
11		19,5		—	19,5	—	1,00	3,08
12		20,4		12,4	18,8	0,61	0,92	2,85
13	3	20,6	29,3	—	—	—	—	3,27
14		20,8		14,5	17,0	0,70	0,82	2,90
15		24,1		17,5	20,0	0,73	0,83	3,29
16	1(С-3)	27,6	33,6	19,0	23,0	0,69	0,83	3,84
17	2(С-3)	30,4	39,3	24,0	26,1	0,79	0,86	4,20
18	3(С-3)	33,6	44,9	27,2	29,2	0,81	0,87	4,58

Примечание. Возраст образцов 1, 2 — 147 сут; 3, 4 — 149 сут; 5 — 152 сут; 6 — 151 сут, остальных — 28 сут.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

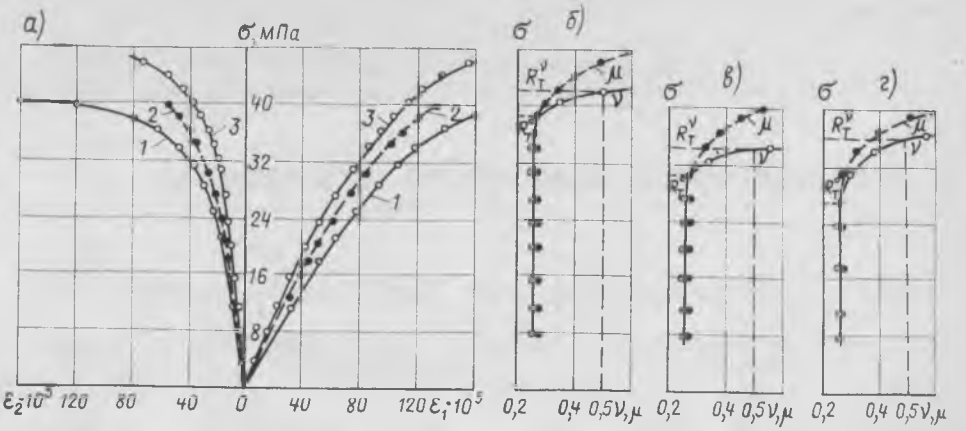
готовленного раздельной укладкой, выше прочности бетона обычного приготовления. Так, при фиксированном щебеночном каркасе призменная прочность возросла на 22—24%, а без фиксации каркаса — на 5—10%. Аналогичное положение отмечалось и при испытаниях кубиков. Вероятно, в этих случаях обеспечивалось более полное включение в работу крупного заполнителя при соответственном уменьшении толщины прослоек цементно-песчаного раствора в контактах между зернами.

Прочность образцов 1—6, изготовленных с применением суперпластификатора, была на 34—48% выше прочности образцов-близнецов 16—18, испытанных через 28 сут. Причем большее увеличение прочности имело место при фиксированном щебеночном каркасе, что может быть объяснено увеличением прочности сцепления цементно-песчаной матрицы и заполнителя по поверхностям раздела, а также прорастанием и упрочнением кристаллов цементного камня в контактных зонах между зернами крупного заполнителя при одновременном исключении или существенном уменьшении деформаций усадки раствора.

В образцах без суперпластификатора сохранились примерно те же соотношения прочностей бетонов, приготовленных тремя рассматриваемыми способами. Но в целом вследствие сравнительно высокого значения $B/Ц$ структура раствора была более пористой и рыхлой, чем при применении суперпластификатора, в результате чего и общая прочность образцов была ниже.

В процессе нагружения призм сжимающим усилием замеряли продольные ε_1 и поперечные ε_2 относительные деформации. Их изменения в зависимости от действующих напряжений σ представляли графически (см. рисунок). По этим значениям $\sigma = f(\varepsilon_1)$ были определены опытные величины начального модуля упругости бетона E_0 при $\sigma = 0{,}3\,R_{пр}$. Как видно из рисунка, а также данных табл. 2, вследствие более эффективного включения жесткого крупного заполнителя модуль упругости бетона $E_б$ при наличии каркаса был на 32—55% выше, чем бетона традиционной укладки.

Для того, чтобы оценить процесс накопления микроразрушений в бетоне с ростом нагрузки, была использована методика О. Я. Берга [3]. На рисунке представлено изменение коэффициента поперечных деформаций $\mu = \dfrac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ и коэффициента удельных поперечных деформаций $\nu = \dfrac{\Delta\varepsilon_2}{\Delta\varepsilon_1}$ с ростом сжимающих напряжений σ соответственно для



Диаграммы ($а$) деформирования σ—ε призм, изготовленных обычной укладкой смеси (*1*), раздельной укладкой без фиксации щебеночного каркаса (*2*) и с его фиксацией (*3*); $б$ — изменение соотношения поперечных и продольных относительных деформаций $\mu = \dfrac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ и их приращений $\nu = \dfrac{\Delta\varepsilon_2}{\Delta\varepsilon_1}$ в призмах, изготовленных с фиксацией каркаса; $в$ — то же, без фиксации каркаса; $г$ — с обычной укладкой смеси

образцов 5, 3 и 1. Наличие в бетоне устойчивого каркаса повышает не только конечную его прочность, но и значения параметрических уровней $R_т^0$ и $R_т^\nu$. При этом в образцах с суперпластификатором значения $R_т^0 / R_{пр}$ составляли 0,66—0,82, а без него находились в пределах 0,48—0,73. При наличии фиксированного щебеночного каркаса по сравнению с бетоном без его фиксации и тем более с бетоном обычной укладки отмечается не только повышение уровня $R_т^0 / R_{пр}$, но и уменьшение разницы $R_т^\nu - R_т^0$. Отмеченные обстоятельства наводят на мысль, что чем плотнее образованный в бетоне щебеночный каркас, тем эффективнее он сдерживает образование и развитие микротрещин в матрице, а, как отмечалось [1], в мелкозернистом цементно-песчаном растворе они появляются позднее, чем в среднезернистом, хотя развиваются более интенсивно.

Верхняя параметрическая точка $R_т^\nu$, соответствующая началу интенсивного разрыхления структуры бетона и нарушения ее сплошности по границам раздела «цементный камень — заполнитель», для образцов с суперпластификатором находилась примерно на одном уровне ($R_т^\nu / R_{пр} = 0{,}83$—$0{,}94$) независимо от способа изготовления, а для образцов без суперпластификатора отношение $R_т^\nu / R_{пр}$ уменьшилось с 1,00 для образцов, изготовленных по 1-му и 2-му способам, до 0,82 — для образцов, изготовленных по 3-му способу, с фиксированным щебеночным каркасом. Очевидно, щебеночный каркас после достижения напряжениями σ значений $R_т^\nu$ обеспечивает восприятие сжимающего усилия.

Представленные данные являются первыми результатами исследования бетонов с фиксированным щебеночным каркасом. Возможной рациональной областью применения предложенного способа является заводское производство стоек, колонн, элементов опор-стенок мостов, сплошных и некоторых типов ребристых плит (в том числе и предварительно напряженных) наибольшей толщиной до 45—50 см.

Как показывает технико-экономический расчет, несмотря на некоторое усложнение технологии, обусловленное фиксацией щебеночного каркаса, увеличением продолжительности вибрирования, а также потребностью обогащения мелкого заполнителя, предложенный метод обеспечивает экономический эффект за счет применения крупного заполнителя фракции 20—40 мм, сокращения на 30—50 кг цемента для приготовления 1 м³ бетона одинаковой прочности и снижения затрат труда. Так, на 1 м³ изделия из бетона марки М50 эффект от применения предложенного способа составляет 1,24 р.

Дальнейшие исследования направлены на отработку режимов и создание технологического оборудования, позволяющего сократить продолжительность вибрирования в 2 раза и более, обеспечить полную механизацию всего технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А. А., Яшин А. В., Петрова К. В. и др. Прочность, структурные изменения и деформации бетона / Под ред. А. А. Гвоздева. М., Стройиздат, 1978.
2. Шейкин А. Е., Чеховский Ю. В., Бруссер М. И. Структура и свойства цементных бетонов. М., Стройиздат, 1979.
3. Исследования прочности и долговечности бетона транспортных сооружений. Труды ЦНИИС, вып. 60. М., 1966.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.983

П. Г. ЛАВРИНЕВ, инж.; И. Ф. РУДЕНКО, д-р техн. наук;
К. М. КОРОЛЕВ, А. Н. СТУЛЬЧИКОВ, В. Н. КУЗИН, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Сталефибробетон роликового формования

В настоящее время в нашей стране и за рубежом проявляется значительный интерес к дисперсному армированию [1, 2].

НИИЖБ проводил исследования для оценки возможности изготовления изделий и конструкций из жестких мелкозернистых сталефибробетонных смесей по безвибрационной технологии роликового формования. Конструктивная схема установки роликового формования изделий из мелкозернистого бетона проста [3, 4]. Исследования осуществляли на лабораторном стенде НИИЖБ с принудительным поворотом уплотняющего рабочего органа, позволяющем изготовлять плиты размером 1000×450×7 мм.

В качестве вяжущего применяли портландцемент марки 400 Воскресенского завода «Гигант», а мелким заполнителем служил кварцевый песок с $M_{кр}$ = 1, 8...2. В качестве дисперсно армирующих бетон волокон применяли фибру из низкоуглеродистой стали общего назначения прочностью 600 МПа (ГОСТ 3282—74), длиной 50 мм, диаметром 0,5 мм. Дозирование компонентов бетонной смеси осуществляли с точностью ±0,5% массы цемента и воды и ±1% массы песка и стальной фибры. Расход вяжущего принят постоянным (500 кг/м³). Расход песка устанавливали из расчета объемной массы песка в уплотненном состоянии в 1 м³ (1750 кг/м³). Процент армирования сталефибробетона варьировали в пределах 0,8—1.6 по объему (табл. 1).

При смешивании исходных компонентов стальная фибровая арматура иногда образует комки, что приводит к неравномерному распределению металлических волокон в замесе и к ухудшению физико-механических свойств сталефибробетона. Для более равномерного распределения металлических волокон в объеме замеса и повышения физико-механических свойств сталефибробетонную смесь приготовляли в спирально-вихревом безлопастном смесителе с гибким корпусом [5] конструкции СПКО Оргтехстроя МПСМ Латв ССР, в котором качественное смешивание достигалось колебательными движениями днища.

Прочность сталефибробетона определяли по ГОСТ 10180—78 на образцах-кубах с ребром 7 см и призмах размером 7×7×28 см, выпиленных алмазной пилой из фрагментов плиты после 28 сут нормального твердения.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1. Для сравнения рассмотрены прочностные показатели образцов-кубов с ребром 10 см и призм размером 10×10×40 см в возрасте 28 сут нормального хранения, отформованных по вибрационной технологии на стандартной виброплощадке с частотой колебаний 50 Гц и амплитудой 0,5 мм. Состав смеси $Ц:П = 1:2,5$ с $В/Ц = 0,4$ при различной степени армирования. Результаты представлены с учетом переходного коэффициента на размеры образцов с ребром 7 см согласно ГОСТ 10180—78.

Анализ полученных данных показал, что при введении 0,8% массы бетона стальной фибровой арматуры в бетонную смесь прочность на осевое сжатие увеличивается в среднем на 15% по сравнению с бетоном без фибры (матрицы), а прочность на растяжение при изгибе возрастает на 60—63%. При этом следует отметить, что такой процент увеличения прочности сталефибробетона, производимого по роликовой технологии, характерен для бетонных смесей с $В/Ц$, равным 0,26 и 0,32.

При введении 1,2% объема бетона фибровой арматуры прочность на осевое сжатие сталефибробетона увеличилась в среднем на 25% по сравнению с бетонной матрицей, а на растяжение при изгибе — на 100%.

Введение 1,6% объема бетонной смеси стальной фибровой арматуры еще больше повышает прочностные характеристики сталефибробетона: при осевом сжатии на 34—35%, а на растяжение при изгибе — в среднем на 140% по сравнению с бетонной матрицей.

Как известно, эффективность работы бетонов со стальными волокнами зависит не только от размера стальных волокон и марки стали, но и от характера их ориентации в бетоне [1]. При дисперсном армировании бетонной матрицы волокнами можно выделить три варианта армирования: с явной ориентацией фибровой арматуры в направлении действующих усилий, с плоскостной ориентацией и с хаотичным распределением стальной фибры в объеме смеси.

С целью изучения влияния ориентации фибровой арматуры в процессе уплотнения сталефибробетонной смеси по технологии роликового формования две плиты распилили на образцы-балочки вдоль и поперек плиты. Результаты испытаний образцов-балочек на растяжение при изгибе представлены в табл. 2.

Таблица 1

Состав, кг/м³ Ц	П	В	Расход фибры, %	R_c	$R_{р.и}$
Роликовое формование					
500	1750	160	1,6	80,9*	14,8
				35,8	143,0
500	1750	130	1,6	88,3	16,3
				34,6	140,0
500	1750	160	0,8	70,4	9,8
				15,0	60,0
500	1750	130	0,8	75,0	11,1
				14,0	63,0
500	1750	145	1,2	79,3	12,8
				26,0	103,2
500	1750	145	1,2	78,5	12,5
				25,3	98,0
500	1750	145	1,2	77,8	12,2
				24,2	95,0
500	1750	130	—	65,6	6,8
500	1750	160	—	59,6	6,1
Вибрационное формование					
590	1480	236	—	33,0	3,4
590	1480	236	0,5	36,0	5,1
				9,1	50,0
590	1480	236	1,0	39,0	6,5
				18,2	91,2
590	1480	236	1,5	41,0	8,3
				24,2	144,0
590	1480	236	2,0	45,0	9,9
				36,4	191,2

* Над чертой — прочность, МПа, под чертой — процент увеличения прочности сталефибробетона по отношению к матрице.

Таблица 2

$R_{р.и}$ МПа	n
10,5/14,6*	25/62*
11,6/15,1	28/76
10,9/14,7	31/68
9,4/13,1	18/47
9,6/12,6	22/38
9,5/12,7	19/43

* Перед чертой — при распиле поперек плиты, после черты — вдоль.

Анализ данных табл. 2 свидетельствует о том, что прочность на растяжение при изгибе сталефибробетонных образцов-балочек, выпиленных вдоль

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

плиты, на 25—30% выше, чем поперек. Кроме того, после испытаний образцов-балочек на растяжение при изгибе в плоскости излома тщательно подсчитали стальные волокна (см. табл. 2), выступавшие из образцов. При этом установлено, что и повышение прочности на растяжение при изгибе образцов-балочек, выпиленных вдоль плиты, и количество фибровой арматуры, попавшей в зону излома балочек, свидетельствуют о том, что стальной волокнистый наполнитель в процессе уплотнения сталефибробетонной смеси приобретает явную ориентацию в бетонном материале в направлении действующих усилий. Этим и объясняется повышение на 25—30% прочности на растяжение при изгибе образцов-балочек, выпиленных вдоль плиты.

Для сравнения несущей способности плит покрытия трамвайных путей размером 1740×680×120 мм испытали две сталефибробетонные плиты, выполненные вибрационным методом и по технологии роликового формования. Разрушающая нагрузка для плиты, изготовленной методом роликового формования, оказалась выше на 21%.

Выводы

Подтверждена возможность повышения прочности бетона (на сжатие до 35% и при изгибе в 2,4 раза) при введении 1,6% фибровой арматуры.

Показана возможность качественного уплотнения по роликовой технологии фибробетонных смесей из песчаного бетона с расходом цемента 500 кг/м³ и *В/Ц*, равным 0,26 и 0,32.

Установлено, что метод роликового формования позволяет создавать ориентированное плоскостное расположение фибровой арматуры, что значительно повышает коэффициент использования дисперсного армирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабинович Ф. Н. Бетоны, дисперсно армированные волокнами. — В реф. сб. ВНИИЭСМ, М., 1976.
2. Курбатов Л. Г. Перспективы применения сталефибробетона. — В кн.: Исследование и расчет экспериментальных конструкций из фибробетона. Л., ЛенЗНИИЭП, 1978.
3. Руденко И. Ф., Селиванова С. А., Кузин В. Н. Роликовое формование бетонных и железобетонных изделий. — На стройках России, 1979, № 9.
4. Архипкин А. А., Лавринев П. Г. Технология роликового формования плоских бетонных и железобетонных изделий из мелкозернистых смесей. — В кн.: Исследования в области технологии и структурообразования строительных материалов и изделий на их основе. Тезисы докладов, Тбилиси, 1981.
5. Королев К. М. Безлопастные смесители с гибким корпусом.— Бетон и железобетон, 1981, № 6.

Заводское производство

УДК 691.327:697.5

Л. Ф. ГЛУЩЕНКО, Н. Ф. ЛИСИЦКИЙ, кандидаты техн. наук (КИСИ)

Оптимальные условия пароразогрева бетонной смеси в устройствах непрерывного действия

Одним из методов сокращения времени тепловой обработки железобетона является формование изделий из горячей бетонной смеси.

Наиболее удобен и эффективен пароразогрев на посту формования в устройствах непрерывного действия. Важным звеном в данной технологической линии является устройство для пароразогрева. Рациональную конструкцию устройства можно разработать только после тщательного анализа и учета всех тепловых явлений, реализующихся в ходе нагрева смеси. Необходимо рассматривать технологию изготовления изделий из горячей смеси, а также возможность выполнения теплового расчета отдельных процессов и конструкций подогревающего устройства в целом.

Технология формования изделий из предварительно нагретой смеси достаточно изучена [1]. Однако практически отсутствуют данные по качественной оценке интенсивности теплообмена при пароразогреве смеси и тепловому расчету подогревающего устройства. Это значительно сдерживает широкое использование данного метода при производстве железобетонных изделий.

Качественный анализ процесса пароразогрева бетонной смеси показал, что его можно условно разделить на две стадии. Первая — теплоотдача от пара, конденсирующегося на частицах внешнего слоя бетонной смеси. При этом из-за притока массы конденсата наряду с увеличением температуры смеси растет и ее водосодержание. Вторая стадия — перераспределение теплоты между растворной частью смеси и заполнителем. О таком перераспределении свидетельствует наблюдаемое снижение температуры смеси после пароразогрева в подогревающих устройствах [2]. Суммарный результат пароразогрева определяется как первой стадией взаимодействия смеси с паром, которую условно назовем внешним теплообменом, так и второй стадией — внутренним теплопереносом.

Современное состояние теории не позволяет аналитически рассмотреть задачу о теплообмене при конденсации пара на твердом дисперсном материале. Внутренний перенос теплоты может быть решен аналитически. Анализ уравнения для расчета средней температуры заполнителя бетонной смеси [3] показал, что скорость его нагрева растет при увеличении коэффициента теплоотдачи от пара к смеси лишь до определенного предела. Дальнейшая интенсификация внешнего теплообмена существенно не влияет на ход процесса в целом. При приближении коэффициента теплоотдачи внешнего теплообмена к предельным значениям средняя температура заполнителя приближается к максимально возможному (предельному) значению, которое определяется уравнением [4]

$$T_{з\,(пр)}(\tau) = T_s - (T_s - T_б') \sum_{n=1}^{\infty} B_n \exp(-\mu_n^2 \mathrm{Fo}), \quad (1)$$

где T_s — температура насыщения пара; $T_з(\tau)$ — средняя температура заполнителя в момент времени τ; $T_б'$ — начальная температура бетонной смеси; $\mathrm{Fo} = \frac{a\tau}{R^2}$ — число Фурье (R — радиус заполнителя; a — коэффициент температуропроводности заполнителя).

Очевидно, наиболее целесообразно при пароразогреве смеси обеспечить такую интенсивность теплообмена, чтобы средняя температура заполнителя была близка к ее предельному значению. По интенсивности передачи тепла такой режим разогрева будет оптимальным. Для этого режима справедливо соотношение

$$\lim_{\alpha \to \alpha^*} [T_{з\,(пр)}(\tau) - T_з(\tau)] = \delta T. \quad (2)$$

Разность между предельной и действительной средней температурами заполнителя δT можно принять равной 2—4 К. Подставив в (2) уравнение (1) и

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

полученную в [3] зависимость для определения $T_з(\tau)$, после преобразований получим

$$3\left(\frac{1}{\mathrm{Pd}}-\frac{1}{\sqrt{\mathrm{Pd}}\,\mathrm{tg}\,\sqrt{\mathrm{Pd}}}\right)\times$$

$$\times\exp\left(-\mathrm{Pd}\cdot\mathrm{Fo}\right)+\sum_{n=1}^{\infty}\frac{B_n}{1-\frac{\mu_n^2}{\mathrm{Pd}}}\times$$

$$\times\exp\left(-\mu_n^2\,\mathrm{Fo}\right)=\frac{\delta T}{T_з-T_б^{'}}+$$

$$+\sum_{n=1}^{\infty}B_n\exp\left(-\mu_n^2\,\mathrm{Fo}\right),\qquad(3)$$

где $\mathrm{Pd}=\frac{\beta R^2}{a}$ — число Предводителева;

$\beta=\frac{a}{\varphi R\sqrt[3]{1+\psi-\Pi_0 N}}$ — параметр, характеризующий скорость подъема температуры раствора; ψ — отношение объемов раствора и заполнителя; φ — отношение толщины потока смеси к радиусу заполнителя; Π_0 — пористость; N — параметр, характеризующий теплофизические свойства смеси.

При известном времени разогрева, обусловленном конструктивным исполнением подогревающего устройства, известных теплофизических свойствах и размерах заполнителя уравнением (3) можно определить минимальную интенсивность теплообмена, при которой достигается оптимальный режим разогрева бетонной смеси. Выполненные расчеты показали, что оптимальным будет режим разогрева при коэффициенте внешней теплоотдачи $\alpha^*=10^5$—$5\cdot10^5$ Вт/(м²·К). Согласно [5], такую интенсивность теплообмена можно достигнуть при конденсации пара на свободно падающем потоке бетонной смеси. Однако в этом случае смесь после разогрева является температурно-неоднородной, так как в процессе пароразогрева рост температуры раствора значительно опережает рост средней температуры заполнителя. Максимальная разность температур между компонентами смеси [3] наблюдается через 0,6—1 с после начала разогрева. В течение такого же времени происходит разогрев смеси в процессе ее свободного падения. Так, при высоте рабочей зоны подогревающего устройства 2—3 м время нагрева составляет 0,6—0,8 с.

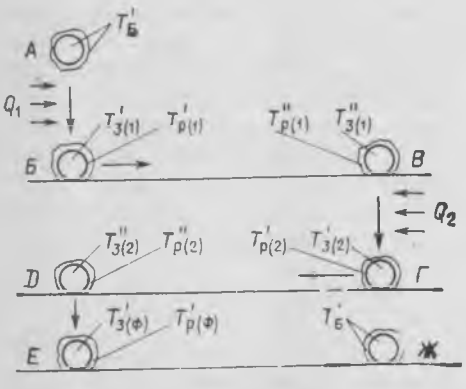


Рис. 1. Схема пароразогрева бетонной смеси в устройствах непрерывного действия с цикличным подводом теплоты

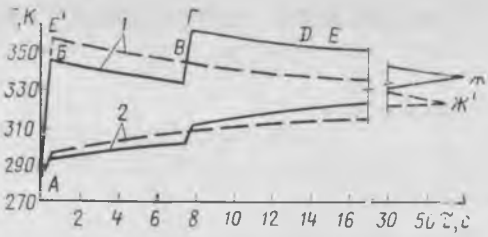


Рис. 2. Изменение температуры раствора (*1*) и заполнителя (*2*) при пароразогреве бетонной смеси в устройствах непрерывного действия

———— цикличный подвод теплоты; — — — непрерывный подвод теплоты

Для обеспечения температурной однородности смеси необходимо увеличить время контакта ее компонентов в ходе разогрева. Этого можно достигнуть благодаря цикличному подводу пара к смеси и промежуточному транспортированию ее в корпусе подогревающего устройства между циклами подвода теплоты. Для промежуточного транспортирования можно использовать виброступени, ленточный транспортер, диск с вращающимися лопастями и т. п.

На рис. 1 представлена схема, а на рис. 2 — изменение температуры компонентов при пароразогреве смеси в оптимальном режиме внешнего теплообмена с цикличным подводом теплоты и промежуточным транспортированием по виброступеням.

Смесь подают в бункер подогревающего устройства. При этом $T_з^{'}=T_р^{'}=T_б^{'}$. При падении смеси из бункера до первого транспортирующего органа ($А$—$Б$) к ней подводится теплота Q_1. Температура раствора при этом повышается до $T_{р(1)}^{''}$, а заполнителя — до $T_{з(1)}^{''}$ ($T_{р(1)}^{''}>T_{з(1)}^{''}$). При перемещении по виброступени ($Б$—$В$) происходит интенсивное перемешивание смеси и теплота передается от раствора к заполнителю. Температура компонентов смеси при транспортировании рассчитывается одним из приближенных методов решения задач нестационарной теплопроводности, например интегральным методом теплового баланса. При падении на следующий транспортирующий орган ($В$—$Г$) и перемещении по нему ($Г$—$Д$) процессы протекают аналогично. Согласно проведенным расчетам, число транспортирующих органов, их размеры и скорость перемещения по ним смеси следует принимать из условия, чтобы общее время контакта компонентов составляло 15—20 с.

После подогревающего устройства горячую бетонную смесь подают в форму ($Е$), где и окончательно выравнивается температура компонентов до состояния равновесия ($Ж$).

На рис. 2 показано также изменение температуры компонентов смеси при ее пароразогреве в оптимальном режиме внешнего теплообмена без промежуточного транспортирования. Путь перемещения смеси в этом случае равен сумме расстояний между транспортирующими органами при цикличном подводе теплоты. После подогревающего устройства ($Е'$) разность температур между раствором и заполнителем более значительна, а конечная температура смеси ($Ж'$) ниже, чем при нагреве с цикличным подводом теплоты.

При испытании устройства непрерывного действия бетонная смесь с фракцией щебня 10—20 мм (средний диаметр щебня 15, 17 мм) нагревали паром до 348 К при высоте рабочей зоны 1,4 м. Снижение температуры смеси после разогрева в результате перераспределения теплоты между раствором и заполнителем и теплопотерь составило 10 К. При разогреве смеси с аналогичной фракцией щебня в устройстве с непрерывным подводом теплоты и высотой рабочей зоны 2 м, эксплуатируемом на Первомайском ЖБК-2 объединения Харьковжелезобетон [2], температура горячей бетонной смеси составила 328 К, а после разогрева снизилась до 18 К.

Таким образом, при пароразогреве бетонной смеси в оптимальном режиме внешнего теплообмена цикличный подвод теплоты позволяет повысить температурную однородность между компонентами и увеличить конечную температуру смеси после разогрева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыскин А. В., Булатова Е. Н. Технология изготовления изделий из разогретых бетонных смесей. Киев, Будівельник, 1977.
2. Бородинов В. К., Мчедлов-Петросян О. П., Шеин В. И. Применение противоточного пароразогрева бетонной смеси для изготовления бортовых камней. — Бетон и железобетон, 1977, № 7.
3. Глущенко Л. Ф., Лисицкий Н. Ф. Метод интенсификации теплообмена и повышения эффективности пароразогрева строительных смесей. — Строительство и архитектура (Известия вузов), 1980, № 8.
4. Лыков А. В. Теория теплопроводности. М., Высшая школа, 1967.
5. Исаченко В. П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:666.9-128:539.4

И. М. КРАСНЫЙ, канд. техн. наук, П. П. ИВЛЕВ, О. Ф. СЕРЕДОВА, инженеры (НИИЖБ)

Прочность мелкозернистого бетона с учетом остаточного воздуха

При вибрации бетонной смеси в ней остается невытесненный воздух, объем которого ($V_в$) тем больше, чем смесь жестче [1].

Остаточный воздух снижает прочность бетона, что не учитывается в общепринятой формуле зависимости прочности $R_б$ от $Ц/В$:

$$R_б = A R_ц (Ц/В - Б), \qquad (1)$$

где $R_ц$ — активность цемента; A, $Б$ — коэффициенты.

Известно, что при полном уплотнении вибрацией на каждый процент вовлеченного воздуха прочность бетона падает на 5—6%. Так как $V_в$ достигает 4—5% в бетонах со щебнем и 8—10% в мелкозернистых, то при постоянном значении $Ц/В$ прочность бетонов со щебнем может отличаться на 20—30%, а прочность мелкозернистых — на 40—60%. Более точно учесть влияние $V_в$ на $R_б$ можно по формуле

$$R_б = A_1 R_ц \left(\frac{Ц}{В + B_1} - Б_1 \right), \qquad (2)$$

отличающейся от (1) членом B_1, представляющим собой условное дополнительное количество воды в бетоне, заполняющей объем $V_в$, и выражающимся формулой

$$B_1 = \frac{V_в \gamma_в}{100}, \qquad (3)$$

где $\gamma_в$ — плотность воды.

Формула (2) была нами принята для мелкозернистых бетонов [2], но не получила распространения из-за недостаточной экспериментальной проверки. В настоящее время эту формулу обосновали для бетонов со щебнем [3].

В настоящей работе приводятся данные с обоснованием формулы (2) для мелкозернистых бетонов. Нами проанализированы данные СибНИПИГазстроя, полученные при исследовании мелкозернистых бетонов.

Мерой оценки эффективности формулы (2) по сравнению с (1) служили коэффициенты корреляции (K) зависимости $R_б$ — $\frac{Ц}{В+B_1}$ и $R_б$—$Ц/В$.

Опыты проводили на трех цементах активностью ($R_ц$) соответственно 43,5, 29 и 39 МПа Коркинского и Сухоложского заводов. Пески использованы местные Андреевского и Уренгойского карьеров с модулем крупности соответственно $M_{кр}$ = 1,27 и 1,31.

Смеси готовили различной подвижности, вследствие чего содержание остаточного воздуха после полного уплотнения вибрацией колебалось в широких пределах: от 0,2—1,1% при погружении конуса СтройЦНИЛ 7,4—7,6 см до 10,2—10,4% при погружении конуса 1,5—1,7 см.

Всего испытано 45 составов бетона различной прочности ($R_б$) с оценкой плотности зависимости $R_б$—$Ц/В$ и $R_б$—$\frac{Ц}{В+B_1}$ характеризовавшейся коэффициентом корреляции (K). $R_б$ оценивали через 28 сут нормального твердения.

На рис. 1 и 2 даны зависимости прочности бетона при сжатии от $Ц/В$ без учета влияния остаточного воздуха и от $\frac{Ц}{В+B_1}$ с учетом остаточного воздуха. Как видно из этих данных, плотность зависимости $R_б$ — $\frac{Ц}{В+B_1}$ для всех цементов и песков значительно выше, чем $R_б$—$Ц/В$. Коэффициенты корреляции возросли от 0,65—0,95 до 0,96—0,99, а в среднем с 0,82 до 0,98. Таким образом, эффективность формулы (2) несомненна.

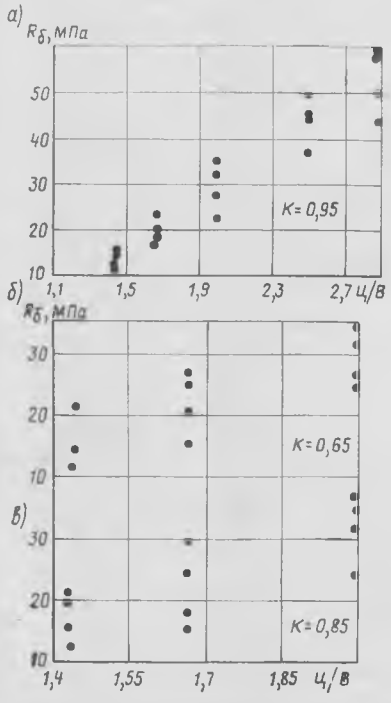


Рис. 1. Зависимость прочности бетона ($R_б$) от цементно-водного отношения без учета влияния остаточного воздуха *а* — $R_ц$ = 43,5, $M_{кр}$ = 1,27; *б* — $R_ц$ = 29, $M_{кр}$ = 1,31; *в* — $R_ц$ = 39,6, $M_{кр}$ = 1,31

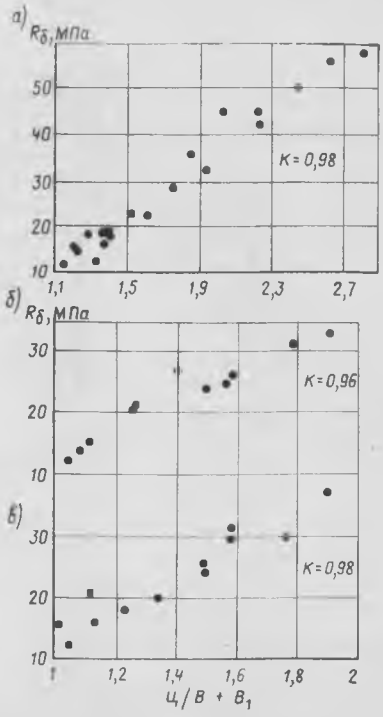


Рис. 2. Зависимость прочности бетона ($R_б$) от цементно-водного отношения с учетом остаточного воздуха

Вывод

Использование зависимости $R_б$—$\frac{Ц}{В+B_1}$, учитывающей влияние остаточного воздуха на снижение прочности бетона, позволяет повысить коэффициент корелляции этой связи с 0,82 до 0,98.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красный И. М. Исследование морозостойкости мелкозернистых бетонов. — Бетон и железобетон, 1969, № 12.
2. Инструкция по приготовлению и применению песчаных бетонов. М., Стройиздат, 1966.
3. Alexanderson J. Design of concrete mixes. Materiaux et Constructions № 22, volum 4, 1981.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 693.542.4

В. В. РИЗОВАТОВ, инж., лауреат Государственной премии СССР и премии Совета Министров СССР

Пластификатор повышенной эффективности на основе СДБ

Пластификаторы повышенной эффективности (ППЭ), приготовляемые на основе СДБ, представляют собой отходы целлюлозно-бумажной промышленности.

Обычно добавку СДБ вводят в бетоны не более 0,25% массы цемента. Повышение количества добавки до 0,5—0,6% не рекомендуется, так как в этом случае в ней увеличивается содержание редуцирующих веществ, препятствующих схватыванию и твердению бетона, а также понижающих прочность бетона в проектные сроки. По требованиям ОСТ 8179-74 допускается содержание редуцирующих веществ в СДБ до 12%.

Для приготовления пластификатора повышенной эффективности на основе СДБ разработаны разные технологии. ЦНИИЭПсельстроем предложена модификация СДБ формальдегидом; Харьковским ДСК-1 — модификация лигносульфонатов с помощью механохимических процессов (водный раствор СДБ перемешивается с добавкой каустической соды); Оргтехстроем Калининградстроя — метод разделения лигносульфонатов от сопутствующих компонентов (способ Говарда) с последующим их переводом в натриевое основание.

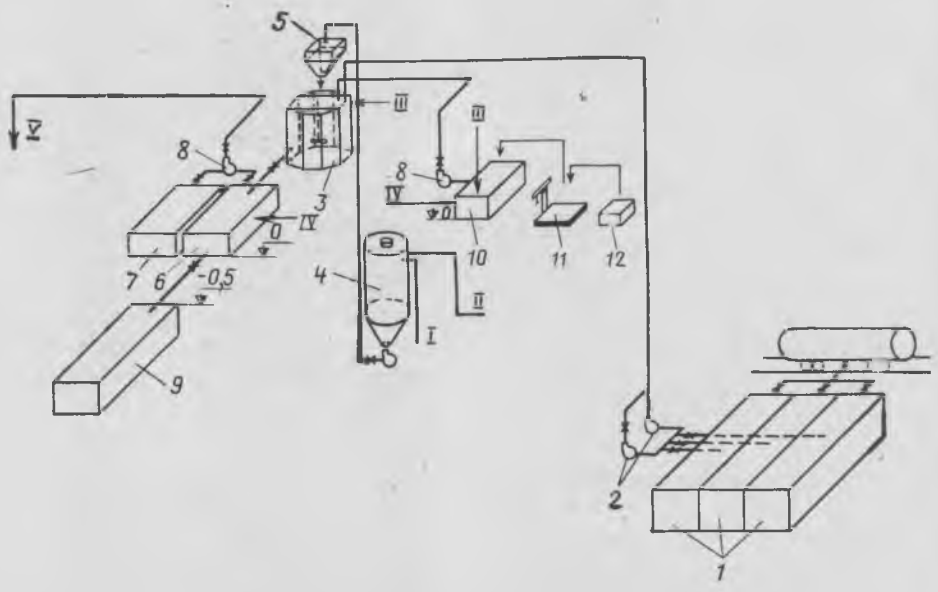
Сырьем для производства ППЭ является СДБ с химическими реагентами — известью и содой (Na_2CO_3); НИЛ ФХММ и ТП разработана технология с применением смесителей принудительного действия или шаровой мельницы при перемешивании водного раствора СДБ в смеси с цементом. Оптимальное время обработки смеси — 180 мин. Лабораторией Оргтехстроя (Вильнюс) Минстроя ЛитССР предложена технология адсорбирования, сущность которой заключается в адсорбировании замедляющих твердение бетона смолистых редуцирующих веществ из водного раствора СДБ. Оно производится перемешиванием в обычной бетономешалке или растворомешалке 10%-ного водного раствора СДБ с двухкратной добавкой цемента по 50 кг на 1 м³ водного раствора, двухкратным 2-часовым перемешиванием и двухкратным 4-часовым отстоем, т. е. общим циклом 2+4+2+4=12 ч.

Все предложенные ранее технологии приготовления ППЭ являются трудоемкими и малопроизводительными. Это препятствует внедрению в производство и широкому применению весьма эффективной пластифицирующей добавки в бетоны.

Нами была предложена, освоена и внедрена в производство более упрощенная высокопроизводительная технология приготовления ППЭ на основе СДБ путем адсорбирования 10%-ного водного раствора цементом (см. рисунок).

Для приготовления ППЭ на строительстве применяли пропеллерную мешалку СМ-489А объемом 8 м³ Могилевского завода строительных машин. Благодаря интенсивному перемешиванию при скорости вращения 160 об/мин и восьмигранной форме мешалки, дающей дополнительное барботирование раствора СДБ о ее стенки, резко возрос объем изготовляемых ППЭ. Время перемешивания водного раствора в пропеллерной мешалке сократилось в 8 раз, а время отстоя — в 2 раза по сравнению с рекомендованной Оргтехстроем (Вильнюс) технологией. Учитывая больший объем пропеллерной мешалки и меньшее время перемешивания, объем полученного пластификатора с однократной загрузкой адсорбента возрос более чем в 50 раз.

При цикле загрузки, перемешивания и выгрузки готового ППЭ 45 мин в смену можно приготовить 10 замесов, или 60 м³ ППЭ, в отдельно смонтированных отстойниках. При среднем расходе ППЭ 20 л/м³ можно получить 3000 м³ бетона. На строительстве в



Технологическая схема приготовления пластификатора повышенной эффективности на основе СДБ

1 — железобетонные емкости объемом 300 м³ для жидкой СДБ; *2* — насосы ДС-134; *3* — пропеллерная мешалка СМ-489А; *4* — склад цемента СБ-33В; *5* — расходный бункер цемента; *6* — отстойник объемом 25 м³; *7* — расходная емкость ППЭ объемом 25 м³; *8* — насосы 2,5хф; *9* — накопительная емкость шлама объемом 100 м³; *10* — емкость для растворения твердой СДБ; *11* — весы платформенные РП-600Ц; *12* — контейнер для твердой СДБ; *I* — загрузка цемента от цементовоза; *II* — загрузка от склада; *III* — подача горячей воды; *IV* — подача воздуха; *V* — загрузка в автотранспорт

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

смену приготовляют обычно два замеса объемом 12 м³. Для массового производства пластификатора были специально построены железобетонные емкости объемом 300 м³ для хранения и расходования жидкой СДБ с установкой насоса для перекачки ее в пропеллерную мешалку, цементный склад с дозатором и расходными бункерами. Приготовленный на такой установке пластификатор по самотечной трубе сливается в отстойники, затем насосом перекачивается в автоцистерну и подается на бетонные заводы.

С начала применения ППЭ (с февраля 1981 г. по октябрь 1982 г.) на строительстве было приготовлено и уложено в монолитные конструкции 99 400 м³ бетона. Это позволило сократить расход цемента на 4570 т по сравнению с установленными ранее нормами расхода цемента.

Снижение расхода цемента по сравнению с ранее применяемыми составами с синтетической полимерной добавкой (СПД) показано в табл. 1.

ППЭ применяется на строительстве без какого-либо ограничения при укладке бетона в зимних условиях с противоморозными добавками. При изготовлении железобетонных изделий с термообработкой применение ППЭ приводит к резкому снижению прочности бетона. Эту добавку можно применять только в комплексе с ускорителями твердения бетона.

В условиях нашего строительства применяются среднеалюминатные портландцементы марки М400 Пикалевского завода (Ленинградская обл.) и завода Пунане-Кунда (ЭССР), мытый гранитный щебень марки 1200, песок местного карьера с $M_{кр}$=2,1—2,3 и содержанием пылевидно-глинистых частиц 0,3—1%.

Пластификатор каждого приготовленного замеса проверяется на содержание смолистых редуцирующих веществ с применением эбулиостата. Содержание редуцирующих веществ колеблется от 0,5 до 3% при допустимых 5—7% согласно рекомендации НИИЖБ. Содержание зольных остатков в ППЭ составляет 20—30% вместо допустимых 25—30%, а содержание сухих веществ — 11—15% вместо 10% (согласно рекомендации НИЛ ФХММ и ТП). Контроль качества приготовляемого ППЭ значительно точнее, проще и быстрее производить по допустимому содержанию редуцирующих веществ. На это обычно затрачивается всего лишь 20—30 мин, в то время как на определение зольных и сухих остатков требуется 4,5—5 ч.

Были проведены испытания бетонов

Таблица 1

Щебень фракции, мм	Снижение расхода цемента марок, кг на 1 м³ бетона								
	М200 при О. К., см			М300 при О. К., см				М400 при О. К., см	
	1—3	4—6	16—18	1—3	4—6	7—9	16—18	1—3	4—6
3—10	65	55	—	65	60	—	—	80	—
5—20	55	55	92	30	30	45	60	70	80
20—40	35	44	—	35	40	—	—	15	—
3—10+20—40	30	30	—	25	25	—	—	95	—

Таблица 2

Расход материалов на 1 м³ бетона					Время перемешивания, ч	Воздухо-вовлечение	Прочность бетона, кгс/см², в возрасте		
цемента, кг	песка, кг	щебня фракции 3—10 мм, кг	воды, л	добавки, %			7 сут	14 сут	28 сут
371	865	897	203	0	—	1,76	166	250	255
364	849	879	176	0,15 СДБ	—	5,89	193	222	270
356	830	859	153	0,6 СДБ	—	9,87	165	256	264
368	859	890	178	0,6 ППЭ	2+4+2+4	4,64	231	332	348
366	855	886	170	0,6 ППЭ	0,5	5,78	236	323	347
369	861	892	172	0,6 ППЭ	2,5	5,18	248	313	350

Таблица 3

Расход материалов на 1 м³ бетона					О.К., см	Прочность бетона, кгс/см², в возрасте		
цемента, кг	песка, кг	щебня фракции 3—10 мм, кг	воды, л	добавки, %		7 сут	14 сут	28 сут
318	707	1096	200	0	5	145	150	185
315	701	1087	175	0,15 СДБ	5	200	232	240
311	691	1072	150	0,6 ППЭ	5	295	340	352
333	743	1037	167	0,15 СДБ	10	198	236	255
311	701	979	158	0,6 СДБ	21	127	177	220
341	763	1063	171	0,6 ППЭ	21	208	300	343

Примечание. При О. К.=5 см использовали портландцемент марки М400 Пикалевского завода, в остальных случаях — портландцемент завода Пунане-Кунда при $В/Ц$=0,5.

с добавкой ППЭ и установлена оптимальная добавка, равная 0,5—0,6% массы цемента в пересчете на сухое вещество, которое определяется по таблице удельной массы водных растворов СДБ.

Сравнительные результаты лабораторных испытаний бетонов с добавками СДБ и ППЭ, приготовленного по разным технологиям на портландцементе марки М400 Пикалевского завода, приведены в табл. 2.

Как видно из приведенных данных, рост прочности бетона с добавкой ППЭ при разном времени перемешивания практически одинаков. Оптимальным временем перемешивания в пропеллерной мешалке оказалось 0,5 ч. Это подтверждается и изменением содержания смолистых редуцирующих веществ: в исходной СДБ — 10,8%, в ППЭ, приготовленном в пропеллерной мешалке при перемешивании 0,5 ч, — 2,04%, при перемешивании 2,5 ч — 2,02%.

Как видно из табл. 3, расход воды на 1 м³ бетона на портландцементе Пикалевского завода при добавке ППЭ сократился на 50 л.

Этим объясняется значительный прирост прочности бетона. Увеличение добавки СДБ с 0,15 до 0,6% привело к снижению прочности бетона на портландцементе завода Пунане-Кунда. С добавкой ППЭ его прочность значительно выше при О. К.=21 см.

Приведенные в табл. 4 данные подтверждают, что при изготовлении железобетонных изделий с термообработкой добавку ППЭ можно применять только в комплексе с добавкой ускорителей твердения бетона.

Таблица 4

Вид добавки, %	$В/Ц$	Прочность бетона, кгс/см²			
		после пропаривания	при дальнейшем хранении в нормальных условиях, сут		
			7	14	28
0	0,632	155	190	223	232
0,15 СДБ	0,556	170	210	230	250
0,6 ППЭ	0,489	50	185	205	221
0,6 ППЭ + 2 СН	0,478	182	235	245	270
0,6 ППЭ + 2 Ф	0,480	188	196	226	270
0,6 ППЭ + 1 Ф + + 1 А	0,475	180	223	237	278

Примечание. СН — сульфат натрия, Ф — формиат натрия, А — ацетат натрия — ускоритель твердения бетона; О. К.=5 см.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

При изготовлении ППЭ в отстойниках получаются отходы в виде тестообразной смеси, состоящей из концентрированных смолистых редуцирующих веществ СДБ и пылевидного наполнителя (золы электрофильтров ТЭС, известняковой муки, цементной пыли, цемента). Они составляют 10—11% объема получаемого пластификатора.

Нами освоен и внедрен на заводе ЖБИ УПП способ использования этих отходов для обнажения фактурного слоя бетонных поверхностей и удаления с них цементной пленки.

Благодаря высокому содержанию концентрированных смолистых и редуцирующих веществ отходы ППЭ препятствуют схватыванию и твердению цемента в контакте с поверхностью свежеуложенного бетона.

При изготовлении изделий «лицом вниз» отходы можно наносить на днище опалубки набрызгом в виде сметанообразной массы слоем 1—2 мм с помощью краскораспылителя или уширенного шпателя. После подсыхания нанесенного компонента укладывается фактурный слой бетона толщиной 15—20 мм состава 1:2:3 из цемента, песка, мраморной или гранитной крошки фракции 3—10 или 5—20 мм. На него укладывается обычный бетон до полного заполнения опалубки. Обнажение фактурного слоя струей воды производится после термообработки изделия и распалубки. При этом способе фактурный слой лицевых поверхностей изделий получается однородным, монолитным, прочным и долговечным. Технология его получения очень проста. Отходы ППЭ, являясь бесплатным высокоэффективным материалом, кроме водного разжижения, не требуют никаких затрат на приготовление.

Их рекомендуется применять при обработке бетонных и железобетонных поверхностей массивных, особенно гидротехнических, сооружений, где тщательное удаление цементной пленки необходимо. Это значительно сокращает трудозатраты по удалению цементной пленки по сравнению с пневматической насечкой поверхности, продувкой воздухом и промывкой водой. При этом обеспечиваются высокое качество обработки поверхности, лучшее сцепление бетона в рабочих швах между блоками и повышается их водонепроницаемость. Отходы ППЭ наносят на свежезабетонированные поверхности краскораспылителями слоем 1—2 мм. Удаляют отходы ППЭ с бетонных поверхностей вместе с несхватившейся цементной пленкой струей воды давлением 1—2 атм на следующие сутки после их нанесения.

Отходы ППЭ можно широко использовать для приготовления шпаклевок и холодных битумных мастик.

УДК 69.057.12-122

А. М. КИМБЕРГ, канд. техн. наук (ТбилЗНИИЭП)

Экспериментальное строительство каркасного здания с натяжением арматуры в построечных условиях

В 1980—1981 гг. трестом № 10 Тбилгорстроя Минстроя ГССР в Тбилиси был сооружен экспериментальный 16-этажный 75-квартирный жилой дом по проекту ТбилЗНИИЭП. Эксперимент проводили для установления целесообразности применения в южных сейсмических районах страны сборных железобетонных каркасно-панельных конструкций жилых и общественных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях, который был основан на использовании югославского опыта строительства по системе ИМС, а также с целью отработки технологии изготовления и монтажа этих конструкций и совершенствования проектных решений.

Сетка колонн каркаса 6×6,6 м, высота типовых этажей 3 м, первого этажа — 5,7 м. В продольном направлении расположено три пролета по 6,6 м, в поперечном — три пролета по 6 м. Конструктивная схема здания — рамно-связевая. Диафрагмы жесткости расположены по внутренним осям здания и заполняют средние пролеты рам продольного направления и крайние пролеты рам поперечного направления, образуя П-образные в плане стены. Расчет здания с учетом сейсмической нагрузки до 7 баллов выполнен на ЭВМ по пространственной схеме в виде стержневой системы.

Нижняя часть здания решена в сборных железобетонных конструкциях серии ИИС-04, остальная часть — в экспериментальных составных преднапряженных каркасно-панельных конструкциях.

Колонны каркаса сечением 40×40 см приняты длиной на 4 этажа. Для пропуска высокопрочной арматуры, объединяющей перекрытия с колоннами, в них предусмотрены в двух ортогональных направлениях каналы диаметром 40 мм. Торцовые поверхности колонн не имеют консольных выступов, выпусков арматуры или закладных деталей. В каждой конструктивной ячейке междуэтажные перекрытия образованы из двух плитно-ребристых панелей.

В отличие от традиционной системы ИМС панели перекрытий при сборке объединены дискретно лишь в плоскостях наружных ребер сваркой арматурных выпусков с последующим замоноличиванием зазоров. При этом в статическом отношении каждая панель рассматривается как плита, опертая по трем сторонам. Принятое решение позволяет избежать жесткого соединения смежных панелей по всему шву без ущерба для несущей способности перекрытий, определение которой произведено методом предельного равновесия с учетом перераспределения усилий вследствие пластических деформаций*.

Панели сборных вертикальных диафрагм жесткости запроектированы толщиной 16 см, высотой и длиной — на ячейку каркаса. Конструктивное решение панелей диафрагм позволяет существенно упростить горизонтальное сопряжение этих элементов между собой, а также с перекрытиями и колоннами**.

По периметру здания и в углах расположены консольные балконы вылетом 120 см, а в пролетах, в которых отсутствуют балконы, — специальные бортовые П-образные элементы (рис. 1). При таком решении между наружными элементами перекрытия в створе всех рядов колонн образуются зазоры, ширина которых равна ширине зазоров между основными панелями перекрытий, а длина соответствует вылету консолей. Это позволяет анкеровку, выполненную из канатов класса К-7 напрягаемой в построечных условиях высокопрочной арматуры, осуществлять непосредственно в бетоне замоноличиванием зазоров без стационарных металлических анкерных устройств, применяемых в СФРЮ. По высоте перекрытия высокопрочная арматура расположена в три ряда, причем средние канаты отгибаются по эпюре моментов (см. рис. 1).

Работы по монтажу перекрытий на каждом этаже включали: установку

* А. с. № 817168. Сборное железобетонное перекрытие. **М. А. Бедиашвили, Р. Х. Габузов, Т. Х. Джанашия, К. А. Завриев, А. М. Кимберг, А. Г. Чикобава.** — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1981, № 12.

** А. с. № 699130. Сборная несущая стена. **М. А. Бедиашвили, К. А. Завриев, А. М. Кимберг, А. Г. Чикобава.** — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1979, № 43.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

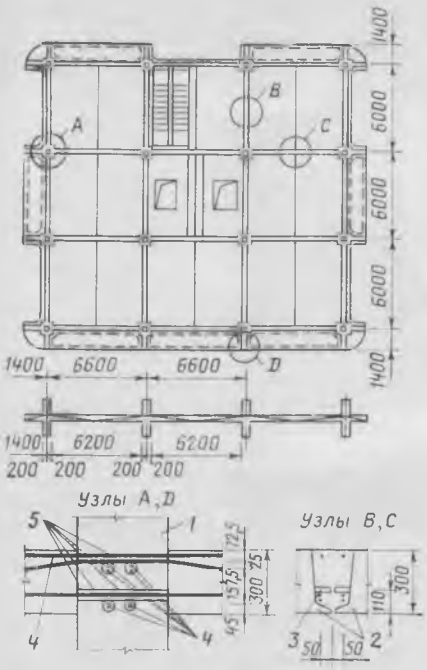


Рис. 1. Расположение элементов и напрягаемой арматуры перекрытий типового этажа

1 — колонна; *2* — панель перекрытия; *3* — выпуск из панели; *4* — напрягаемая арматура; *5* — отверстия в колоннах диаметром 40 мм

элементов и наружных поперечных ребер балконов; натяжение канатов гидродомкратами системы АрмНИИСА (максимальное усилие натяжения 20 т, масса 20 кг) с использованием стандартных цанговых захватов НИИЖБ в качестве временных инвентарных анкеров; нагнетание цементного раствора в отверстия колонн и замоноличивание швов между панелями перекрытий бетоном марки М400, а также освобождение цанговых захватов и демонтаж упорных и опорных столиков.

Для замоноличивания швов и натяжения арматуры по продольной и поперечной осям каркаса расходовалось 14,8 чел.-ч. В то же время, по нормативным данным, на выполнение сварных стыков выпусков рабочей арматуры и закладных деталей по соответствующим осям для типового каркаса аналогичного сооружения требуется 29,4 чел.-ч.

Таким образом, выбранный тип высокопрочной арматуры и проверенный в ходе экспериментального строительства способ ее анкеровки позволили использовать в построечных условиях высокопроизводительную технологию преднапряжения и оборудование, широко применяемое при натяжении арматуры на заводах ЖБИ, добившись при этом на монтаже сборного каркаса здания существенного снижения трудозатрат.

Элементы заменяемых конструкций выше отметки ±6,00	Расход материалов		
	бетона	цемента	стали
Колонны	122,08/122,70*	40,69/41,20	37,28/21,96
Вертикальные диафрагмы	252,50/210,20	97,50/82,93	41,46/18,79
Ригели и перекрытия	997,50/597,60	314,90/207,54	72,76/49,06
Замоноличивание и стыкование конструкций	120,00/96,20	40,00/36,80	7,33/29,84
Экономия	—/465,38	—/124,62	—/39,18

* Перед чертой — усовершенствованный каркас ИИС-04, после черты — преднапряженный каркас экспериментального дома.

элементов сборных конструкций в проектное положение на металлические инвентарные опорные столики, крепящиеся к колоннам; стыкование наружных ребер панелей перекрытий продольного направления; замоноличивание швов шириной 4 см между панелями перекрытий и колоннами мелкозернистым бетоном марки М400; укладку канатов в зазоры между панелями перекрытий с протяжкой через отверстия в колоннах; установку облегченных инвентарных упорных столиков по торцам бортовых

Контроль величины преднапряжения в высокопрочной арматуре осуществляли при натяжении каждого каната. С этой целью использовали показания отгарированного манометра, установленного на насосной станции, и результаты замеров фактических удлинений напрягаемого каната. Выборочные проверки напряжения в натянутых канатах осуществляли прибором ИПН-6, принцип действия которого основан на известной однозначной зависимости частоты первого тона гармонических свободных колебаний натянутого каната от усилия натяжения.

Эффективность конструктивного решения экспериментального жилого дома по расходу основных материалов устанавливали сопоставлением технико-экономических показателей со зданием, решенным в сборном каркасе усовершенствованной серии ИИС-04, имеющим абсолютно идентичные объемно-планировочные характеристики (см. таблицу).

Достигнутое в результате применения новых конструкций существенное снижение расхода основных материалов объясняется внедрением ребристых перекрытий, работающих в двух направлениях по неразрезной схеме, исключением стальных закладных деталей колонн и вертикальных диафрагм жесткости в соединениях между ними и с перекрытиями, упразднением железобетонных полок панелей, диафрагм и ригелей, использованием преимуществ рационального армирования преднапряженных сборно-монолитных скрытых ригелей.

При преднапряжении в построечных условиях заметно снижается трудоемкость и стоимость строительства жилых и общественных каркасно-панельных зданий, обеспечивается их высокая сейсмостойкость. Фрагмент фасада жилого дома приведен на рис. 2.

Рис. 2. Фрагмент фасада жилого дома

На ВДНХ СССР

Заполнитель для бетонов из кристаллических сланцев

Заполнитель из кристаллических сланцев применяется в производстве бетонов и дорожном строительстве. Доказана возможность использования кристаллических сланцев для производства заполнителей бетона, строительного щебня и песка.

На щебне из кристаллических сланцев получены бетоны марок М200—М400 с морозостойкостью 150—200 циклов, водонепроницаемостью В4—В8 и начальным модулем упругости 3,12—3,86·10 МПа.

Кристаллические сланцы — вскрышная порода многих железорудных карьеров. При разработке железорудных месторождений ежегодно извлекаются многие миллионы кубических метров этой породы, которая ранее смешивалась в отвалах с другими породами и теряла значение минеральных ресурсов. Благодаря использованию кристаллических сланцев как заполнителей бетонов вскрышные породы вовлекаются в производство в качестве минерального сырья.

Годовой экономический эффект от использования кристаллических сланцев составит 525 тыс. р. по заводу железобетонных изделий мощностью 110 тыс. м³.

Более подробные сведения можно получить по адресу: 308012, Белгород, Костюкова, 46, БТИСМ, кафедра производства строительных изделий и конструкций, тел. 5-22-13.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.024.81

Ю. В. КРАСНОЩЕКОВ, канд. техн. наук; В. И. САУНИН, инж. (СибАДИ);
Е. В. ШИЛОВ, канд. техн. наук (МИСИ)

Учет влияния сборного настила при расчете ригелей

В сборных железобетонных перекрытиях плиты настилов обычно опираются на ригели по слою раствора или насухо. Ранее проведенные эксперименты показали, что в результате совместной работы с плитами повышаются несущая способность и жесткость ригелей. Даже при незначительных нагрузках происходит сдвиг торцов плит настила к опорам ригелей.

По результатам опытных данных разработана расчетная схема совместно работающих с настилом ригелей с учетом их деформированного состояния (рис. 1). Нормальные сечения при расчете считаются внецентренно-растянутыми. При этом изгибающий момент от внешней нагрузки следует представлять в виде суммы моментов

$$M = M_р + M_п,$$

где $M_р$ — момент от внешних воздействий, воспринимаемый непосредственно ригелем; $M_п$ — момент от внешней нагрузки, воспринимаемый парой сил, образованной горизонтальным усилием T от наличия касательных напряжений по контакту плит и ригелей и равновеликим усилием N, действующим в настиле на расстоянии $z = \frac{M_п}{T}$ от уровня опирания плит на ригель.

При расчетах можно рассматривать два варианта сочетаний моментов и горизонтальных усилий: первый — действуют момент от внешней нагрузки M и растягивающее усилие T, приложенное на расстоянии z от уровня опирания плит на ригель; второй — действуют момент $M_р$ и растягивающее усилие T, приложенное в уровне опирания настила на ригель. В обоих сочетаниях игнорирование момента, образуемого парой сил, приложенных в верхней части плит и по линии контакта плит и ригеля, приводит к искажению понимания напряженно-деформированного состояния перекрытия и недооценке разгружающего воздействия настила. При опирании плит ниже верха ригеля это может привести к отрицательному результату.

Ригель можно рассматривать и как изгибаемый без растяжения. При этом в расчет вводится комплексное сечение, которое, в отличие от фактического, будет развито в сжатой зоне введением дополнительных полок в уровне действия силы N — равнодействующей напряжений в сжатой зоне настила (рис. 2). Размеры полки можно определить, учитывая прогибы плит и ригелей, сдвигающее усилие, прочностные и деформативные характеристики раствора замоноличивания межплитных швов. Расчетное сечение принимают в плоскости, совпадающей с межплитным швом, который расположен в месте действия максимального момента.

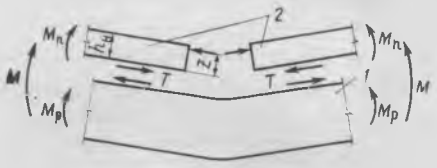


Рис. 1. Усилия, возникающие при взаимодействии ригеля (*1*) с настилом (*2*)

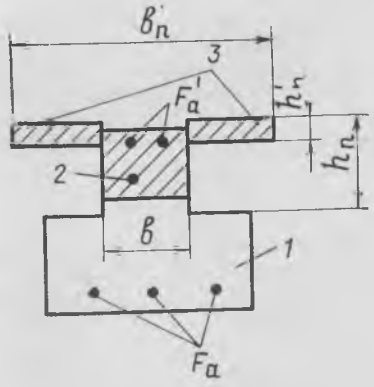


Рис. 2. Расчетное комплексное сечение ригеля

1 — нормальное сечение ригеля; *2* — сжатая зона ригеля; *3* — усиление сжатой зоны в результате взаимодействия конструкций

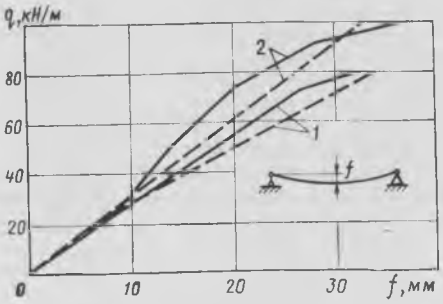


Рис. 3. Прогибы ригелей

1 — отдельно стоящего; *2* — в составе перекрытия; ———— — опытные; — — — — расчетные

Усилия сдвига при отсутствии специальных связей концентрируются в плоскости опирания настила на ригель, так как изгиб настила сопровождается раскрытием сверху шва между торцами плит и боковой поверхностью ригеля. Специальных связей между настилом и ригелем, как правило, не предусматривается. В связи с этим усилия можно принять равными силам трения и сцепления, действующим по контакту настила с ригелем. Если пренебречь силами сцепления, воздействующими лишь при небольших нагрузках, то сдвигающие усилия можно определить по коэффициенту трения в зависимости от давления настила на ригель. Для практических расчетов усилие N можно принимать равным наименьшему значению сил трения $T_т$, которые могут действовать по контакту конструкций слева или справа от расчетного сечения.

При известном значении силы трения расчет по принятой схеме выполняется методом последовательных приближений. В процессе итераций формируется комплексное сечение, уточняются деформации и прогибы ригеля с учетом разгружающего влияния настила. Форма и размеры сжатой зоны настила зависят от деформаций изгиба и кручения плит, однако в большинстве случаев достаточно учитывать только вертикальные прогибы настила.

Комплексное сечение формируется при условии совместности деформаций в виде равенства кривизны ригеля и настила в плоскости действия момента M (см. рис. 1). При сплошном равномерном загружении перекрытия толщина дополнительных полок определяется зависимостью:

$$h^*_п = \sqrt{\frac{2T_т}{l_н E_н \nu_н \Delta_н} - \frac{4f^2_н}{45}} + \frac{2}{3} f_н,$$

где $l_н$ — длина настила; $E_н \nu_н$ — модуль упругопластичности бетона замоноличи-

Марка ригеля	F_a, см²	F'_a, см²	f, см	$a_т$, мм
Р-2-52-56	18,11/15,29*	—	3,51/2,74	0,18/0,22
Р-2-72-56	24,51/24,51	4,69/0,92	4,06/3,38	0,18/0,17
Р-2-90-56	30,02/30,02	10,14/4,28	3,69/3,27	0,19/0,19

* Перед чертой — без учета влияния настила; после черты — с учетом влияния настила.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вания межплитных швов; $\Delta_н$ — приращение кривизны после замыкания связей; $f_н$ — максимальный прогиб настила. Ширина сжатой зоны определяется по формуле

$$b''_п = b + \frac{T_в}{h'_п E_б \nu_н E_{бн}},$$

где $E_б$ — начальный модуль упругости бетона ригеля; $E_{бн}$ — приращение относительных деформаций сжатия крайних волокон бетона комплексного сечения после замыкания связей в системе (в первом приближении можно принять как деформации сжатия бетона ригеля).

Точность определения плеча z пары сил $N—T$ при расчете на прочность зависит от точности вычисления деформаций железобетонных элементов на стадии, близкой к разрушению. На практике для расчетов можно принимать максимальное значение z, полученное для стадии эксплуатации:

$$z = h_н - \frac{h'_п}{2}.$$

Расчет комплексных сечений по изложенному методу проводили на ЭВМ ЕС-1020. Программа опробована при расчете ригелей перекрытий серии ИИ-04, расчетная схема которых принята в виде простой однопролетной балки. Рассчитывали ригели средних ячеек марок Р-2-52-56, Р-2-72-56 и Р-2-90-56 с плитами настила типов соответственно ПК-6-58-15, ПК-8-58-15 и ПК-12,5-58-15. Связи, объединяющие сборные элементы перекрытий, принимали в соответствии с типовым решением. Коэффициент трения равен 0,6. Рассматривался случай равномерного загружения перекрытия по всей площади. Данные проведенных расчетов (см. таблицу) показали, что жесткость и прочность ригелей в результате их совместной работы с настилом можно увеличить на 15—20%, вследствие чего можно уменьшить продольное армирование ригелей на 15%. Уменьшение сечения сжатой $F'_а$ или растянутой $F_а$ арматуры зависит от высоты сжатой зоны нормального сечения ригеля. На ширину раскрытия трещин в ригелях настил почти не влияет.

Для проверки достоверности расчетов использовали данные испытаний фрагмента перекрытия, выполненного по серии ИИ-04, и отдельных ригелей. Как видно из рис. 3, прогибы опытных ригелей-близнецов, испытанных отдельно по балочной схеме и в составе фрагмента перекрытия, имеют удовлетворительную сходимость с аналогичными расчетными данными.

Вывод

Совместную работу настилов с ригелями необходимо учитывать в расчетах по прочности и деформациям и при конструировании элементов сборных перекрытий.

Использование предлагаемой методики расчета позволит снизить расход стали на продольное армирование или соответственно увеличить расчетную нагрузку на ригели.

В порядке обсуждения

УДК 691.327.002.2

В. Н. МОРОЗ, инж. (НИИСП Госстроя УССР)

Об уточнении зависимостей в технологии бетона

Вопросы об уточнении зависимостей в технологии бетона обсуждались неоднократно, но до сих пор четко не определены такие понятия, как точность зависимостей и точность измерений технологических параметров. Это приводит к тому, что из одних и тех же экспериментальных данных можно сделать прямо противоположные выводы.

В табл. 1 представлены экспериментальные данные [1], на основе которых нами методом наименьших квадратов построены шесть зависимостей прочности бетона $R_б$ от цементно-водного отношения $Ц/В$ и истинного $(Ц/В)_и$. Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 1

$Ц/В$	$(Ц/В)_и$	$R_{б.э}$, МПа
2,86	4,17	50,0
2,50	3,96	47,7
2,23	3,66	41,9
2,00	3,41	37,0
1,67	2,94	29,1
1,25	2,32	18,3

Таблица 2

Зависимость	$\Delta^{отн}_{макс}$, %	Диапазон изменения $Ц/В$ или $(Ц/В)_и$
$R_б = 20{,}424 Ц/В - 5{,}250$	10,82	1,25—2,86
$R_б = 23{,}520 Ц/В - 10{,}593$	2,79	1,25—2,50
$R_б = 24{,}183 Ц/В - 11{,}652$	1,53	1,25—2,23
$R_б = 17{,}472 (Ц/В)_и - 22{,}245$	1,59	2,32—4,17
$R_б = 17{,}808 (Ц/В)_и - 23{,}218$	1,38	2,32—3,96
$R_б = 17{,}472 (Ц/В)_и - 22{,}283$	0,81	2,32—3,66

Максимальное относительное отклонение $\Delta^{отн}_{макс}$ расчетных значений прочности бетона $R_{б.р}$ по полученным зависимостям от экспериментальных $R_{б.э}$ вычислялось по формуле

$$\Delta^{отн}_{макс} = \frac{|R_{б.э} - R_{б.р}|_{макс}}{R_{б.э}} 100\ \%.$$

Из табл. 2 видно, что во всех трех диапазонах изменения $Ц/В$ и $(Ц/В)_и$ зависимости $R_б = f(Ц/В)_и$ имеют меньшее $\Delta^{отн}_{макс}$, т. е. эти зависимости точнее, чем зависимости $R_б = f(Ц/В)$, что противоречит выводам [1].

Точность или погрешность измерений не определяются и не нормируются в соответствующих стандартах по контролю таких важнейших технологических параметров, как прочность бетона (ГОСТ 10180—78), подвижность и жесткость бетонной смеси (ГОСТ 10181—76), активность цемента (ГОСТ 310.4—76) и др., что нарушает требования общеотраслевого ГОСТ 8.009—72 «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений». Принципиально важно, что физическая сущность зависимости одного параметра от другого в конкретном диапазоне их изменения заключается в соответствии расчетных значений по этой зависимости экспериментальным данным, поэтому оценка точности измерений параметров имеет первостепенное значение.

Низкая точность измерения параметров в технологии бетона накладывает ограничения на достижимую точность зависимостей, полученных различными методами. Работа [1] посвящена сравнению традиционного расчетно-экспериментального подхода со «структурным», в котором используются различные «структурные» параметры. Другими методами построения зависимостей являются методы математической теории планирования экспериментов, адаптивный подход, статистические методы регулирования и др.

Оценка точности измерений в конкретных условиях может увеличить трудоемкость исследований настолько, что сведет на нет минимизацию числа опытов, которая обусловлена внедрением математической теории планирования экспериментов. Такая оценка точности необходима для проверки выполнения предпосылок регрессионного анализа, корректности применения формул расчета и оценки дисперсии коэффициентов полиномиальных моделей.

Наиболее полно, на наш взгляд, особенности технологии бетона — большую зашумленность, многофакторность, нестационарность и др. — учитывает адаптивный подход к управлению свойствами бетона, но его возможности ограничены низкой точностью измерений технологических параметров. Более того, именно в рамках адаптивного подхода сформулирован принцип неопределенности для обучающихся систем [2], т. е. оценена предельная точность управления, обусловленная случайной природой управляемого процесса.

Разработанные для технологии бетона статистические методы регулирования (ГОСТ 18105—80 и др.) не содержат методики определения части коэффициента вариации прочности бетона, обусловленной культурой осуществления контроля и культурой производства. Это снижает обоснованность рекомен-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

даций методов по выработке управляющих воздействий на технологический процесс.

Следует отметить, что любой метод построения технологических зависимостей должен основываться на сопоставлении расчета с экспериментом, т. е. быть экспериментальным, а также в связи со случайной природой факторов и процессов должен основываться на использовании математико-статистических методов, т. е. быть статистическим.

Использование современной вычислительной техники и математических методов позволяет быстро и с высокой точностью определять параметры практически любых зависимостей и сравнивать их по различным критериям. Проблема состоит скорее не в обработке, а в своевременном получении достоверной информации. В связи с этим первоочередной задачей представляется существенное снижение трудоемкости лабораторного контроля для разработки новых экспресс-методов и автоматических приборов, для градуировки приборов и устройств контроля, для разработки новых технологических процессов и быстрой достоверной оценки их эффективности. Внедрение отдельных автоматических измерительных устройств при современном состоянии лабораторного контроля скорее повышает, чем снижает трудоемкость получения информации из-за необходимости градуировки этих устройств.

Одним из путей решения проблемы точности в технологии бетона является автоматизация лабораторного контроля технологических параметров в научно-исследовательских и производственных лабораториях. Средства автоматизации при этом должны снижать трудоемкость всех этапов создания системы контроля: научных исследований, проектных разработок, экспериментального производства, опытной проверки на установках или специальных опытных автоматизированных производствах, подготовки к серийному производству и массовому внедрению.

При решении проблемы точности в технологии бетона необходимо, на наш взгляд, больше внимания уделять учету специфики этой технологии и тщательному исследованию принципиальных вопросов, в том числе считающихся решенными в других отраслях науки и техники. Так, для измерения влажности сыпучих материалов широко используются диэлькометрический и нейтронный методы. Диэлькометрия воды основана на том, что ее диэлектрическая проницаемость примерно на порядок выше диэлектрической проницаемости породы. Но при этом необходимо учитывать, что воды в песке почти во столько же раз меньше. Число необходимых соударений быстрых нейтронов с ядрами водорода до их торможения намного меньше, чем при соударении с тяжелыми ядрами, например, кремния, кислорода, но тяжелых ядер значительно больше. Кроме того, нейтроны тормозятся протонами, входящими в состав породы, например слюды, составляющей гранитов. Поэтому представляется целесообразным определение методической погрешности контроля влажности сыпучих материалов различными методами.

В «структурных» методах описания и управления свойствами бетонной смеси и бетона [3] и в других работах широко используется гипотеза «связанной» воды. Однако, на наш взгляд, гипотеза об обычных свойствах воды даже в тонких пленках более верно описывает физическую реальность. Гипотеза «связанной» воды делает аномальной обычную растворяющую способность воды, вызывает необходимость в гипотезах о еще более аномальной двумерной жидкости, не учитывает существования близкодействующих сил отталкивания, объясняющих, например, низкую степень сжимаемости воды. Принятие гипотезы «аномальной» воды объясняется, видимо, ошибочным переносом макропонятий — плотности, вязкости, давления и др. — в микрообъемы жидкости, а также игнорированием кинетической природы вещества и жидкости в частности. В микрообъемах не только жидкость похожа на твердое вещество, но и твердое вещество похоже на жидкость, чем объясняются такие процессы, как испарение, растворение и взаимная диффузия твердых веществ. В [4] дана оценка энергий ван-дер-ваальсовых взаимодействий (дипольного, лондоновского, поляризационного), которые могли бы связать жидкость, и показано, что кинетическая энергия теплового движения молекул в несколько раз больше энергий других взаимодействий молекул жидкости при обычных температуре и давлении. Опытами установлено [5], что полимолекулярные пленки жидкости разрушаются тепловым движением молекул. Требуют уточнения и другие «пленочные» механизмы процессов технологии бетона.

Существование большого числа уточнений и противоречий, новых результатов и теорий, сложность проблемы точности в технологии бетона хорошо объясняет, на наш взгляд, рабочая гипотеза о том, что бетон имеет принципиальную дисперсию свойств, обусловленную случайной структурой и составом, случайным составом, структурой, формой, пустотностью и другими свойствами компонентов, случайной природой множества других факторов, влияющих на его свойства. При этом под принципиальной дисперсией свойств понимается неустранимая конечная дисперсия, не зависящая от метода контроля и входящая в погрешность любого метода, аналогично тому, как тепловые флуктуации ограничивают точность измерений целого ряда величин (механических, электрических и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизов В. П. О «структурных» характеристиках тяжелого бетона. — Бетон и железобетон, 1982, № 9.
2. Цыпкин Я. З. Обучающиеся системы. Элементы теории и применения. — Измерение, контроль, автоматизация, 1978, № 3.
3. Блещик Н. П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и пресс-вакуум-бетона. Минск, Наука и техника, 1977.
4. Шахпаронов М. И. Введение в современную теорию растворов (Межмолекулярные взаимодействия. Строение. Простые жидкости). Учебное пособие для вузов. М., Высшая школа, 1976.
5. Дерягин Б. В., Зорин З. М., Соболев В. Д. и др. Свойства тонких слоев воды вблизи твердых поверхностей. — В кн.: Связанная вода в дисперсных системах, вып. 5. Изд-во МГУ, 1980.

УДК 691.327.002.2

В. П. СИЗОВ, канд. техн. наук

О «законе створа» в технологии бетона

В технологии бетона установлен ряд законов, например законы водоцементного отношения, постоянства водопотребности и др., которые являются основными. Известны и закономерности, которые также имеют важное значение в технологии бетона и учитываются при подборе состава бетона оптимальных структур с наименьшим расходом цемента. Например, известно, что цементный камень имеет наибольшую прочность при нормальной или близкой к ней густоте цементного теста (НГЦТ). Наибольшая объемная масса и наименьшая пустотность смеси заполнителей (П + Щ) получаются только при строго определенном содержании песка. Причем экстремальные их значения находятся на одной вертикали и соответствуют одному и тому же значению r. Наилучшая удобоукладываемость бетонной смеси при конкретных $В/Ц$ и расходах цемента обеспечивается при строго определенном расходе песка. Наибольшая прочность бетона и минимальный расход цемента получаются при наилучшей удобоукладываемости бетонной смеси, соответствующей оптимальному расходу песка, и т. д. Наличие этих закономерностей позволяет устанавливать составы бетона оптимальных структур. Подбор составов бетона с учетом современных достижений в теории и технологии бетона подробно изложен в [1].

В монографии [2] совпадение оптимальных свойств бетона и бетонных смесей в зависимости от $В/Ц$, П/Щ, r названо «законом створа». Понятие это заимствовано из геодезии, но придание этому термину нового смысла нельзя признать удачным. Что касается совпадения экстремальных значений, то, действительно, в ряде случаев оптимальные свойства бетона обеспечиваются при некоторых оптимальных значениях $В/Ц$, r, П/Щ. Соблюдается эта закономерность от $В/Ц$ главным образом в цементном камне при двухкомпонентной системе. Бетон является многокомпонентным материалом, и оптимальные его свойства не всегда совпадают.

Из рис. 1 видно, что наибольшая прочность бетона при постоянных $В/Ц$ и О.К. обеспечивается при $r = 28\%$, максимальная насыпная объемная масса смеси заполнителя ($\gamma^{макс}_{нас.з}$) — при $r = 34\%$, а коэффициент выхода бетона ($К_в$) растет с увеличением значения r. Из этого следует, что на смесях заполнителя, имеющих наибольшую объемную массу, не всегда обеспечивается наибольшая прочность бетона. Расход песка зависит от расхода цемента, а расход

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

последнего — от $R_б$, $В/Ц$ и О.К. Например, для бетона с О.К. = 2 см при расходе цемента 500 кг расход песка составляет 450—500 кг на 1 м³ бетона и при расходе цемента 200 кг — 750—800 кг.

В работе [2] изложена также общая теория искусственных строительных конгломератов (ИСК), приводятся единая их классификация, формула для определения прочности бетона и примеры подбора его состава. Как известно, каждому виду бетона и раствора на неорганических и органических вяжущих присущи свои закономерности. Поэтому переносить законы, присущие тяжелому бетону, на асфальтобетон, а тем более на фибролит ни в коем случае нельзя. В связи с этим можно говорить о едином подходе к решению технологических вопросов, а не об общей теории ИСК, которая в монографии [2] не разработана, а совпадение оптимальных свойств бетона при данном $Ц/В$ находится в соответствии с законом $В/Ц$. В соответствии с общей теорией ИСК цемент, известь, гипс, магнезиальное вяжущее относятся к безобжиговым материалам. Однако все они являются обжиговыми и не относятся к конгломератам. Безобжиговыми материалами и конгломератами являются только бетоны и растворы на их основе. Таким образом, новая классификация не лишена недостатков, она не имеет никаких преимуществ перед научно обоснованной классификацией строительных материалов, опубликованной в трудах Б. Г. Скрамтаева.

Для определения прочности бетона, а следовательно, и $В/Ц$ предложены новые формулы:

$$R_б = \frac{R_ц^x}{\left(\frac{В/Ц}{B^x/Ц}\right)^n}; \qquad (1)$$

$$В/Ц = B^x/Ц \sqrt[n]{R_ц^x/R_б}, \qquad (2)$$

где $R_б$, $R_ц^x$ — кубиковая прочность бетона и цементного камня оптимальных структур в возрасте 7 сут; $B^x/Ц$, $В/Ц$ — отношение массы воды к массе цемента в составе оптимальных структур цементного камня и бетона; n — показатель степени. Он определяется по формуле

$$n = \frac{\lg\left(R_ц^x/R_б\right)}{\lg\left(\frac{В/Ц}{B^x/Ц}\right)}. \qquad (3)$$

Формулы (1)—(3) сложны: для определения $В/Ц$ нужно установить $R_ц^x$, $B^x/Ц$ и n, определить значение $R_б$ при $В/Ц = 0{,}55$ в возрасте 7 сут. Однако известны более надежные данные для назначения A и формулы для определения прочности бетона:

$$R_б = A\,R_ц\,(Ц/В - 0{,}5). \qquad (4)$$

Покажем на примере подбора состава бетона, как реализуются «закон створа» и общая теория ИСК. На первом этапе устанавливается требуемая прочность бетона ($R_б^т$) в возрасте 7 сут. Для заданной марки бетона М350 она принята 24,5 МПа без каких-либо пояснений. Видимо, она определяется из условия обеспечения в возрасте 7 сут 70% марочной прочности. Однако в зависимости от минералогического состава цемента она колеблется от 21 до 28 МПа.

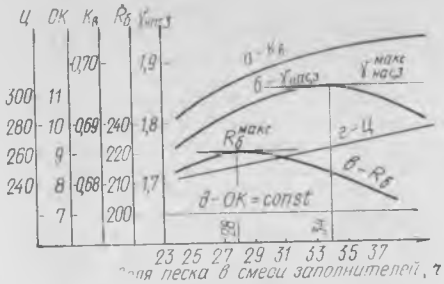


Рис. 1. Коэффициент выхода бетона (*а*), объемная масса смеси заполнителей (*б*), прочность бетона (*в*), расход цемента (*г*), осадка конуса (*д*) в зависимости от доли песка в смеси заполнителей

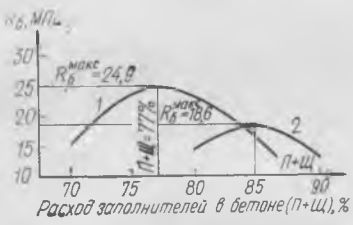


Рис. 2. Прочность бетона в зависимости от расхода заполнителей в бетоне (П+Щ) при П:Щ=35:65 и П/Щ=0,54

1 — при $В/Ц$=0,48; *2* — при $В/Ц$ = =0,55

Рис. 3. Прочность бетона в зависимости от П/Щ

1 — при $В/Ц$=0,48 и П+Щ=77%; *2* — при $В/Ц$=0,53 и П+Щ=77%

На втором этапе определяется П/Щ по $\gamma_{у.з}^{макс}$ (в уплотненном состоянии). В соответствии с «законом створа» соотношение П/Щ = 0,54 при П:Щ = 35:65. Объемные массы песка и щебня также определяются в уплотненном состоянии. По стандартам на заполнители эти характеристики определяются в насыпном (неуплотненном) состоянии, поэтому определять их в уплотненном нет необходимости. К тому же работа по их определению трудоемка. В связи с обеспечением требуемой О.К. зерна щебня в бетоне раздвинуты больше, чем получается при стандартном определении объемной массы. Например, $\gamma_{нас.щ} = 1{,}4$ (при НКЩ = 20 мм), тогда как щебня на 1 м³ бетона расходуется 1100—1260 кг. Следовательно, объемная масса щебня в бетоне равна 1,1—1,26 кг/л (только в жестких смесях щебня расходуется 1380—1450 кг).

Соотношение между расходом воды и цемента определяется по зависимости (1), однако с ее помощью можно определить только $В/Ц$, но не расход воды и цемента. Нужно знать О. К., и только в зависимости от О. К. можно назначить В. В монографии [2] расход воды (примерно для О. К. = 0,5 см) принят 165 л, однако пояснений к этой цифре не дается, т. е. состав бетона подбирается без учета О.К. как для асфальтобетона.

Водоцементное отношение определяется по формуле (2), но вначале устанавливается n, для чего затворяются 3—4 замеса при $В/Ц = 0{,}55$ с разным объемом заполнителя при П:Щ = 35:65. Затем изготовляют кубики и испытывают их в возрасте 7 сут. На основе полученных данных строится график $R_б = f(П+Щ)$ (рис. 2), и по нему определяется максимальная прочность бетона, а затем — значение n по формуле (3):

$$n = \frac{\lg\,(53{,}0/18{,}6)}{\lg\,(0{,}55/0{,}24)} = 1{,}13,$$

где 53,0 и 18,6 МПа — прочность цементного камня и бетона оптимальных структур в возрасте 7 сут; 0,55 — $В/Ц$, принятое для определения $R_б$; 0,24 — оптимальное значение $B^x/Ц$ цементного камня оптимальной структуры.

Зная $B^x/Ц$, $R_ц^x$, n и $R_б^т$, определяется $В/Ц$ по формуле (2):

$$В/Ц = 0{,}24\sqrt[1{,}13]{53{,}0/24{,}5} = 0{,}48.$$

При $В/Ц = 0{,}48$ и П:Щ = 35:65, но при разном расходе заполнителя (П + + Щ) на 1 м³ бетона затворяется еще 4 замеса, изготовляются и испытываются кубики в возрасте 7 сут. На основе полученных данных строится (см. рис. 2) график $R_б = f(П+Щ)$ (при П:Щ = 35:65). Из рис. 2 видно, что наибольшая прочность оптимальной структуры получилась 24,9 МПа, что немного отличается от $R_б^т$. Расход составляющих в бетоне оптимальной структуры: З=77%, Ц = 395, В = 165, П = 650, Щ = = 1225 кг. Подбор состава производился при $В/Ц = 0{,}48$, а фактически оно оказалось равным 0,42. Если $В/Ц = 0{,}48$, то Ц = 372 кг, а В = 182 л, об О. К. ничего не говорится. Однако это свойство смеси является весьма важным, и на подобранном составе бетона должна быть обеспечена не только заданная прочность, но и заданная О.К.

Однако принятое П/Щ может быть неоптимальным, поэтому на третьем этапе на установленном составе бетона изготовляют образцы и определяют прочность бетона в возрасте 28 сут ($R_б^{28}$ = = 35,7). Одновременно затворяется еще 3 замеса при $В/Ц = 0{,}48$, два из которых при П:Щ, отличающихся от основного, и один при П:Щ = 35:65. Из каждого замеса изготовляют кубики и испытывают в возрасте 7 сут. На основе полученных данных строится график $R_б = f(П/Щ)$ (рис. 3). Из рис. 3 видно, что прочность бетона, равная 25,2 МПа, получена при П/Щ = 0,61 (П:Щ = 38: :62) и П + Щ = 77%. В этом случае $n = \frac{\lg(53{,}0/25{,}2)}{\lg(0{,}48/0{,}24)} = 1{,}07 < 1{,}13$, а $R_б^ф \simeq$ $\simeq R_б^т$. Окончательный расход матери-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

алов: Ц = 395; В = 165, П = 710, Щ = = 1165 кг.

Если же $R_б^ф$ будет намного отличаться от $R_б^т$ (например, 26,8 вместо 24,5 МПа), то определяют повышенное $В/Ц$ по формуле

$$В/Ц = 0{,}48\ \sqrt[1{,}07]{26{,}8/24{,}5} = 0{,}53$$

и снова затворяют 3 замеса при $В/Ц$ = = 0,53, изготовляют и испытывают кубики в возрасте 7 сут. На основе полученных результатов строится график $R_б = f(П/Щ)$ (см. рис. 3). Допустим, оптимальная прочность бетона, примерно равная $R_б^т$, получена при П/Щ = 0,69, П:Щ = 41:59 и П+Щ = 77%, $\gamma_{бс}$ = 2400 кг/м³, Ц = 360, В = 195, П = 755, Щ = 1090 кг. Замесы затворялись при $В/Ц$ = = 0,53, а по составу оно оказалось равным 0,543. Неизвестно, чему была равна О.К. Расход В при меньшем расходе Ц был равен 195 вместо 165 л. Такой скачок в расходе воды непонятен, обоснования в [2] не даны, т. е. состав бетона подбирался без учета О.К.

Таким образом, чтобы в соответствии с «законом створа» установить состав бетона, необходимо затворить около 15 различных замесов. Для проведения этих работ требуется 35—45 сут. При этом нет никакой гарантии в установлении оптимального его состава с обеспечением заданных свойств бетона и смеси.

Однако по [1] состав бетона можно рассчитать за 20—30 мин. Пример расчета: все характеристики материалов принимаются из [2]. Ход расчета: по формуле (4) $В/Ц$ = 0,48. Расход В принимается равным 165 л, тогда Ц = = 165/0,48 = 345 кг, П = 650, Щ = 1280 кг (при $М_{кр}^п$ = 2,50, НКЩ = 20 мм и r = 0,34).

Монография [2] является учебным пособием для строительных специальностей вузов. «Закон створа» включается в статьи, монографии и диссертации. Все это дезориентирует специалистов и строителей. Нужно единое учебное пособие по строительным материалам и ГОСТ на подбор состава бетона, базой для разработки которых являются учебник Б. Г. Скрамтаева и Руководство [1].

Выводы

Формула (1) для определения прочности бетона сложна и менее точна. Она не имеет никаких преимуществ перед формулой (4).

Метод подбора состава бетона громоздок и практически является методом пробных затворений, а марка цемента в нем учитывается только косвенно через $R_ц^x$.

«Закон створа» не позволяет теоретически устанавливать параметры, при которых получают бетоны оптимальных структур, они должны устанавливаться опытным путем. Так и поступают технологи сейчас при подборах составов бетона.

Оптимальные свойства бетона не всегда совпадают между собой. Например, оптимальные величины r в смеси заполнителя не всегда совпадают с оптимальным r в бетонах. Это также подтверждается и данными [2]. Например, оптимальная смесь заполнителя получилась при П: :Щ = 35:65, тогда как бетон оптимальной структуры обеспечен при П:Щ = = 38:62.

Предложенный метод подбора составов тяжелого бетона не представляется возможным рекомендовать для практического применения в строительных и заводских лабораториях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по подбору составов тяжелого бетона. М., Стройиздат, 1979.
2. Рыбьев И. А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ (ИСК). Рецензент А. В. Волженский. Учебное пособие для строительных специальностей вузов. М., Высшая школа, 1978.

Нам пишут

УДК 621.876

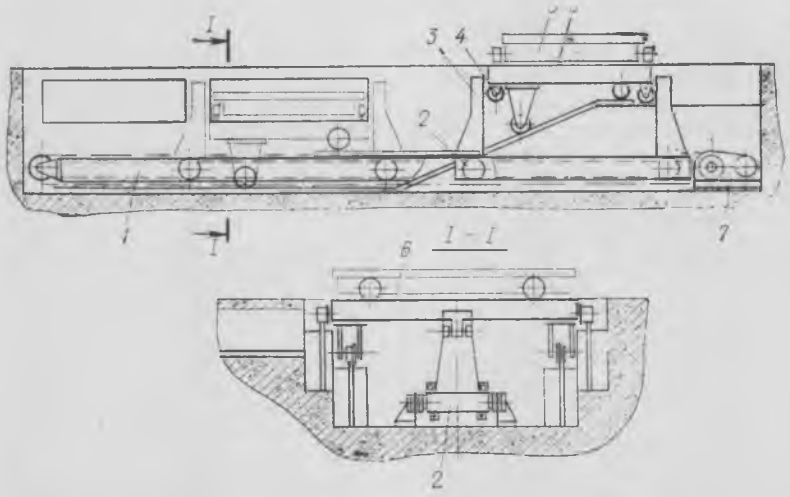
Б. М. ЗМЕЕВ, Б. В. СОЛОВЬЕВ, инженеры (КБ по железобетону Госстроя РСФСР); Е. К. КАЗБЕРОВИЧ, инж. (Госстрой РСФСР)

Подъемник-снижатель

Подъемник-снижатель предназначен для транспортирования по наклонной плоскости форм-вагонеток с изделиями от линии формования к камерам тепловой обработки и входит в комплект оборудования технологической конвейерной линии.

Подъемник-снижатель (см. рисунок) включает привод, толкающую каретку, состоящую из жесткой прямоугольной рамы с закрепленными на ней вертикальными направляющими стойками по концам и четырех катков, грузовую тележку с двумя парами разновысоких катков, установленных соответственно уклону рельсов, и с двумя упорными роликами, закрепленными по краям. Концы цепи закрепляют на толкающей каретке, расположенной между приводными звездочками в направляющих швеллерного типа.

Работа подъемника-снижателя осуществляется следующим образом. Форма-вагонетка устанавливается на грузовую тележку. Включенный привод посредством цепи заставляет толкающую каретку с тележкой двигаться в направлении, например, щелевой камеры для тепловой обработки. Форма-вагонетка совершает при этом сложное движение: горизонтальное, как и толкающая каретка, и вертикальное — по направляющим стойкам каретки. На горизонтальном участке пути грузовая тележка и толкающая каретка передвигаются как одно целое. Толкающая же каретка передвигается только горизонтально в направляющих швеллерного типа, останавливается у одной из щелевых камер и фиксируется. Подъем формы-вагонетки осуществляется аналогично при ходе толкающей каретки в обратном направлении.



Подъемник-снижатель

1 — направляющие; *2* — толкающая каретка; *3* — направляющие стойки; *4* — упорные ролики; *5* — форма-вагонетка; *6* — грузовая тележка; *7* — привод

Техническая характеристика

Грузоподъемность, кгс	18 000
Тяговое усилие, кгс	13 000
Ход толкающей каретки, мм	9100
Скорость перемещения толкающей каретки, м/мин	5
Мощность электродвигателя, кВт	13/9
Габаритные размеры, мм	17000×8000×3380
Масса, кг	14 500

Благодаря такому конструктивному решению толкающей каретки и взаимодействующей с ней тележки исключается дополнительный привод горизонтального перемещения, имеющий место в аналогично работающих подъемниках-снижателях. Упрощение конструкции и исключение привода горизонтального перемещения создают положительный эффект данного подъемника-снижателя.

Производственную проверку головного образца производили на бетонном заводе (Таллин, 200026, Мяэалусе, 30).

Справки можно получить по адресу: 109088, Москва, 1-я улица Машиностроения, 5, КБ по железобетону Госстроя РСФСР.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

На ВДНХ СССР

Полимерное греющее покрытие

В экспозиции «Высшая школа — строительству» на ВДНХ СССР представлены разработки, выполненные МИСИ им. В. В. Куйбышева. Так, на кафедре технологии строительного производства разработана опалубка для зимнего бетонирования с полимерным греющим покрытием, которое представляет собой лист электропроводного полипропилена толщиной 3 мм, наклеенного на щит опалубки с ворсовой тканью.

В состав полипропилена для придания электрической проводимости вводятся токопроводящие наполнители (ацетиленовая сажа и электродный графит). Для улучшения электрофизических, физико-механических и технологических свойств вводятся различные добавки (структурообразователи, термостабилизаторы и пластификаторы). Для повышения морозостойкости в полипропилен дополнительно вводится синтетический каучук.

Для подведения к электропроводному покрытию опалубки питающего напряжения используются полосовые электроды шириной 10 мм из латунной сетки марки Л-80 с ячейками от 1,5 до 2,5 мм и диаметром проволоки от 0,35 до 0,5 мм, втапливаемые в покрытие при его изготовлении на расстояниях 200—300 мм друг от друга. Применение сетчатых электродов позволяет получить хороший контакт с материалом покрытия.

Листы электропроводного полипропилена вместе с тканевой основой и сетчатыми электродами изготовляются в заводских условиях по экструзионной технологии, а затем с помощью клея КН-5 наносятся на поверхность палубы фанерной опалубки. Концы электродов выводятся за пределы покрытия, отгибаются, пропускаются через отверстия в фанере и закрепляются на торцовом ребре каркаса с помощью медных контактных уголков. После установки щитов в проектное положение к уголкам с помощью болтов крепятся провода питающей сети.

Греющая опалубка с покрытием из электропроводного полипропилена предназначена для работы при напряжении от 36 до 127 В, т.е. в пределах шкалы выходных напряжений, наиболее часто применяемых в технологии зимнего бетонирования с применением понизительных трансформаторов. При этом удельная мощность греющей опалубки в зависимости от подводимого напряжения и схемы соединения щитов составляет от 0,5 до 2 кВт/м², что позволяет разогревать поверхность бетонируемой конструкции до 50—90°С со скоростью от 4 до 22°С в час.

Производственные испытания опалубок показали, что они обладают рядом свойств, весьма ценных с точки зрения эффективности и качества зимнего бетонирования.

При подведении к электродам напряжения ток проходит по электрически однородному покрытию, что предопределяет абсолютную равномерность температурного поля всей площади поверхности покрытия, а следовательно, и обогреваемой конструкции независимо от ее размеров. Этого трудно достичь при применении трубчатых, стержневых, проволочных и сетчатых нагревателей.

Греющее покрытие расположено на рабочей поверхности опалубки и имеет непосредственный контакт с обогреваемой конструкцией и палубой, а от окружающей среды отделено тканевой основой, являющейся хорошим теплоизолятором. Это позволяет экономно расходовать электроэнергию, во-первых, за счет целенаправленного ее использования и снижения теплопотерь, а во-вторых, благодаря медленному остыванию конструкций из-за достаточно высокого термического сопротивления опалубки. Снижение расхода электроэнергии по сравнению с электропрогревом аналогичных конструкций составляет 25%.

Еще одно ценное свойство опалубки с греющим покрытием — это способность к саморегулированию. В ходе испытаний было установлено, что каждому значению удельной мощности опалубки соответствует вполне определенная предельная температура греющего покрытия.

Являясь гидрофобным материалом, стойким к воздействиям щелочей и кислот, электропроводный полипропилен надежно защищает деревянную или фанерную палубу от агрессивных воздействий со стороны бетона, а не имея адгезии к последнему, значительно облегчает распалубливание конструкций. Кроме того, полипропилен в процессе нагревания расширяется, а при остывании сжимается и таким образом отрывается от поверхности бетона. В результате этого нет необходимости при распалубливании конструкций прикладывать большие усилия. Поверхность конструкций при этом получается гладкой, а на покрытии остается легкий налет цементного молока.

Истираемость покрытия довольно невелика, что гарантирует долгую его сохранность под влиянием абразивного действия бетонной смеси при ее укладке в опалубку. Это дает возможность повысить оборачиваемость опалубки.

Небольшая масса покрытия (вместе с электродами и приспособлениями 1 м² покрытия весит 3,2 кг) не вызывает заметного утяжеления опалубки, общая масса 1 м² которой составляет 15 кг. В результате трудоемкость ее монтажа практически не меняется, а трудоемкость демонтажа, как показал хронометраж времени, на 30% ниже, чем обычных опалубок.

Опыт применения фанерных опалубок с греющими покрытиями из электропроводного полипропилена показал их высокую эффективность как формообразующих и нагревательных элементов. Такие опалубки следует широко применять в практике зимнего бетонирования. С их помощью можно вести как предварительный отогрев конструкций, так и последующий обогрев бетонной смеси без применения других источников тепла.

Проведенные расчеты показали, что по сравнению с наиболее совершенными греющими опалубками, которые применяются в настоящее время, предлагаемые опалубки позволяют получить экономический эффект в размере от 2,5 до 5,5 р. на 1 м³ бетона.

Зарубежный опыт

УДК 691.327+691.328.001.5(100)

Ю. С. ВОЛКОВ, В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Основные направления научных исследований в области бетона и железобетона за рубежом

Анализ зарубежной научно-технической информации, включая труды международных конференций, симпозиумов и конгрессов, показывает, что современные научные исследования направлены на поиски решений, обеспечивающих экономию материальных, трудовых и топливно-энергетических ресурсов, сокращение сроков и повышение качества строительства при одновременном выполнении задач экологического плана.

Теория бетона и железобетона. Расширение областей применения бетона, включая морские, высоконапорные, высотные, заглубленные и другие сооружения, потребовало изучения работы материала в неординарных, экстремальных условиях. В 1981 г. в Дельфте (Нидерланды) состоялся коллоквиум «Современная механика железобетона», рассматривающий создание численных методов расчета и оценки поведения материала в сложных напряженных состояниях.

Симпозиум «Бетон при воздействии ударных и импульсных нагрузок» (Западный Берлин, 1982 г.) был посвящен расчетной оценке нелинейного поведения бетона в сооружениях типа взлетно-посадочных полос аэродромов, в причальных конструкциях, во взрывоопасных сооружениях и т. д. Аналогична тематика симпозиумов «Усталостная прочность стальных и бетонных конструкций» (Лозанна, 1982 г.), «Бетон при криогенных температурах» (Ньюкасл, 1981 г.) и «Выбор конструктивных форм» (Лондон, 1981 г.). На них было рассмотрено влияние на выбор проектных решений и характера внешних усилий и их значений условий окружающей среды и новых представлений о работе конструкций. Определенным вкладом в теорию железобетона явился конгресс ФИП в Стокгольме (1982 г.), где обсуждались вопросы надежности железобетона в морских и напорных сооружениях, теоретические модели разрушения бетона при пожаре и т. д.

На симпозиуме «Сцепление в бетоне» (Шотландия, 1982 г.) были рассмотрены теоретические модели механизма передачи напряжений между цементным камнем и заполнителем, арматурой и бетоном, включая фибровую и преднапряженную арматуру, методы испытаний и расчетная оценка параметров сцепления.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В 1980 г. в Румынии на симпозиуме ФИП по частично преднапряженным железобетонным конструкциям были доложены результаты экспериментально-теоретических исследований и методы расчета таких конструкций, включая проектирование и опыт эксплуатации. Теория расчета и практика проектирования и возведения мостов, подземных и гидроэнергетических сооружений и защитных оболочек реакторов из преднапряженного бетона явилась темой Международной конференции 1981 г. в Брно.

Специальные бетоны. Сейчас наблюдается тенденция к расширению объемов применения специальных видов бетонов, каждый из которых обладает сочетанием ценных конструктивных и технологических свойств.

В 1980 г. в Лондоне состоялся Международный конгресс по бетону, одна из сессий которого была посвящена исследованиям и практическому применению конструкций из фибробетона. В 1981 г. в Париже состоялась конференция по стеклофибробетону, которая подвела некоторые итоги и наметила цели дальнейших исследований этого перспективного материала. О применении фибробетона в сейсмостойких и огнестойких конструкциях было доложено и на конгрессе ФИП в Стокгольме.

Продолжается дальнейшее совершенствование конструкций из армоцемента, включая технологию его изготовления. В 1981 г. в Бергамо был проведен симпозиум РИЛЕМ, на котором были рассмотрены новые данные по механическим характеристикам армоцемента, методы расчета, проектирования и испытания элементов и конструкций, оценка экономичности технологических решений и международные нормы проектирования.

Очередной, III конгресс по полимерам в бетоне состоялся в 1981 г. в Японии. Представленные на нем доклады подтвердили наиболее перспективные направления использования таких бетонов, в том числе для изготовления химически стойких труб, коллекторов, несущих конструкций, декоративно-отделочных материалов, а также для ремонтно-восстановительных работ.

В том же году в Канаде состоялась конференция «Сера-81» по результатам научных исследований и опыту практического применения железобетонных конструкций, пропитанных серой, а также изготовленных с использованием ее в качестве связующего. Серные бетоны обладают высокой химической стойкостью и прочностью и в ближайшем будущем будут весьма перспективными.

На решение проблем экономии топливно-энергетических ресурсов направлено расширение применения в строительстве конструкций из ячеистых бетонов. Состоявшийся в 1982 г. в Лозанне коллоквиум был посвящен влиянию влажности бетона на его физико-механические характеристики, включая теплопроводность, совершенствованию конструкций ограждений зданий и повышению комфортности внутри помещений.

Добавки в бетоны. В последние годы при изготовлении бетонов широко применяются различные химические добавки, в том числе суперпластификаторы и добавки полифункционального назначения.

На конгрессе по товарным бетонным смесям в Брюсселе (1980 г.) были рассмотрены добавки широкого диапазона, применение которых повышает эффективность таких смесей. На Лондонском конгрессе по бетонам были изложены результаты исследований и опыт применения добавок, в том числе суперпластификаторов, для изготовления высокопрочного бетона, для изготовления конструкций экструзионным методом, при перекачке бетона насосами, в морских сооружениях и т. д.

В 1981 г. в Канаде состоялась конференция по суперпластификаторам в бетоне, на которой было представлено 38 докладов по различным аспектам изготовления и применения бетонов, по физико-механическим свойствам бетонов и смесей, экономии энергии и использованию отходов.

Высокая эффективность добавок была подтверждена и на конференции «Бетон в строительстве» в Брайтоне (Англия, 1982 г.), где было наглядно продемонстрировано снижение материальных и трудовых затрат при правильном и целенаправленном применении добавок.

Долговечность, качество. Эти показатели бетонных конструкций достаточно тесно связаны, поэтому обычно их рассматривают вместе. На международном семинаре «Допуски в строительстве из бетона» (Англия, 1980 г.) было показано, что качество изготовления и монтажа железобетонных конструкций существенно влияет на надежность и долговечность сооружений.

В 1981 г. в Брно состоялась конференция «Долговечность бетонных конструкций», на которой были рассмотрены экономические аспекты долговечности. Влиянию температуры и сухого жаркого климата была посвящена международная конференция в Багдаде (1981 г.). На ней были затронуты вопросы бетонирования и эксплуатации бетонных конструкций в этих условиях.

В Вашингтоне (1981 г.) была проведена конференция «Долговечность строительных материалов и конструкций». Основное внимание здесь было уделено разработке расчетных методов определения долговечности конструкций, а также экономии энергии и материалов.

Реконструкция, ремонт. Увеличение стоимости нового строительства, ускоренная смена технологического оборудования и перестройка старых городов вызвали в последние годы увеличение доли строительных работ, связанных с реконструкцией и ремонтом. Возникшая потребность в специальных методах и технике производства работ нашла свое отражение в научно-технической литературе и в тематике международных конференций.

Так, симпозиум ФИП (Бухарест, 1980 г.) рассмотрел проблемы разрушения преднапряженных конструкций при сильных сейсмических воздействиях, их восстановления, реконструкции и усиления. Был изложен опыт организации разборки разрушенных железобетонных конструкций с учетом безопасного освобождения заложенной в них при изготовлении энергии.

На упомянутом конгрессе по полимерам в бетоне значительное внимание было уделено ремонту железобетонных конструкций с помощью различных композиций полимербетонов, позволяющих получать высокие прочности в короткий срок.

В 1982 г. в Лиссабоне состоялся симпозиум «Критерии эксплуатации», одна из сессий которого была посвящена проблемам реконструкции зданий и сооружений. Была рассмотрена применимость обычных строительных норм и стандартов к производству проектных и строительных работ по реконструкции с учетом экономии материалов и энергии. В этом же году в Вашингтоне состоялся симпозиум «Эксплуатация, ремонт и восстановление мостов», на котором значительное внимание было уделено оценке состояния материалов и конструкций, организации и производству работ, особенно устройству и ремонту стыков и соединений.

Использование отходов промышленности. Об актуальности исследований в этой области свидетельствует значительное число публикаций, а также то внимание, которое уделяется этому вопросу на международных форумах ученых и специалистов.

В 1981 г. в Венгрии состоялась международная конференция «Силиконф-81». На ней обсуждались работы, связанные с созданием мало- и безотходных технологий производства силикатных материалов, в том числе и силикатного бетона, причем особое внимание было уделено использованию отходов. На конгрессе ФИП в Стокгольме были рассмотрены доклады, посвященные повторному использованию дробленого бетона и технике его дробления.

В 1983 г. в Канаде состоится конференция по использованию отходов промышленности в бетоне, особенно зол и шлаков ТЭС, хвостов добывающих отраслей хозяйства и других отходов с учетом экологических факторов.

Новые конструкции. Расширение работ по добыче полезных ископаемых в шельфовой зоне, поиски новых источников энергии и мероприятия по защите окружающей среды приводят к разработке и созданию новых типов специальных сооружений и конструкций.

В 1981 г. в Лондоне состоялись конференция и выставка «Индустриальные острова». Здесь были представлены результаты исследований, проекты, а также рассмотрен опыт эксплуатации различных искусственных сооружений в море для добычи полезных ископаемых, размещения взлетных полос аэродромов, зон отдыха и жилья, устройства энергетических объектов, хранения радиоактивных отходов и т. д.

На упомянутом конгрессе ФИП обсуждались доклады по морским сооружениям, включая вопросы поведения бетона в условиях воздействия морских волн и движения льдов. Существенные достижения отмечены в области создания напорных железобетонных сосудов для неядерных термических процессов и резервуаров для хранения сжиженных газов.

Особый интерес представляют конструкции приливных и других электростанций, использующих энергию морской воды, в том числе тепловую. Предложены и проходят экспериментальную проверку конструкции плавающих берегозащитных сооружений из бетона.

Симпозиум «Дельта-барьер» (Роттердам, 1982 г.) был целиком посвящен

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

проблемам возведения системы защиты побережья Голландии от штормовых волн и наводнений, включающей в себя сооружения из долговечного и износостойкого бетона, в том числе и предварительно напряженного.

Экономия энергии при производстве бетона и железобетона. Этой проблеме за рубежом уделяется большое внимание. Национальное бюро стандартов США, например, провело специальный семинар с участием большого числа специалистов из разных стран мира. В США ежегодно производится примерно 70 млн. т цементного клинкера, на что затрачивается 2% национального потребления энергии, или $6 \cdot 10^{11}$ МДж. Энергия при производстве 1 т цемента распределяется следующим образом: подготовка исходных материалов — 1, обжиг — 6,1, помол — 0,5 МДж. На семинаре были выдвинуты предложения по экономии энергии при производстве цемента и бетона, в том числе обжиг при пониженных температурах, совмещение процессов сушки и помола, использование суперпластификаторов, консервация тепла в заполнителях и цементе, проектирование заводов ЖБК по критерию энергоемкости и т. д.

Много внимания уделяется экономии энергии при производстве пористых заполнителей, использованию солнечной энергии для термообработки, горючих отходов и т. д.

Анализ зарубежного опыта исследований и применения бетона показывает, что отечественные разработки ведутся на достаточно высоком уровне и соответствуют направлениям технического прогресса в мире.

В соответствии с межправительственным советско-американским соглашением о сотрудничестве в области жилищного и других видов строительства в Москве состоялся совместный семинар на тему «Технология производства и физико-механические свойства заполнителей типа керамзита и их использование в бетоне».

Американские специалисты в представленных на семинаре докладах осветили вопросы долговечности конструкций из легких бетонов, включая влияние сильноагрессивных сред, применения легких высокопрочных бетонов в конструкциях мостов и других специальных сооружений, легких бетонов в массовых конструкциях жилых зданий, а также теплофизических расчетов одно- и многослойных легкобетонных конструкций.

Ниже предлагаются статьи американских ученых, принимавших участие в семинаре.

Перевод и подготовка статей к печати выполнены канд. техн. наук Ю. С. Волковым.

УДК 624.21.012.44:666.973

РОБЕРТ Е. ФИЛЛЕО* (США)

Применение легкого бетона в мостах

Главной организацией, занимающейся строительством мостов в США, является Корпус военных инженеров. Эта организация осуществляет строительство автомобильных и железнодорожных мостов, а также реконструкцию транспортной сети при поднятии уровня воды для возведения плотин. В основных конструктивных элементах мостов, а также в конструкции покрытия, подверженного истиранию, используется легкий заполнитель типа керамзита, выпускающегося в СССР.

Помимо строительства мостов Корпус военных инженеров контролирует регулирование стока вод и обеспечивает эксплуатацию навигационного оборудования на реках США, а также строит плотины, шлюзы, насосные станции, подпорные стенки.

Легкий бетон в мостостроении впервые был использован в 1935 г. при возведении двух мостов через канал Кейп-Код (штат Массачусетс). Канал построен для сокращения пути между Бостоном и Нью-Йорком. Каждый из мостов длиной 700 м имеет 4 полосы движения, главный пролет 185 м выполнен в виде стальной сквозной арки, пролетное строение является подвесным. Проезжая часть выполнена из плит толщиной 18 см из преднапряженного легкого бетона, поверхность которых покрыта слоем асфальта толщиной 5 см. В 1964 г. интенсивность движения достигла 50 тыс. автомобилей в день. К этому моменту асфальтовое покрытие было сильно повреждено и, кроме того, из-за частого применения солей в качестве антиобледенителя разрушился бетон в системе водоотвода. Асфальтовое покрытие, а также разрушенный бетон в системе водоотвода были восстановлены. В 1981 г. проезжая часть обоих мостов была заменена плитами из легкого бетона. Таким образом, использование легкого бетона в конструкциях мостов через канал Кейп-Код обеспечило более чем 45-летнюю их эксплуатацию всего лишь с одним капитальным ремонтом.

Мост Пэрротс-Ферри в Калифорнии (рис. 1) был построен через водохранилище Мелонес, которое образовалось в результате перекрытия реки Станисло плотиной Нью-Мелонес. Пролетное строение моста представляет собой железобетонную балку коробчатого сечения, возведенную методом навесного бетонирования. Новый мост возведен вместо старого, который был построен на уровне реки. Общая протяженность всех трех пролетов составляет 400 м, главного пролета — 200 м. Высота опор моста 75 м, хотя при полном затоплении водохранилища эти опоры будут возвышаться над водой всего лишь на несколько метров. На момент строительства (1979 г.) этот мост был самым длинным в Западном полушарии, возводимым навесным методом. Опоры моста изго-

Рис. 1. Мост Пэрротс-Ферри

* Р. Е. Филлео — начальник отделения конструкций Корпуса военных инженеров.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Показатель	Легкий бетон	Тяжелый бетон
Содержание цемента, кг/м³	463	453
Содержание воздуха, %	5,6	4,6
Осадка конуса, см	10	10
Расчетное сопротивление, кгс/см²	352	352
Фактическая прочность в 28 сут, кгс/см²	377	352
Плотность, кг/м³	1837	2340
Модуль упругости, кгс/см²:		
36 ч	$1{,}10 \cdot 10^5$	$1{,}82 \cdot 10^5$
28 сут	$1{,}65 \cdot 10^5$	$2{,}77 \cdot 10^5$
Удельная деформация ползучести после 100 сут при приложении нагрузки через:		
36 ч	$8{,}43 \cdot 10^{-6}$	$6{,}49 \cdot 10^{-6}$
28 сут	$5{,}42 \cdot 10^{-6}$	$4{,}28 \cdot 10^{-6}$

товлены из тяжелого бетона, остальная часть конструкции — из легкого (см. таблицу). При выборе между сборной и монолитной конструкциями моста предпочтение было отдано монолитному варианту, что позволило существенно сократить объем монтажных работ. При бетонировании первых секций моста бетон подавался насосом снизу. Затем насос перенесли на верх опор (рис. 2) и бетон подавался в бадье краном.

При перекачке легкого бетона насосом может снизиться удобоукладываемость смеси в результате поглощения воды порами заполнителя. Для предупреждения этого при изготовлении бетона заполнитель насыщали водой под вакуумом. Важной проблемой, возникающей при строительстве мостов навесным методом, является контроль за вертикальными перемещениями консолей, вызванными проявлением ползучести, особенно в раннем возрасте бетона. Главный пролет моста состоит из 51 сегмента, и от качества контроля зависит точность стыковки консолей, бетонируемых навстречу друг другу. Был проведен комплекс исследований ползучести бетона при нагружении в различном возрасте. Исходя из этих результатов был рассчитан строительный подъем для всех этапов бетонирования. Каждый день измеряли фактические перемещения и каждую неделю корректировали константы ползучести, приведенные в соответствие с расчетными. Отметки строительного подъема корректировали для каждой секции. Стыковка консолей оказалась весьма удовлетворительной.

Рис. 2. Бетононасос, смонтированный наверху моста

УДК 629.12:666.973

ТОМАС А. ХОЛМ* (США)

Использование конструктивного легкого бетона для морских сооружений

Производство легкого заполнителя из глинистого сланца и глины обжигом в кольцевых печах для применения в морских сооружениях впервые было начато американскими судостроительными организациями в 1918 г. Анализ показал возможность строительства железобетонных судов из бетона прочностью не ниже 35 МПа и плотностью ниже 1760 кг/м³ [1]. Из природных легких заполнителей получить подобный бетон нельзя, а из заполнителей, изготовленных на вспученном глинистом сланце, можно. Первое судно «Атлантус» водоизмещением 3000 т было спущено на воду в декабре 1918 г. Во время второй мировой войны тот же тип легкого заполнителя использовали для строительства группы железобетонных судов. В целом на пяти разных верфях по различным проектам было построено 104 судна с хорошими мореходными качествами (рис. 1).

После второй мировой войны в Северной Америке начало развиваться производство легкого заполнителя для общестроительных целей. Конструктивный легкий бетон нашел широкое применение во всех видах строительства, особенно для высотных зданий. Одновременно легкий бетон начали использовать для сборных и преднапряженных железобетонных конструкций. Опыт внедрения бетонов на вспученном глинистом сланце был обобщен в Справочнике [1].

В настоящее время, по-видимому, наступил третий период в практике использования бетона в морском строительстве, особенно для создания сооружений по освоению энергоресурсов океана. Платформы, которые можно буксировать на месторождение, а также долговременные плавучие хранилища и энергостанции можно строить из конструктивного бетона на легком заполнителе с высокой удельной прочностью.

Первые широкие лабораторные исследования долговечности конструктивных легких бетонов при замораживании и оттаивании были проведены в лаборатории американской Ассоциации портландцемента. Испытывали бетоны прочностью 20 — 31 МПа на легких заполнителях девяти типов с воздухововлекающими добавками и без них. Для сопоставления испытывали обычные бетоны.

После выдержки в течение 14 сут при 23°С в камере со 100%-ной относительной влажностью образцы высушивали в лабораторных условиях в течение 14 сут при той же температуре, но при 50%-ной влажности. Затем следовало трехдневное насыщение водой, после чего образцы в воде же подвергали быстрому замораживанию и оттаиванию. Некоторые образцы испытывали в условиях более жестких, чем реальные кон-

* Т. А. Холм — член Американского института бетона, возглавлял комитеты 530, 531 и 213 этого института, технический директор ведущей американской фирмы по производству легких заполнителей «Солайт корпорейшн».

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

струкций; изготовляли их из бетона с пониженным содержанием цемента без воздухововлекающих добавок. После короткого периода высушивания образцы подвергали замораживанию и оттаиванию в воде. Опыты показали, что разброс в показаниях по долговечности у легких бетонов оказался не больше, чем у обычных. Высокую долговечность после 300 циклов замораживания-оттаивания (т. е. небольшую потерю массы, незначительное увеличение объема, ничтожное снижение динамического модуля) показали бетоны на легком заполнителе с воздухововлекающими добавками.

Институт сланца при Толедском университете провел три серии испытаний на замораживание и оттаивание. В первой серии испытывали образцы из бетонов с использованием легких заполнителей восьми типов и одного контрольного обычного заполнителя. В процессе приготовления смеси различные части легкого заполнителя заменяли песком, варьировали также содержание влаги в легком заполнителе. Состав бетонов назначали в соответствии с обычной строительной практикой (содержание воздуха 6%, О.К.=100 мм, расход цемента для всех смесей 360 кг/м³). Испытания показали, что конструктивные бетоны на легких заполнителях имеют удовлетворительные эксплуатационные качества при 300 циклах замораживания и оттаивания в воде. Время выдерживания до замораживания (14, 28 и 56 сут) не повлияло существенно на долговечность образцов.

На основании этих и многих других лабораторных испытаний можно утверждать, что при наличии воздухововлечения легкие бетоны показали достаточную морозостойкость.

Каждый легкий заполнитель имеет ограничения, которые не позволяют заметно поднять прочность бетона, несмотря на значительное увеличение прочности цементной матрицы. Это ограничение определяется прочностью как стекловидной фазы заполнителя, так и числом, размером, формой и распределением замкнутых пор, а в целом для бетонного образца — прочностью наиболее крупного зерна заполнителя. Длительная прочность конструктивного легкого бетона, как правило, выше, чем обычного, благодаря продолжающейся гидратации вяжущего из-за поступления влаги из пор легкого заполнителя [2]. Эффект «внутренней выдержки» повышается при введении в смесь пуццолана (зольной пыли или подобного мелкого заполнителя).

Высокие показатели долговечности легкого бетона объясняются близостью прочностных характеристик крупного легкого заполнителя и окружающего цементно-песчаного раствора. Деформации такого бетона линейно зависят от напряжений до уровня почти 90% прочности на сжатие (рис. 2). Упругое соответствие этих составляющих, создающих относительно однородный бетон, возможно, если частицы крупного заполнителя будут обладать достаточной прочностью. Это разделение свойств прочности и упругости двух составляющих системы неоднородного бетона достаточно изучено, но, как правило, по отношению к твердому заполнителю в мягком растворе (высокопрочные тяжелые бетоны) при $E_р < E_б < E_з$, когда разрушение происходит из-за нарушения сцепления или появления микротрещин, вызываемых чрезмерно твердым крупным заполнителем или мягким заполнителем в жестком строительном растворе при $E_р > E_б > E_з$. Механизм взаимодействия между компонентами при $E_р \approx E_б \approx E_з$ изучается.

Рис. 1. Судно из легкого железобетона постройки 1944 г.

В исследованиях, проведенных советскими специалистами по долговечности бетона, также отмечается, что бетон на керамзитовом гравии и песке, модуль

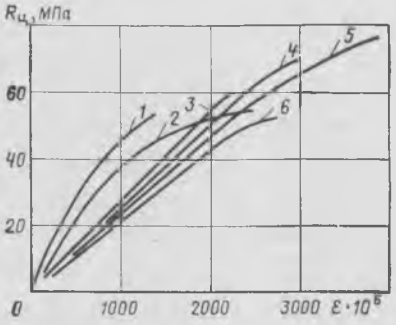


Рис. 2. Кривые «напряжение — деформация» для бетонов различных видов

1 — тяжелый бетон на природном заполнителе, $R_ц$=51,6 МПа, $E_б$=43,9·10³ МПа; *2* — то же, $R_ц$=56 МПа, $E_б$=49,6·10³ МПа; *3* — легкий бетон на искусственном заполнителе, $R_ц$=60,6 МПа; $E_б$=27,1·10³ МПа; *4* — бетон судна «Селма», $R_ц$=70 МПа, $E_б$=24,7·10³ МПа, опыты 1980 г.; *5* — легкий бетон с крупностью заполнителя 10 мм, $R_ц$=77,1 МПа; $E_б$=24·10³ МПа; *6* — то же, при крупности заполнителя 20 мм, $R_ц$=53,2 МПа, $E_б$=21,9·10³ МПа

Рис. 3. Легкобетонное судно «Селма» (фотография 1953 г.)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Kotov Yu. B. Construction experience of precast and cast-in-situ elevators

Iljashenco V. A. Production experience of lightweight concrete structures

Bocharov N. A., Koltakova T. N. Economic efficiency of concretes with admixture C-3

Petsold T. M. Centifugated columns with square cross section

Kheifets L. M. Fibrous concrete tree-layered panels with friction ties

Solomatov V. I., Mordich A. I., Chernenkov I. S., Zavadskaya N. V. Concrete with fixed crushed stone frame

Lavrinev P. G., Rudenko I. F., Korolev K. M., Stulchikov A. N., Kusin V. N. Steel fibrous concrete of rolled moulding

Glushcenko L. F., Lisitsky N. F. Optimal conditions of concrete steam heating in continuous action device

Dergunov Yu. V., Kostyrkin B. V. Electrohydraulic cleanig of metal moulds from concrete remainders

Rizovatov V. V. Plasticizer of high efficiency on the basis of SDB

Kimberg A. M. Experimental construction of skeleton house with reinforcement tension in building conditions

Krasnoshchekov Yu. V., Saunin M. I., Shilov E. V. Calkulation of precast floor influence under collar-beam design

CONTENU

Kotov Yu. B. L'expérience de la construction des silos préfabriqués et monolithes

Botcharov N. A., Koltakova T. N. L'efficacité économique des bétons avec l'adjuvant S-3

Petsold T. M. Les colonnes centrifugiées aves des sections carrées

Khejphets L. M. Les panneaux à trois couches avec des liaisons de friction produits en fibro-béton

Solomatov V. I., Morditch A. I., Tchernenkov I. S., Zavadskaja N. V. Le béton aves une carcasse fixée en pierres cassées

Lavrineuv P. G., Roudenko I. Ph., Koroleuv K. M., Stoultchikov A. N., Kouzine V. N. L'acier-fibro-béton de formage par rouleaux

Glouchshenko L. Ph., Lissitsky N. Ph. Les conditions optimales de chauffage par la vapeur du béton frais dans les installations de l'action continue

Dergounov Yu. V., Kostyrkine B. V. L'epuration electrohydraulique des formes métalliques des résidus du béton

Rizovatov V. V. Le plastifiant d'efficacite élevée sur la base de SDB

Kimberg A. M. La construction expérimentale du bâtiment à ossature avec la tension des armatures dans les conditions de construction

Krasnochsheukov Yu. V., Saounine V. I., Chilov E. V. La prise en considération de l'influence de planchage préfabriqué pendant le calcul des sous-poutres

INHALTSVERZEICHNIS

Kotov Ju. B. Erfahrung im Bau von vorgefertigten und monolithischen Elevatoren

Iljaschenko W. A. Produktionserfahrung von Konstruktionen aus Leichtbeton

Botscharow N. A., Koltakova T. N. Ökonomische Wirksamkeit von Betonen mit S-3-Zusatzmittel

Pezoljd T. M. Zentrifugierte Stützen mit quadratischem Querschnitt

Hejfez L. M. Dreischichtige Platten aus Fiberbeton mit Reibungskupplungen

Solomatow W. I., Morditsch A. I., Tschernenkow I. S., Sawadskaja N. W. Beton mit fixiertem Schotterskelett

Lawrinjow P. G., Rudenko I. F., Koroljow K. M., Stuljtschikow A. N., Kusin W. N. Stahlfiberbeton unter Anwendung von Rollenformgebung

Glustschenko L. F., Lisizki N. F. Optimale Bedingungen der Dampferwärmung des Betongemisches in Einrichtungen unter ununterbrochener Wirkung

Dergunow Ju. W., Kostyrkin B. W. Elektrisch hydraulische Reinigung der Metallformen gegen Betonrückstände

Risowatow W. W. Verglüssiger von erhöhter Effektivität auf der Grundlage des Sulfidhefedünnbierchens

Kimberg A. M. Experimentalbau des Skelettbauwerkes mit Spannen der Bewehrung in Baubedingungen

Krasnostschjokow Ju. W., Saunin W. I., Schilow Je. W. Berücksichtigung des Einflusses der vorgefertigten Deckenplatte für Berechnung von Riegeln.

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

Технический редактор *Сангурова Е. Л.* Корректор *Федина А. В.*

Сдано в набор 13.04.83. Подписано в печать 13.05.83. Т-07493
Формат 60×90¹/₈ Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75 Печать высокая Уч.-изд. л. 6,03
Тираж 14595 экз. Зак. 135

Адрес редакции:
101442, ГСП-4, Москва, К-6, Каляевская, 23а
Тел. 258-18-54, 258-24-76

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, 25

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Из серии плакатов Стройиздата

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Из серии плакатов Стройиздата

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru