19

ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

11
1986

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ДА ЗДРАВСТВУЕТ 69-я ГОДОВЩИНА ВЕЛИКОЙ ОКТЯБРЬСКОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ!

Экономия ресурсов

На Костромском заводе железобетонных конструкций производственного строительно-монтажного объединения Костромастрой проводится планомерная работа по экономии строительных материалов, топливно-энергетических ресурсов. С этой целью на заводе на двенадцатую пятилетку разработаны и утверждены мероприятия, направленные на строжайший режим экономии цемента, металла, электро- и тепловой энергии, выпуск сборных железобетонных конструкций и изделий с минусовыми допусками. Сюда же относится сокращение до минимума выпуска некачественных конструкций и изделий, а также использование отходов бетона, которые шли раньше в отвал, для дробления и строительства временных дорог на стройках, использования их в подвальных помещениях жилых домов и зданий промышленного назначения вместо гравия и щебня.

Предполагается осуществить ряд работ, направленных на увеличение выпуска сборных железобетонных конструкций за счет передовых методов труда, внедрения новейших достижений науки и техники, совершенствования действующего технологического оборудования и увеличения выпуска конструкций и изделий с имеющихся производственных площадей.

Вопросы экономии и бережливости находятся в центре внимания руководства завода и его технического совета, возглавляемого главным инженером завода Н. П. Дорофеевым. На каждом техническом совете рассматриваются не только вопросы ускорения научно-технического прогресса, но и задачи по экономии и бережливости. Это является составной частью труда всего коллектива рабочих и инженерно-технических работников завода по осуществлению общей программы модернизации оборудования и технического перевооружения. Такой подход позволит добиться выпуска большинства конструкций и изделий высокого качества, наибольшей заводской готовности, что обеспечит сокращение ручного труда на строительных и монтажных площадках, при строительстве зданий и сооружений различного назначения.

По какому пути идут заводчане?

Прежде всего, они стали использовать более жесткие бетонные смеси с применением смесителей принудительного действия и более мощных средств уплотнения этих смесей методом вибрирования. Заводская лаборатория стала оперативнее и четче определять активность цемента при подборе составов бетона для изготовления железобетонных конструкций и изделий, нашли применение пластифицирующие добавки в бетонах. Большое внимание при этом уделяется вопросу усиленного контроля за соблюдением норм расхода цемента в бетоне, ультразвуковым методам контроля качества продукции, выпуску ее с минусовыми допусками. Снижение потерь бетона производится также при укладке и приемке бетона на формовочных участках.

Не менее важно и то, что завод практически отказался от приемки цемента в открытых вагонах. Теперь Нижне-Тагильский цементный завод стал поставлять свою продукцию заказчику исключительно в вагонах-копрах, что позволило экономить цемент, который теперь почти полностью уходит в дело, без потерь.

Проводимая заводской лабораторией работа с бригадами, формовщиками, техническая учеба позволяют улучшить в цехах организацию труда, грамотнее соблюдать технические условия выпуска железобетонных конструкций и изделий. В этом деле большая заслуга принадлежит начальнику заводской лаборатории Г. Н. Борисовой, старшему инженеру лаборатории Л. В. Дружининой и другим членам коллектива. Ежедневно бывая в цехах завода, они оказывают практическую помощь технологам, бригадирам и формовщикам в обеспечении режима экономии материалов, выпуска конструкций и изделий высокого качества. Экономия цемента на заводе осуществляется также путем постоянного учета в летнее время активности цемента, применения пластифицирующих добавок СДБ и С-3, за счет оптимального подбора состава бетона.

В области экономии металла на заводе также проводится большая работа. В арматурном цехе, например, организованы посты сортировки отходов в местах раскроя металла из листовой стали для использования их при изготовлении закладных деталей, увеличены объемы заготовок арматурной стали с минусовыми допусками. Потери снижены также благодаря правильному хранению, складированию и транспортировке металла и арматурных каркасов. За счет исключения электродуговой сварки и применения полуавтоматической сварки в среде углекислого газа уменьшены массы наплавляемого металла в сварных конструкциях. Увеличены объемы непрерывного стыкования арматуры, а обрезки идут в дело. Применение профилированной проволоки класса Вр-I взамен гладкой проволоки В-I, а также облегченных закладных деталей в типовых железобетонных конструкциях также способствует экономии металла.

Поступающий на завод металл проверяется на соответствие сортаменту и хранится на открытом складе и в заготовительном цехе. На заводе имеются нормы расхода металла на 1 $м^3$ железобетонных конструкций, которые утверждены главным инженером объединения Костромастрой, однако имеют место замены одного профиля металла другим. Но сейчас на заводе все шире проявляется тенденция сокращения процента таких замен. Так, например, если в 1985 г. эта замена по заводу составляла 3,4%, то уже в первом полугодии нынешнего года она снижена до 0,3%.

Активное участие в походе бережливых принимают технолог арматурного цеха П. А. Крайнов и главный технолог завода Н. Н. Понтас, которые систематически проводят работу, направленную на сокращение непроизводительного расхода металла и максимальное использование его в деле.

В результате тщательно организованной и планомерной работы, проводимой на заводе ЖБК по изысканию путей и способов бережного использования ресурсов, в первом полугодии текущего года сэкономлено 57 т цемента, 3 т металла, 36 тыс. кВт·ч электроэнергии, 108 Гкал тепловой энергии. В денежном выражении это составляет 3911 р. Таков вклад заводчан на старте двенадцатой пятилетки в общую копилку экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов ПСМО Костромастрой.

Е. М. НЕГИНСКИЙ, начальник отдела внедрения треста Оргтехстрой ПСМО Костромастрой

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

11 (380)

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА СССР

Ноябрь 1986

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!
Большие задачи строительного комплекса 2
Трибуна соревнующихся
Илларионов В. Ф. Ручной труд — в отставку 3
Конструкции
Лишак В. И., Киреева Э. И., Таратута М. Г. Исследования многопустотных плит перекрытий, опертых по трем сторонам 5
Бетоны
Ахвердов И. Н., Батяновский Э. И. Быстротвердеющий бетон сухого формования 7
Заводское производство
Митник Г. С., Богачев Е. В., Савинский Н. А., Пистряк Н. Ф., Оксененко А. Н. Преднапряженные стальные поддоны для заводов сборного железобетона 9
Зурабян А. С., Ильяшенко В. А., Станчик Г. И., Кайданов Г. Л. Формование ребристых объемных блоков типа «колпак» из малоподвижных и жестких бетонных смесей 11
Малинина Л. А., Работина М. В. Тепловлажностная обработка бетонов с химическими добавками 13
Строительное производство
Крылов Б. А., Кузьмин А. В. О повышенной распалубочной прочности бетона при электропрогреве 15
Сабалдырь В. П., Лещинский М. Ю. Упрочнение свай навивкой волокон 17
В помощь проектировщику
Мамедов Г. М., Алиев Р. Д. Новая расчетная схема балок при действии поперечных сил 18
Краковский М. Б., Шапиро А. В. Вероятностный расчет подколонников типовых монолитных фундаментов 19
Кругликов В. В. Рациональные приемы организации производственных зон на предприятиях полносборного домостроения 20
Демченко Н. С. Расчет треугольной плиты, ослабленной отверстием 22
Вопросы экономики
Рогатин Ю. А., Дмитриев А. С. Методика расчета потребности в заполнителях с учетом региона строительства 23
Файнер М. Ш. Энергоемкость высокопрочных бетонов 25
Вопросы качества
Цветков И. Л., Бруссер М. И., Григорьев М. С. Влияние отклонений от плоскостности граней контрольных кубов на оценку прочности и однородности бетона 27
Использование промышленных отходов
Кудрявцев А. А., Мурзабеков Е. Р. Длительная прочность бетона на безобжиговом зольном гравии 29
Долговечность
Карлина И. Н., Кондрацкая С. И. Коррозия бетона в растворах цитрата и гидроцитрата натрия 30
Алексеев С. Н., Подвальный А. М., Флакс В. Я., Кац Г. Л. Обеспечение долговечности узлов сопряжений сборных конструкций 31
Теория
Попов Н. Н., Трекин Н. Н., Матков Н. Г. Влияние косвенного армирования на деформативность бетона 33
Стандарты и нормативные документы
Нагорняк И. Н., Королев К. М., Довжик В. Г., Дорф В. А. Новый стандарт на бетонные смеси 35
Булгакова М. Г. Новые нормы по защите строительных конструкций от коррозии 36
В порядке обсуждения
Кульчицкий Г. Б. К вопросу оценки надежности изгибаемых железобетонных элементов 37
На ВДНХ СССР
Азаркин Н. М. Опыт бережливых — достояние общее 38
Библиография
Федоров А. Е., Дмитриев А. С. Книга о бетонных работах в сложных климатических условиях 39
Заседателев И. Б. Своевременная монография 40

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

© Стройиздат, 1986

ВОЛОГОДСКАЯ

БОЛЬШИЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

XXVII съезд партии, июньский (1986 г.) Пленум ЦК КПСС, глубоко и всесторонне проанализировав обстановку, сложившуюся в капитальном строительстве, отметив весьма сложное, подчас неблагополучное положение дел в этой области, поставили перед отраслью стратегическую задачу — минимум вдвое сократить сроки возведения объектов, всего инвестиционного цикла как при реконструкции, так и при создании новых мощностей. Отрасль призвана обеспечить коренное техническое перевооружение и реконструкцию всего народного хозяйства, способствовать успешному решению больших социально-экономических программ.

Объемы капитального строительства в текущей пятилетке огромны: размеры капитальных вложений за пять лет должны достигнуть 1000 млрд. р., а одних только строительно-монтажных работ предстоит выполнить на сумму свыше 500 млрд. р. Программа напряженная, но вполне реальная. Известно немало трудовых коллективов, которые в стартовом году двенадцатой пятилетки существенно улучшили технико-экономические показатели, повысили организованность и порядок. За 7 мес. текущего года основных фондов введено за счет государственных капитальных вложений на 5 млрд. р. больше, чем за тот же период прошлого года. Объем подрядных работ вырос на 8%, производительность труда — на 4,9%. Сократилось число строительно-монтажных организаций, не выполняющих эти основные показатели.

Однако коренного улучшения дел в этой области народного хозяйства не последовало, обстановка в отрасли остается неудовлетворительной, перестройка идет медленно. Почти половина трестов хронически не справляется с планом, срывает сроки ввода мощностей и объектов. При этом замораживаются огромные средства, тормозится научно-технический прогресс. В этих негативных тенденциях сказываются просчеты планирования, громоздкость и неповоротливость системы управления, недостаточно четкая организация труда и механизм использования передового опыта.

Для осуществления действенных мер по коренному улучшению инвестиционного процесса, укрепления и развития отрасли в свете решений XXVII съезда партии ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановления о дальнейшем совершенствовании управления строительным комплексом страны и о мерах по совершенствованию хозяйственного механизма в строительстве. Первым предусматривается ряд мер по усилению централизованного руководства единым строительным комплексом страны при одновременном расширении прав и повышении ответственности Советов Министров союзных республик и местных Советов народных депутатов за выполнение планов капитального строительства, развитие базы и повышение технического уровня строительного производства. Функции руководства строительным комплексом возложены на Государственный строительный комитет СССР — постоянный орган Совета Министров СССР. В его состав входят руководители общесоюзных и специализированных строительных министерств, министр промышленности строительных материалов, председатель Стройбанка СССР, заместители Председателей Советов Министров союзных республик, руководители общеэкономических ведомств и ряда министерств, ведающие вопросами строительства, ученые, специалисты, руководители передовых организаций, известные бригадиры-строители.

Новый Госстрой СССР должен проводить единую научно-техническую политику в отрасли, развивать индустриализацию, внедрять передовые формы организации труда и производства, совершенствовать хозяйственный механизм. Одновременно Госстрой СССР будет непосредственно руководить работой входящих в строительный комплекс общесоюзных строительных министерств СССР, образованных по территориальному признаку.

Для ускоренного наращивания объемов работ по строительству жилых домов и объектов социального назначения Госстрою СССР, строительным министерствам СССР и Советам Министров союзных республик по согласованию с местными партийными и советскими органами поручено создавать в случае целесообразности в городах, областях и краях на базе предприятий индустриального домостроения проектно-промышленно-строительные организации, специализированные на жилищно-гражданском строительстве. В последующем эти организации будут передаваться в непосредственное подчинение соответствующих местных Советов народных депутатов. При этом обращено особое внимание на развитие служб единого заказчика и организацию комплексной застройки жилых кварталов.

В ходе проводимой реорганизации предусмотрено значительное сокращение численности работников аппарата союзных, республиканских строительных министерств, местных строительных организаций.

Второе постановление направлено на коренную перестройку хозяйственного механизма в строительстве, повышение его эффективности, усиление экономической заинтересованности всех участников инвестиционного процесса в обеспечении ввода в действие производственных мощностей, жилых домов и других объектов социального назначения в нормативные сроки. В этом постановлении особое внимание уделено расширению действия финансово-кредитного механизма и других элементов товарно-денежных отношений, возникающих между участниками строительства. Предусматривается существенное повышение роли договорных отношений. Договоры подряда станут заключаться по каждой вновь начинаемой стройке на весь период возведения объекта. Оценка производственно-хозяйственной деятельности строительно-монтажных организаций будет производиться прежде всего по результатам выполнения обязательств, предусмотренных договорами подряда. Такой порядок будет способствовать повышению ответственности за конечные результаты практически у всех участников инвестиционного процесса.

Важным элементом совершенствования хозяйственного механизма в строительстве на подобной основе является введение договорных цен на строительную продукцию. Они будут определяться заказчиком и подрядчиком с участием генеральной проектной организации и субподрядных организаций на основе действующих нормативных документов с учетом возможных дополнительных затрат подрядчика, связанных с организацией строительства на реконструируемых объектах, во вновь осваиваемых районах, с выполнением работ высокими темпами. В качестве мощного противозатратного механизма при таком подходе станет стабильный характер договорных цен, неизменяемых в течение всего периода строительства, а также введение порядка, при котором основная часть экономии, полученной за счет снижения стоимости работ против договорной цены, поступает в распоряжение строителей и проектировщиков.

Уже с нынешнего года министерства и ведомства СССР, а также Советы Министров союзных республик должны поэтапно переводить строительно-монтажные тресты и приравненные к ним организации, главные территориальные и специализированные управления по строительству, министерства строительства союзных республик на полный хозяйственный расчет и самофинансирование. Важнейшим результатирующим экономическим показателем хозрасчетной деятельности положена прибыль, являющаяся главным источником, обеспечивающим развитие строительных организаций, их фондов материального поощрения.

Среди основных стимулов и санкций, направленных на выполнение подрядчиком договорных обязательств и своевременный ввод объектов в эксплуатацию, следует назвать систему расчетов между заказчиком и подрядчиком. Теперь он будет производиться после завершения строительства объекта и утверждения акта приемки. Полученная строительно-монтажными организациями экономия за счет снижения стоимости строительства против договорной цены передается в их распоряжение до окончания работ в размере только 60%. Оставшиеся средства могут быть использованы лишь после сдачи объекта в эксплуатацию. Вводится еще ряд мер и санкций финансово-экономического характера, которые будут стимулировать подрядчика выполнять договорные работы в срок и качественно.

Принятые ЦК КПСС и Советом Министров СССР постановления ставят перед строительным комплексом большие задачи, требующие быстрых и эффективных решений. Предстоит огромная, напряженная работа, которую необходимо выполнить для коренного улучшения дел в капитальном строительстве.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.003:658.011.8

Ручной труд — в отставку

Комбинат железобетонных конструкций № 2 Главмоспромстройматериалов — одно из передовых предприятий в отрасли. Его годовая мощность 315 тыс. м³ сборного железобетона. Коллектив успешно реализует плановые задания и напряженные социалистические обязательства. Программу прошлого года по росту производительности труда он выполнил на 103,7 %. По сравнению с 1984 г. выработка поднялась на 5,9 %. Большая работа проведена за последний год по внедрению новой техники, прогрессивной технологии, механизации и автоматизации трудоемких процессов. За счет этого только за один год условно высвобождено 103 рабочих. Высокие рубежи стоят перед коллективом в стартовом году двенадцатой пятилетки. Как и прежде, намеченное успешно претворяется в жизнь. Особое внимание уделяется дальнейшей механизации труда. Девиз коллектива: «Ручной труд — на плечи машин!»

На комбинате недавно введена в строй новая высокомеханизированная конвейерная линия, оснащенная специальным оборудованием для выпуска на основе литьевой технологии панелей внутренних стен (рис. 1). Оригинальной конструкции бетоноукладчик, снабженный специальными шланговыми питателями, всего за несколько секунд выливает литую бетонную смесь (получаемую с применением комплексной химической добавки) на любой участок подготовленной формы. Отпала необходимость разравнивать бетонную смесь с помощью лопаты, как это еще делается на многих предприятиях. Время уплотнения смеси сократилось с 3...4 мин до 10...15 с, что резко улучшило условия труда рабочих-формовщиков, повысило выработку на этом участке производства. Теперь не нужно отделывать верхние поверхности изделий с помощью затирочного диска, так как для этого вполне достаточно выровнять бетон валом бетоноукладчика.

Любое техническое новшество проверяется экономически. Даже простейшие подсчеты показывают, насколько эффективна новая технология. При формовании внутренних панелей из литых бетонных смесей производительность технологического конвейера возросла вдвое. На формовке и отделке изделий перед тепловой обработкой ручной труд исключен полностью. Значительно снижен расход электроэнергии, иными стали условия труда у работающих. Немаловажно и то, что продолжительность службы форм и оборудования увеличена в 2,2 раза, резко снижены трудозатраты на их ремонт. Себестоимость 1 м³ изделий снижена с 52,9 до 41 р. Экономический эффект от внедрения прогрессивной технологии составил 300 тыс. р.

Важнейшим результатом проделанной работы является то, что доказана принципиальная возможность технического перевооружения промышленности сборного железобетона в связи с массовым переводом предприятий на новый, более прогрессивный способ производства. За опытом к москвичам приезжают со многих родственных предприятий. Инженеры, рабочие комбината оказывают им необходимую помощь, делятся своими «секретами», открыто говорят о том, что еще с трудом решается и что необходимо безотлагательно перестроить.

Поиск резервов в коллективе комбината ведется буквально на каждом участке производства. Специалисты разработали и внедрили принципиально новый способ отделки поверхностей панелей с помощью модернизированного шлифовального станка, оснащенного шпатлевочной рейкой с резиновыми шпателями (рис. 2). Шпаклевкой служит смесь, образующаяся при шлифовке вязкой части шлама, и водной дисперсии полимера, которая подается в зону шлифовального инструмента. Образующийся при шлифовке шлам, разбавленный водой до содержания сухого вещества 70 г/л, используется в бетоносмесительном цехе для приготовления бетона.

Выгода от этого очевидна. Внедрение механизированной шпаклевки изделий, использование для этого отходов шлифования дало возможность отказаться от специального узла приготовления шпаклевочного раствора. Механизированная отделка панели занимает 8...10 мин, в то время как на отделку и доводку изделия по старой технологии (вручную) затрачивалось от 25 до 30 мин рабочего времени бригады отделочников. Производи-

Рис. 1. Высокомеханизированная конвейерная линия по выпуску панелей внутренних стен на основе литьевой технологии

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 2. Отделка поверхностей внутренних стеновых панелей методом шлифования

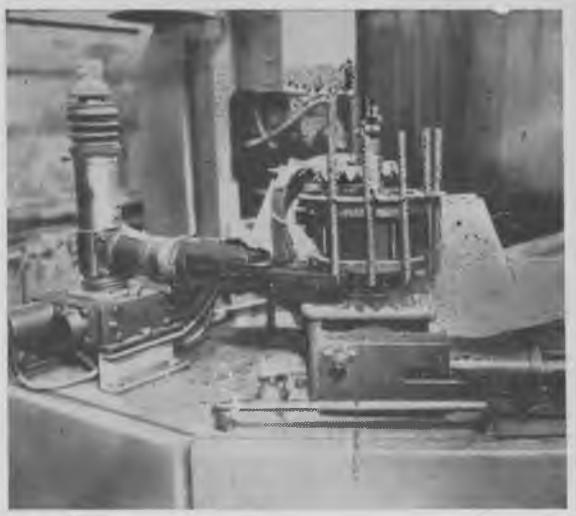


Рис. 3. Роботизированная линия по производству штампосварных закладных деталей

тельность труда была в несколько раз ниже, качество продукции зачастую не соответствовало возрастающим требованиям, а условия труда рабочих — тяжелые. Высока была здесь и текучесть кадров, поскольку профессия отделочника считалась одной из самых непрестижных.

С внедрением механизированного процесса отделки ликвидирован ручной труд на одной из самых тяжелых операций, условно высвобождено 5 отделочников, поднялось качество продукции. Панелям внутренних стен, отделываемым по новому способу, присвоен государственный Знак качества. Экономический эффект от внедрения прогрессивного способа отделки превысил 10 тыс. р.

На комбинате знают, сколько хлопот доставляет строповка и перемещение лестничных маршей. Эти операции до 1985 г. выполнялись с помощью траверсы, оборудованной четырьмя цепными стропами и столькими же инвентарными строповочными штырями, которые надо было вручную вставлять в специальные отверстия лестничного марша. Строповочные штыри приходилось снимать и заново устанавливать на каждом технологическом посту. На выполнении этих операций было занято 8 человек.

Не так давно эти трудоемкие процессы удалось исключить. Для распалубки и транспортировки лестничных маршей на комбинате стали использовать автоматический захват. После его внедрения лестничный марш вынимается из формы и перемещается по всем технологическим постам без каких-либо дополнительных операций. Захват изделия производится за «ниши», выполненные на боковых гранях марша. В результате внедрения средств механизации на этом участке производства высвобождено 8 человек, полностью устранен ручной труд, намного сократилось время на подготовку формы и строповку изделия. Экономический эффект составил 16,7 тыс. р.

Благодаря реализации целенаправленной программы механизации и автоматизации производственных процессов устаревшую технологию на ряде участков заменяют более удобные в эксплуатации и эффективные средства. Например, совсем недавно введена в действие автоматическая линия по изготовлению арматурной сетки С-16 для наружных стеновых панелей. Благодаря этому совмещен ряд технологических операций, с ручных работ высвобождено 3 человека. Производительность труда на этом участке повысилась на 6...7%. Экономический эффект от механизации труда превысил 6 тыс. р.

Долгое время на комбинате «узким местом» считался участок по производству штампосварных закладных деталей: труд здесь монотонный, малопривлекательный, люди шли сюда неохотно, да и производительность труда была на довольно низком уровне. Умельцы предприятия сконструировали и установили сравнительно простую роботизированную линию по изготовлению таких деталей (рис. 3). Агрегат состоит из одноточечной сварочной машины МТ-4218, секции подачи стержней и секции подачи пластин. Первая предназначена для подачи стержней в зону сварки и состоит из бункера-магазина, магнитного накопителя и серийно выпускаемого манипулятора. Вторая представляет собой роторный стол с электромеханическим приводом. Система управления электропневматическая. Размеры привариваемых пластин 60×80×4...150×200×6 мм. Производительность — 7 тыс. сварок за смену.

Схема работы роботизированного агрегата тоже несложна. Роторный поворотный стол автоматически заряжается пластинами. После нажатия кнопки «пуск» стержень выдается из бункера-магазина в магнитный накопитель, происходит захват стержня манипулятором и перемещение его в сварочный узел машины, а затем — сварка стержня с пластиной, поданной роторным столом. Сразу за включением цикла сварки производится подача следующего стержня из бункера-магазина в магнитный накопитель. Затем процесс повторяется.

С внедрением роботизированной линии в арматурном цехе заметно повысилась производительность труда, ликвидированы ручные операции подготовки к сварке всех деталей, а также подачи готовых изделий после сварки для складирования. Кроме того, с тяжелых работ высвобождено 2 человека.

В последнее время на комбинате железобетонных конструкций № 2 механизирован еще ряд операций. Например, механизированы ручные процессы при эксплуатации вертикального отделочного конвейера в формовочном цехе № 1, где производятся панели для наружных стен, механизирована разгрузка пластмассовых труб из железнодорожных вагонов. Теперь разгрузочные работы выполняют с помощью техники только 6 специалистов вместо прежних 30 рабочих-грузчиков.

Механизация работ оказывает существенное влияние не только на повышение экономических показателей предприятия. Благодаря ей более успешно решаются социальные вопросы, сокращается текучесть кадров, растет мастерство трудящихся. Все это гарантирует дальнейшее успешное выполнение намеченных производственных планов и высоких социалистических обязательств, принятых коллективом комбината ЖБК № 2 на двенадцатую пятилетку.

В. Ф. ИЛЛАРИОНОВ, инж.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.073.001.5

В. И. ЛИШАК, Э. И. КИРЕЕВА, кандидаты техн. наук,
М. Г. ТАРАТУТА, инж. (ЦНИИЭП жилища)

Исследования многопустотных плит перекрытий, опертых по трем сторонам

В крупнопанельных домах плиты перекрытий опираются на несущие поперечные и продольные стены, как правило, по трем и четырем сторонам. Исследования ЦНИИЭПжилища, МНИИТЭП, МИСИ позволили усовершенствовать методы расчета и проектирования сплошных железобетонных плит перекрытий с учетом их фактического опирания.

Наряду со сплошными в крупнопанельном домостроении применяют многопустотные плиты перекрытий длиной 6...6,4, шириной 2,4...3,6 м, рассчитанные и запроектированные как балочные, хотя они опираются на несущие стены по двум коротким и одной длинной сторонам. Это объясняется, с одной стороны, недостаточной изученностью работы многопустотных плит, опертых по трем сторонам, с другой — широким применением типовых плит с пустотами диаметром 159 мм и приведенной толщиной бетона около 120 мм, имеющим тонкие межпустотные ребра, не способные сопротивляться возникающим усилиям среза. С разработкой многопустотных плит с приведенной толщиной бетона около 160 мм и шириной межпустотных ребер 40 мм и более стало возможным при проектировании учитывать их опирание по трем сторонам.

В ЦНИИЭПжилища испытаны две группы натурных образцов плит размерами 6,37×2,37 м конструкции КБ по железобетону им. А. А. Якушева, изготовленных на Калининском ССК. Высота плит — 220 мм, диаметр пустот — 127 мм, приведенная толщина бетона — 155 мм. Образцы отличались армированием. I группа (плиты П-1 и П-3) имела рабочую арматуру из преднапряженных стержней диаметром 14 мм из стали класса A-V только в продольном направлении. Образцы II группы (плиты П-2 и П-4) имели рабочее армирование в продольном и поперечном направлениях. Кроме преднапрягаемой арматуры, в нижней зоне плит располагали сварную сетку 5/3/200/300 из проволоки класса В-1 с рабочей арматурой короткого направления. Преднапряжение арматуры осуществляли электротермическим способом.

Плиты опирали на две короткие и одну длинную стороны на катки с закреплением их углов от подъема. Образцы испытывали равномерно распределенной нагрузкой, прикладываемой этапами по 1 кН/м².

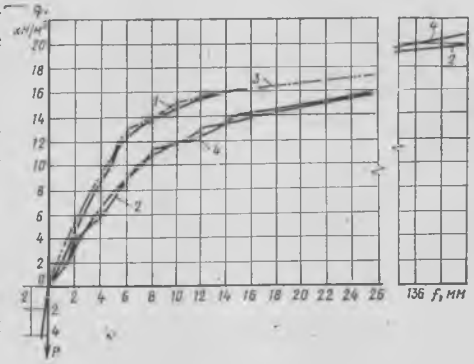


Рис. 1. Экспериментальные зависимости нагрузка — прогиб
1 — П-1; 2 — П-2; 3 — П-3; 4 — П-4

Испытания показали различие в характере работы и разрушения плит, армированных в двух направлениях, и плит без рабочей арматуры в поперечном направлении.

В упругой стадии работы для всех образцов характерна линейная зависимость прогиб — нагрузка (рис. 1). В образцах П-1 и П-3 первыми образовались косые трещины в угловых зонах нижней поверхности при нагрузке 14 и 15 кН/м² (без учета собственной массы плиты), после чего прогибы плит быстро нарастали. Угол наклона первых трещин к короткой стороне плиты составил около 60°.

При нагрузке 16 кН/м² в плите П-1 и 17 кН/м² в плите П-3 образовали продольные трещины вдоль пустоты, которые вызвали хрупкое разрушение образцов. После приложения этих нагрузок в течение 5...10 мин продольная трещина соединялась с косыми в углах плит. Раскрытие продольной трещины составило 3...5, косых 5...7 мм (рис. 2). На этом же этапе образовались и раскрылись на 1...1,5 мм наклонные трещины в торцах плит. Несущая способность плит была исчерпана, при этом прогибы составляли всего 14,5 (П-1) и 29,1 мм (П-3).

В образцах П-2 и П-4 первыми также образовались косые трещины при нагрузке 14 кН/м². Угол их наклона составил 58°. При последующих этапах нагружения образовалась система косых трещин с наибольшим раскрытием у первоначально образовавшихся. Продольные трещины

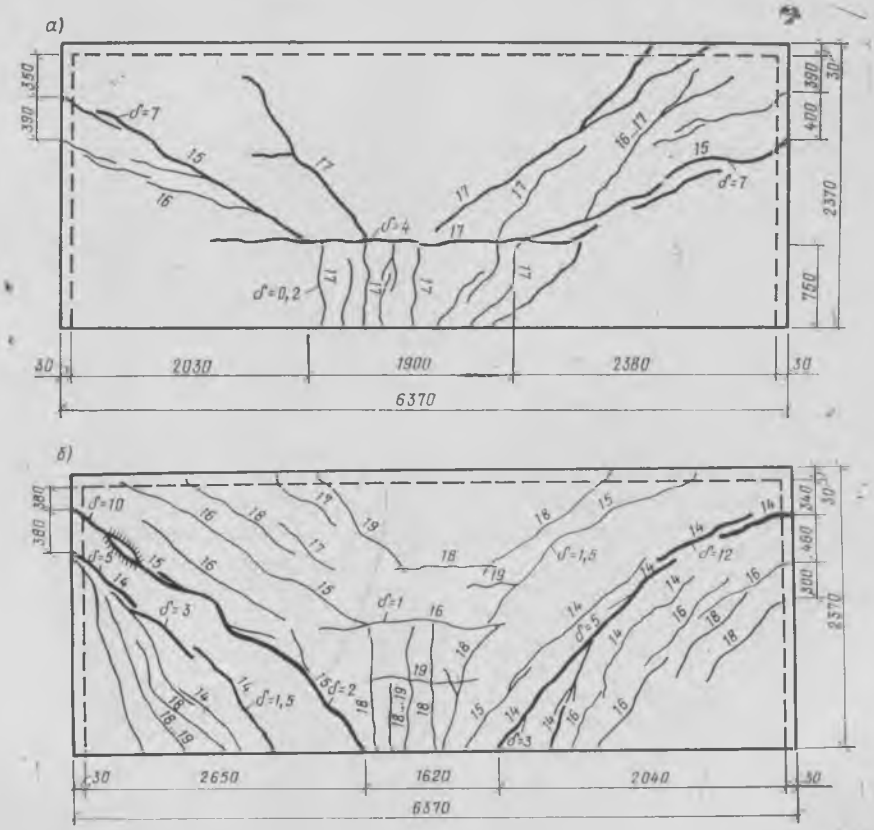


Рис. 2. Трещинообразование на нижних поверхностях опытных образцов
Плиты: а — П-3; б — П-2. Цифрами показана нагрузка (кН/м²), при которой они образовались; δ — ширина раскрытия трещин при разрушающей нагрузке

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

возникли при нагрузке 16 кН/м², т. е. при той же нагрузке, что и в образцах П-1 и П-3, но максимальное их раскрытие составило всего 0,5...0,7 мм (см. рис. 2). Продольные трещины в образцах П-2 и П-4 не вызвали разрушения плит и на последующих этапах нагружения интенсивно раскрывались только косые трещины. При нагрузке 20 (для П-2) и 21 кН/м² (для П-4) несущая способность плит была исчерпана. Разрушение произошло из-за текучести арматуры в образовавшихся линейных пластических шарнирах. Максимальный прогиб равнялся 155 мм. На рис. 1 видно, что образцы II группы имели большую зону пластических деформаций, чем образцы I группы. Установка поперечной рабочей арматуры в плитах П-2 и П-4 предотвратила хрупкое разрушение плит, способствовала пластическому характеру работы и, как следствие, увеличению их несущей способности на 20%.

Несущую способность плит, армированных в двух направлениях, рассчитывали с учетом двух возможных схем излома (рис. 3) по формулам, полученным на основе метода предельного равновесия:

при схеме излома типа I:

$$P \leqslant \frac{24\, m_1}{l_1^2} \cdot \frac{\nu + \psi\gamma}{\nu\,(3 - \nu\gamma)}; \qquad (1)$$

где $\gamma = l_1/2l_2$; $\psi = m_2/m_1$; m_1, m_2 — погонные изгибающие моменты соответственно вдоль пролетов l_1 и l_2, воспринимаемые рабочей арматурой плиты в предельном состоянии;

$$\nu = \operatorname{ctg}\alpha_1 = \sqrt{\gamma^2\psi^2 + 3\psi} - \gamma\psi; \text{*} \qquad (2)$$

при схеме излома типа II:

$$P \leqslant \frac{24\, m_1}{l_1^2} \cdot \frac{\gamma^2\,(\nu^2 + \psi)}{3\gamma\nu - 1}; \qquad (3)$$

где

$$\nu = \operatorname{ctg}\alpha_2 = \frac{1 + \sqrt{1 + 9\gamma^2\psi}}{3\gamma}. \qquad (4)$$

За расчетную несущую способность принималось меньшее из двух значений P, вычисленных по формулам (1) и (3).

При расчете прочности многопустотных плит, опертых по трем сторонам и имеющих рабочую арматуру только в продольном направлении, в первую очередь

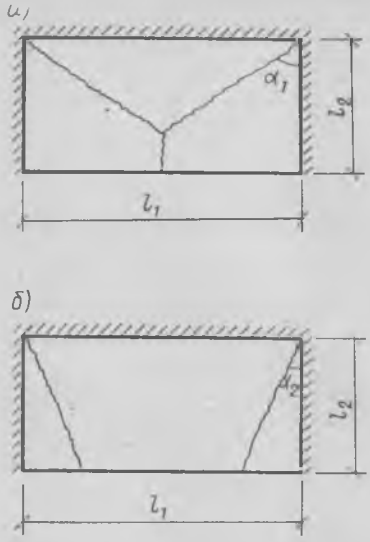


Рис. 3. Теоретические схемы излома плит, опертых на две короткие и одну длинную стороны
а — схема излома типа *I*; *б* — то же, типа *II*

проверяли трещиностойкость бетонного продольного сечения плиты, поскольку образование продольной трещины может привести к их хрупкому разрушению. Прочность плиты в этом случае предложено проверять по формуле

$$P_p \leqslant \frac{R_{bt}\, b\, h_0}{k_1\, l_2 \left(\dfrac{3{,}5\, d}{4\, h_0} + \dfrac{l_2}{h + d}\right)}, \qquad (5)$$

где P_p — максимально допустимая нагрузка на плиту из условия трещиностойкости полки; R_{bt} — расчетное сопротивление бетонного сечения растяжению; b — ширина расчетного продольного сечения в 1 пог. м; d — диаметр пустоты; h_0 — толщина нижней полки плиты в опасном сечении, находящемся на расстоянии $^1/_4 d$ от центра пустоты; h — толщина плиты;

$$k_1 = \frac{1}{\pi\,(1 + \gamma_1)};$$

$$\gamma_1 = \frac{\pi^2}{4}\left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 \cdot \frac{E_b\, I}{G\, I_{tor}},$$

I, I_{tor} — моменты инерции поперечного сечения плиты при изгибе и кручении.

Формула (5) получена из условия трещиностойкости бетонного сечения нижней полки, рассматриваемой как внецентренно растянутый элемент. При этом усилия в плите (реакция на продольной опоре, поперечный и местные изгибающие моменты) определяли в упругой стадии.

Если условие (5) выполняется, то допускается преднапряженные плиты, опертые по трем сторонам, армировать только в продольном направлении. Требуемую площадь напрягаемой арматуры в этом случае можно рассчитывать по методу предельного равновесия, полагая в формулах (1) и (3) $\psi = 0$, а значение ν определяя по формулам (2) и (4) при

$$\psi = m_{crc\,2}/m_{crc\,1}$$

(m_{crc1}; m_{crc2} — моменты трещиностойкости поперечного и продольного сечений плиты).

Если же условие (5) не выполняется, то необходимо армировать плиту в обоих направлениях. Расчеты показали, что многопустотные плиты перекрытий жилых зданий шириной 1,8 м и более при опирании по трем сторонам должны иметь рабочее армирование в двух направлениях.

Основным условием, при котором многопустотные плиты перекрытий можно рассчитывать как опертые по трем сторонам, является обеспечение прочности на срез бетонных межпустотных ребер. Установлено, что максимальные срезывающие усилия возникают в ближайших к продольной опоре межпустотных ребрах. Для проверки прочности на срез опорного и ближайшего к опорному межпустотного ребер предложены формулы:

$$P_0 \leqslant \frac{1{,}2\, R_{bt}\, b\, b_0\, (h - h_p)}{k_1\, a\, (l_2 - a_1)}; \qquad (6)$$

$$P_m \leqslant \frac{0{,}6\, R_{bt}\, b\, b_m\, (h - h_p)}{k_1\, a\, (l_2 - a_1)}. \qquad (6а)$$

где P_0, P_m — максимально допустимая нагрузка на плиту из условия прочности соответственно опорного и ближайшего к опорному межпустотного ребер; b_0, b_m — толщина соответственно опорного и ближайшего к опорному межпустотного ребер; h_p — толщина полки; a — расстояние между центрами пустот; a_1 — расстояние от продольной грани плиты до центра второго приопорного ребра.

При действующих в жилых зданиях нагрузках и применяемых классах бетона В15...В25 многопустотные плиты шириной 2,4...3,6 м, опертые по трем сторонам, должны иметь толщину межпустотных ребер не менее 40 мм, поэтому в качестве опытных образцов были выбраны плиты с приведенной толщиной бетона 155 и ребер 58 мм.

Достоверность предложенных расчетных формул подтверждена экспериментом. Сопоставление теоретических и опытных результатов (см. таблицу) показало, что несущая способность образцов I группы, соответствующая моменту образова-

* Калманок А. С. Расчет пластинок. — М.: Стройиздат, 1959.—93 с.

Марка образца	$q_{crc,\,obs}$	$q_{crc,\,col}$	Δq_{crc}, %	$q_{u,\,obs}$	$q_{u,\,col}$	Δq_u, %	α_{obs}	α_{col}	$\Delta\alpha$, %	l_{obs}	l_{col}	Δf, %
П-1	18,0	18,20	—1,1	20,0	20,00	0	60	54	10,0	14,5	4,50	68,9
П-2	16,0	18,16	—13,5	24,0	24,94	—3,9	55	61	10,9	145,0	89,20	38,5
П-3	19,0	18,15	+4,5	21,0	19,90	+5,2	58	54	6,9	29,1	4,95	83,0
П-4	18,0	19,31	—7,3	25,0	24,90	+0,4	55	61	10,9	145,0	89,40	38,3

Примечание. Опытные и теоретические нагрузки даны с учетом собственной массы плит, равной 4 кН/м²

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ния продольной трещины, определенная по формуле (5), точно совпала с экспериментальной и равна 16 кН/м².

Несущую способность образцов II группы теоретически определяли методом предельного равновесия при схеме излома I по формуле (1). Теоретический угол наклона пластического шарнира равен 61°. Фактическая схема трещин плит П-2 и П-4 действительно соответствовала схеме «полуконверт» и угол наклона фактических трещин составил 55°.

Несущая способность образцов II группы отличается от экспериментальных значений в среднем на 2,2%.

Исследование деформативности образцов показало, что в настоящее время нет теоретического аппарата для определения прогибов многопустотных преднапряженных плит, опертых по трем сторонам. Используемые в настоящее время формулы** для определения прогибов сплошных, опертых по трем сторонам плит неприемлемы для расчета многопустотных плит. Вычисленные по ним прогибы отличаются от экспериментальных на 60...80%. Необходима разработка методов расчета с учетом деформаций сдвига, возникающих в поперечном многопустотном сечении.

Выводы

Многопустотные плиты перекрытий крупнопанельных зданий можно проектировать как опертые по трем сторонам, если обеспечена прочность межпустотных ребер на срез.

Установлено различие в характере работы и разрушения опертых по трем сторонам многопустотных плит, армированных только в одном или в двух направлениях. Во избежание хрупкого разрушения применяемые в крупнопанельном домостроении плиты шириной 2,4...3,6 м при опирании по трем сторонам со свободным краем вдоль пролета 6...6,4 м должны иметь рабочую арматуру в двух направлениях. Продольные трещины в этом случае не влияют на формирование схемы излома плиты, тип которой определяется не только соотношением ее сторон, но и распределением рабочей арматуры. Угол наклона линий излома может отличаться на 45°, поэтому рекомендуется рассчитывать прочность методом предельного равновесия с учетом конкретных значений угла.

Экономический эффект от использования многопустотных плит как опертых по трем сторонам по сравнению с балочными составляет 20...25% по расходу рабочей стали и 15...20% по стоимости рабочей арматуры «в деле» (расчет выполнен для плит серии 135).

** См.: Рекомендации по расчету плит перекрытий крупнопанельных зданий с учетом пространственной работы. — М.: ЦНИИЭП жилища, 1983.— С. 23—38.

Бетоны

УДК 666.972:69.025

И. Н. АХВЕРДОВ, чл.-корр. АН БССР, д-р техн. наук, проф.,
Э. И. БАТЯНОВСКИЙ, канд. техн. наук (Белорусский политехнический ин-т)

Быстротвердеющий бетон сухого формования

При традиционной технологии формования сборных бетонных и железобетонных изделий из водозатворенных смесей используют химические добавки [1], а также предварительный разогрев смеси [2], позволяющие сократить индукционный период формирования структуры цементного геля, ускорить твердение бетона, снизить энергоемкость производства. При этом наибольший эффект достигается в бетонах с низким начальным водосодержанием [3, 4]. Реализация совокупного воздействия на бетон предварительного разогрева и введения ускорителей твердения при обычной технологии связана с большими трудностями, так как при этом резко снижается удобоукладываемость смеси, и, как следствие, возрастает пористость, а вместе с ней уменьшается прочность и долговечность бетона.

При сухом формовании бетона фактор удобоукладываемости смеси в привычном понимании этого термина отсутствует, в связи с чем ускоренное схватывание цементного геля под воздействием повышенной температуры и химических добавок не оказывает отрицательного влияния на его формовочные свойства, оно благоприятствует развитию твердения и упрочнения цементного камня и бетона. Повышение температуры вызывает ускорение диссоциации клинкерных минералов на ионы вследствие увеличения кинетической энергии молекул твердой и жидкой фаз. Образующийся при этом ионный раствор быстро пересыщается, чем интенсифицируется ионообмен и образование зародышей центров кристаллизации. Этим процессам способствует введение в горячую бетонную смесь электролитов, пептизирующе действующих на твердую фазу и ускоряющих в первые часы трансформацию цементного геля в камневидное состояние. В результате уже через 6...12 ч твердения в естественных условиях бетон набирает прочность, достаточную для распалубки, транспортирования и складирования изделий. При этом разогрев сухой бетонной смеси целесообразно осуществлять, используя горячие заполнители, температура которых после высушивания 70...85°С.

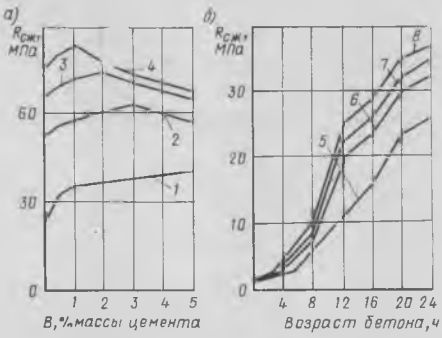


Рис. 1. Изменение прочности бетона в зависимости от расхода $CaCl_2$ (*а*) и кинетика его упрочнения в начальные сроки твердения (*б*)

1 — 1 сут; *2* — 3 сут; *3* — 7 сут; *4* — 28 сут; *5* — без добавок; *6* — 1% Na_2SO_4; *7* — 1% ННХК; *1* — 1% $CaCl_2$

Для практической проверки провели эксперименты, в которых использовали портландцемент Волковыского цементного завода $R_ц$=36,5 МПа, $K_{в.г}$=0,27 и $\rho_ц$=3100 кг/м³; щебень гранитный прочностью 80 МПа фракции 5...20 мм и песок природный стандартной гранулометрии. Сухую бетонную смесь оптимального состава [5] (Ц=360 кг, Щ-1250 кг, П=810 кг) помещали в формы с ребром 10 см и уплотняли в течение 60 с вибрированием с частотой 50 Гц и амплитудой 0,5 мм при величине пригруза 0,015...0,025 МПа. Затем горячую смесь насыщали водой или раствором добавки, имевшими такую же температуру, под давлением 0,3 МПа и снова вибрировали 60 с при тех же параметрах.

В начальной стадии эксперимента установлено влияние расхода ускорителей твердения ($CaCl_2$, Na_2SO_4, ННХК) на прочность холодного бетона ($t \approx 20$°С). Оказалось, что прочность бетона в различные сроки твердения не однозначно зависит от расхода химической добавки (рис. 1). Например, в возрасте 1 сут прочность тем выше, чем больше введено ускорителя твердения независимо от его вида; к трем суткам прочность бетона с 5% $CaCl_2$ и ННХК оказалась ниже, чем при расходе 3%. В более поздние сроки оптимальный расход добавки снижается

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

и составляет для $CaCl_2$ и ННХК к возрасту 28 сут — 1%, для Na_2SO_4 — 1...2%.

Приняв расход ускорителя 1% за оптимальный, установили, что через 10...12 ч твердения образцов в формах под влагоизолирующей пленкой на воздухе при температуре $t \approx 20°C$ прочность бетона с добавками составляет 15...25 МПа, что обеспечивает возможность распалубки, транспортирования и складирования изделий для последующего (по мере необходимости) дозревания бетона до набора отпускной прочности (рис. 2).

Влияние предварительного разогрева на прочность бетона исследовали на образцах, твердевших в различных условиях — одну серию в формах укрывали влагоизолирующей пленкой и выдерживали 24 ч при $t=20°C$, после чего образцы распалубливали и хранили до испытаний в нормально-влажностных условиях; другую серию распалубливали немедленно после повторного вибрирования и сразу же помещали в камеру нормально-влажностного твердения; третью серию образцов в формах укрывали влагоизолирующей пленкой и помещали на 24 ч в теплоизолирующий кожух из пенопласта, чем создавали термосные условия твердения бетона; после распалубки образцы хранили в нормально-влажностных условиях. В результате установлено, что выбор оптимальной температуры предварительного разогрева бетона зависит от условий его твердения — при немедленной распалубке изделий разогрев не должен превышать 40°C, при твердении их в форме с влагоизоляцией поверхности целесообразен разогрев до 60°C. При этом наблюдается ускорение роста прочности бетона в раннем возрасте; так, к 12 ч твердения она составляет 15...20 МПа вместо 10...12 МПа для бетона с начальной температурой 20°C, однако к 28 сут твердения прочность разогретого бетона практически равна прочности холодного бетона. Наиболее интенсивно процесс упрочнения происходит в условиях термоса — через 8 ч $R_{сж}=20$ МПа, через 12 ч — до 35 МПа и к 24 ч — до 45 МПа для образцов бетона с начальной температурой 60°C.

Введение в предварительно разогретую сухую бетонную смесь 1% $CaCl_2$, ННХК

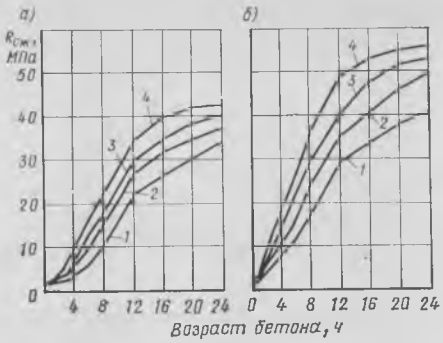


Рис. 2. Кинетика роста прочности разогретого бетона с 1% $CaCl_2$ при естественном остывании образцов (*а*) и термосном твердении (*б*)

1 — $t=20°C$; *2* — $t=40°C$; *3* — $t=60°C$; *4* — $t=80°C$

или Na_2SO_4 интенсифицирует процесс упрочнения бетона на всем интервале температур от 20 до 80°C, однако эффективность добавок с повышением температуры разогрева смеси проявляется не однозначно и зависит от времени и условий твердения бетона. Чем благоприятнее условия структурообразования, сопровождающегося переходом цементного геля из вязкопластичного в камневидное состояние, тем на более ранней стадии проявляется эффект от добавки в бетоне и тем значительнее он снижается во времени. Например, через 6 ч твердения при естественном остывании образцов в формах под влагоизолирующей пленкой прирост прочности бетона с температурой 20 и 80°C от введения 1% $CaCl_2$ составлял 3,5 и 5 МПа, а при термосном вызревании — 7 и 9 МПа; через 12 ч твердения в условиях естественного остывания прирост прочности бетона стабилизировался и, независимо от температуры предварительного разогрева, был равен 13...14 МПа, а через 24 ч — 10...11 МПа. К 12 ч термосного вызревания бетона при $t=20°C$ прочность возросла на 13 МПа, а при $t=80°C$ — на 7 МПа и к 24 ч — на 11 и 6 МПа. Необходимо отметить, что абсолютная прочность бетона с добавкой-ускорителем твердения через 6, 12 и 24 ч твердения в термосных условиях значительно превышала прочность образцов, твердевших в условиях естественного остывания.

Следовательно, применение предварительного разогрева сухой бетонной смеси в сочетании с введением ускорителей твердения позволяет через 8...10 ч твердения в естественных условиях или 6...8 ч термосного вызревания получать бетон прочностью 15...30 МПа. Учитывая, что в условиях заводского производства отформованные изделия после выдерживания дозревают на воздухе, необходимо проследить изменение прочности бетона при распалубке образцов через 0, 6, 12 и 24 ч и твердении их в течение 28 сут в помещении при влажности воздуха $\approx 60\%$ и температуре $t \approx 20°C$ (см. таблицу).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что увеличение времени выдерживания в условиях, обеспечивающих влагоизоляцию поверхности образцов, способствует росту прочности как холодного, так и разогретого бетона. Наибольший эффект отмечен при термосном выдерживании в течение 24 ч, поскольку в этом случае ускоряется гидратация цемента и бо́льшее количество жидкости переходит в связное состояние в начальный период твердения. Этим ограничивается развитие процесса обезвоживания бетона при последующем твердении на воздухе. Так, к 28 сут воздушного твердения немедленно распалубленные образцы из разогретого до 60°C бетона потеряли до 50% воды затворения, в то время как твердевшие первые 24 ч под влагоизолирующей пленкой и в условиях термоса — не более 20 и 15%. Испарение жидкости из бетона с низким начальным водосодержанием (В/Ц=0,26...0,28) замедляет гидратацию цемента и увеличивает пористость цементного камня, в результате чего снижается прочность бетона. Таким образом, выдерживание в течение 12...24 ч предварительно разогретого до 40...60°C бетона в условиях, исключающих потери им влаги, обеспечивает достаточно стабильный рост прочности при последующем твердении на воздухе.

Экономическая эффективность предлагаемой технологии при производстве, например, тротуарных плит складывается из уменьшения расхода цемента, по сравнению с изготовлением их кассетным способом или вибропрессованием на 25...35%, устранения затрат на ТВО заменой ее выдерживанием в естественных условиях и роста долговечности изделий вследствие повышения плотности и прочности бетона. Дополнительные затраты на предварительное высушивание заполнителей, составляющие примерно 1 р/м³ бетона, перекрываются экономией от устранения ТВО, затраты на которую составляют 3...4 р/м³ бетона в изделиях.

Учитывая особенности технологии изготовления изделий способом сухого формования бетона, ее целесообразно ис-

Условия твердения бетона до распалубки	Время распалубки, ч	Прочность бетона, МПа, разогретого до температуры, °C			
		20	40	60	80
—	0[1]	41,3/45,4[2]	36,4/39,6	30,2/34,7	22,1/28,8
Выдерживание в формах с влагоизоляцией поверхности образцов	6	53,0/57,4	56,3/60,8	58,0/62,5	55,6/60,2
	12	62,0/65,7	63,0/66,4	64,3/66,5	63,1/66,0
	24	67,3/69,8	68,7/72,8	69,5/73,4	66,2/70,0
Термосное твердение	6	54,2/58,2	57,7/62,0	61,1/64,3	59,0/63,5
То же	12	63,4/67,0	64,0/68,7	65,9/69,7	64,4/68,0
»	24	68,5/73,1	70,8/73,9	72,5/75,5	68,0/71,3

Примечания. 1 — немедленная распалубка образцов с последующим твердением на воздухе; 2 — перед чертой — бетон без добавок; после черты — 1% $CaCl_2$.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

пользовать при производстве тротуарных, облицовочных, дорожных плит, бордюрных камней, т. е. изделий, к которым предъявляют повышенные требования по плотности и прочности бетона, которые при традиционной технологии обеспечиваются вследствие повышенного (550...580 кг) расхода цемента, мягких и продолжительных режимов пропаривания.

Вывод

Применение ускорителей твердения в сочетании с предварительным разогревом сухой бетонной смеси и рациональными условиями твердения бетона создает предпосылки для исключения тепловлажностной обработки изделий из технологического процесса и замены ее выдерживанием в естественных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективные разжижители бетонных смесей / Ф. М. Иванов, О. А. Саввина, В. Н. Горбунов и др. // Бетон и железобетон. — 1977. — № 7. — С. 11—12.
2. Руководство по пароразогреву бетонных смесей при производстве сборного железобетона. — М.: Стройиздат, 1978. — 48 с.
3. Серова Л. П., Михановский Д. С., Шварцман П. И. Влияние водопотребности горячих смесей на прочность бетона // Бетон и железобетон. — 1978. — № 1. — С. 35—37.
4. Ахвердов И. Н., Шалимо М. А., Довнар Н. И. О влиянии хлористого кальция на формирование структуры цементного камня и бетона. — ДАН БССР. 1975. — Т. 19. — № 7. — С. 626—629.
5. Ахвердов И. Н., Батяновский Э. И. Особенности изготовления изделий из водонасыщенных сухих смесей с повторным виброуплотнением // Бетон и железобетон. — 1982. № 9. — С. 34—35.

Авторские свидетельства

№ 24*

1240753. Южгипронисельстрой. Н. И. Орда, Б. В. Гусев и Ю. И Ольховский. **Способ приготовления бетонной смеси.**

1240845. ГрузНИИЭГС. В Н. Бастатский. **Перекрытие.**

1240848. Н. Н. Леухин. **Способ соединения арматурных стержней.**

1240852. ВПЭКТИ. Р. О. Саакян, А. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. **Способ возведения каркасного здания методом подъема перекрытий.**

1240853. ВПЭКТИ. Р. О. Саакян, А.О. Саакян, С. Х. Шахназарян и др. **Способ возведения ненагружающей надстройки над существующим зданием.**

1240854. Всесоюзный ин-т Оргэнергострой. М. Б. Джуринский, А. С. Павлов, А. М. Скоромников и В. Г. Чумаченко. **Башня градирни.**

Заводское производство

УДК 621.869.82:693.56

Г. С. МИТНИК, канд. техн. наук (НИИЖБ); Е. В. БОГАЧЕВ, Н. А. САВИНСКИЙ, Н. Ф. ПИСТРЯК, инженеры (Черкасский з-д Строммашина); А. Н. ОКСЕНЕНКО, инж. (ПО Курскстройдеталь)

Преднапряженные стальные поддоны для заводов сборного железобетона

Предварительное напряжение — наиболее эффективный способ снижения массы стальных поддонов, предназначенных для изготовления изделий с преднапряженной арматурой. Оно позволяет усилить находящиеся в эксплуатации поддоны и тем самым увеличить продольную нагрузку на них от напряженной арматуры.

Конструктивные решения преднапряженных поддонов разработаны в середине 50-х годов, когда возникла необходимость в переходе на изготовление железобетонных изделий с преднапряженной арматурой при отсутствии поддонов, рассчитанных на восприятие больших продольных нагрузок. Тогда же были изготовлены первые преднапряженные поддоны, проверенные при эксплуатации на заводах [1].

Схема преднапряженного поддона в традиционном исполнении показана на рис. 1. В нижней части поддона расположены тяги, число и диаметр которых определяются расчетом [2]. Тяги натянуты до усилия 0,7...0,8 $R_{s,ser}$. Приложенное с некоторым эксцентриситетом относительно центральной плоскости поддона усилие выгибает его. При натяжении на упоры арматуры изделия рабочая поверхность поддона выпрямляется, так что формование происходит на поверхности ровной или с небольшим искривлением.

Опыт эксплуатации поддонов рассматриваемого типа на разных заводах показал, что их деформации соответствуют расчетным, однако конструкция в целом имеет принципиальный недостаток. В процессе эксплуатации усилие натяжения в тягах, создающих преднапряжение конструкции, падает, что вызвано многократными воздействиями вибрации, температурными перепадами, ударами, а также высоким уровнем начальных напряжений в тягах, закрепленных по концам и работающих, как гибкая нить.

В связи с тем, что на производстве периодическую подтяжку тяг, как правило, не проводили, через 4—6 мес эксплуатации поддоны уже работали как ненапряженные со всеми последствиями для качества железобетонных изделий. Учитывая это, на протяжении последующих десятилетий преднапряженные поддоны имели ограниченное применение. Положение изменилось, когда Черкасским заводом Строммашина совместно с НИИЖБ были разработаны преднапряженные поддоны в новом конструктивном исполнении* (см. рис. 1).

Тяги в них расположены под нижними полками продольных швеллеров, к которым они приварены по краям и с определенным шагом по длине. Напряжение в тягах не превышает 100 МПа. В новой конструкции благодаря более низкому расположению тяг увеличивается эксцентриситет приложения продольной силы, т. е. повышается эффективность работы преднапряженных тяг. Последние закреплены не только по краям, но и с шагом 800...1000 мм по длине, что исключает потери напряжений из-за ее колебаний как гибкой нити. Уменьшение в 3...4 раза напряжений в тягах практически исключает их потери в процессе эксплуатации поддона.

Таким образом, изменение конструкции позволило ликвидировать принципиальный недостаток преднапряженного поддона, связанный с потерей напряжений в тягах при их работе, и тем самым широко использовать их в заводском производстве.

В новом конструктивном решении выполнен преднапряженный поддон СМЖ-548А, серийно выпускаемый Черкасским заводом Строммашина с 1983 г. (рис. 2). В нем предусмотрены четыре тяги диаметром 25 мм из стали класса А-IIв. По сравнению с ненапряженным поддоном СМЖ-548 число продольных балок уменьшено с 8 до 6 [3]. Площадь поперечного сечения поддона СМЖ-548А снижена на 10,5%, а масса — на 8,6%, т. е. на 280 кг. Поддоны СМЖ-548А изготовляют на семипостовом шаговом конвейере [4]. Натяжение тяг производят с помощью пневмоцилиндров, установленных на третьем посту конвейера (рис. 3). Завод ежегодно выпускает около 4 тыс. поддонов СМЖ-548А, и экономия стали, достигнутая благодаря переходу к преднапряженной конструкции, составила на начало 1986 г. почти 5 тыс. т.

За счет натяжения тяг поддон СМЖ-

Рис. 1. Схема преднапряженных стальных поддонов

а — традиционное конструктивное решение; *б* — новое

* А. с. 935299 СССР, МКИ³ В 28 В 7/08. Поддон формы / Ю. В. Хворощанский, Е. В. Богачев, В. Д. Альченко и др. (СССР). — Открытия. Изобретения. — 1982. — № 22. — С. 68.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

548А, переведенный в рабочее положение, имеет предварительный выгиб 4...6 мм. При натяжении арматуры изделий с усилием до 703 кН, фиксируемым на упорах поддона, выгиб уменьшается, так что формование изделия происходит на поддоне с горизонтальной рабочей поверхностью или с поверхностью, выгнутой не более 2 мм. При таких условиях толщина защитного слоя в середине изделия незначительно отличается от проектной, и колебания в толщине защитного слоя от выгиба поддона не превышают допускаемого ГОСТ 25781—83.

До перехода к серийному изготовлению поддона СМЖ-548А завод совместно с НИИЖБ провел испытания новой конструкции. В частности, на специально изготовленном стенде, который позволяет передавать на поддон нагрузку, по значению и точке приложения соответствующую расчетной [5], проверена работа конструкции в процессе многократного загружения продольной нагрузкой, равной 700 кН. После 5 тыс. циклов загружения выгиб рабочей поверхности ненагруженного поддона уменьшился на 0,71 мм и нагруженного — на 0,75 мм, что свидетельствует об упругой работе конструкции в течение всего срока испытания. Это подтверждают постоянные деформации поддона под нагрузкой: при первом загружении они равны 4,18 мм и последнем — 4,22 мм, колебания прогиба в пределах точности измерений.

Упругая работа конструкции, наряду со снижением массы, составляет основные преимущества преднапряженных поддонов. Важность первого из этих факторов обусловлена тем, что в процессе эксплуатации ненапряженных поддонов обычно наблюдается приращение начальных искривлений. Как следствие, уже через 1...2 года эксплуатации искривления рабочей поверхности поддонов во многих случаях превышают допускаемые, из-за чего возникают трудности при монтаже изделий с разным выгибом. Упругая работа поддонов гарантирует получение изделий с более стабильной геометрией по конечному искривлению.

Преднапряженные поддоны СМЖ-548А работают на многих заводах различных министерств и ведомств. Их эксплуатация протекает нормально, без осложнений в частности, из-за размещения преднапряженных тяг под продольными балками. В то же время производственники отмечают отсутствие приращений деформаций в поддонах при их работе.

В том же убеждает опыт трех предприятий Курской обл., на которых эксплуатируют поддоны СМЖ-548А и которые были обследованы во второй половине 1985 г. На заводе ЖБИ-1 ПО Курскстройдеталь 24 поддона работают с мая 1984 г., и к началу 1986 г. они прошли около 400 циклов. На этом заводе поддоны эксплуатируют на технологической линии, оборудованной вибротумбами, которые не предусматривают крепление поддонов. Условия работы на линии можно считать тяжелыми. Однако, несмотря на это, поддоны находятся в хорошем состоянии, и за все время эксплуатации не было ни одного случая передачи их в ремонт. На заводе ЖБИ-3 того же объединения (г. Железногорск) 12 поддонов СМЖ-548А эксплуатируют с февраля 1983 г. До конца июля 1985 г. они прошли около 540 оборотов; поддоны за время работы не ремонтировали и необходимость в этом не возникала.

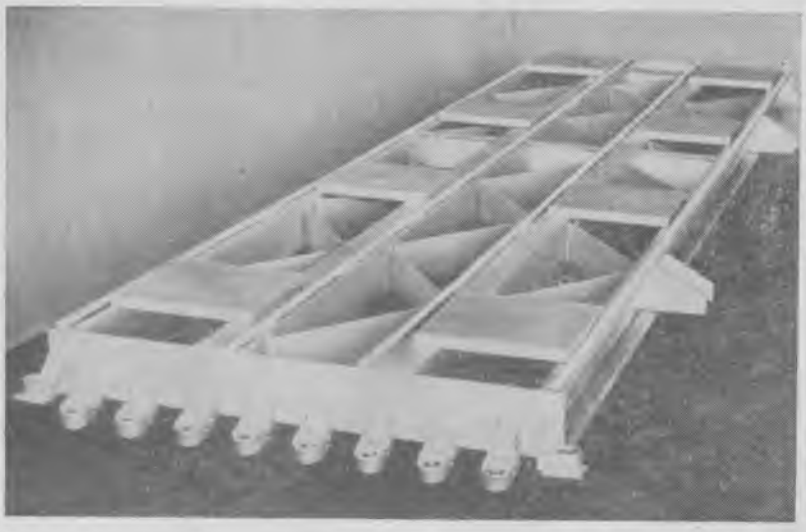
Раньше, чем на других предприятиях Курской обл., начата эксплуатация поддонов СМЖ-548А на Октябрьском ССК Курского Облмежколхозобъединения. На заводе ЖБИ комбината работает 80 поддонов, из которых 48 используют для изготовления панелей ПК-63×12 и 32 — панелей ПК-60×15. Первые 48 поддонов находятся в эксплуатации с января 1983 г., число циклов работы к концу сентября 1985 г. составило более 700; остальные поддоны ко времени обследования находились в работе примерно год, и число их оборотов превысило 260. Эксплуатация поддонов на заводе протекает нормально: за все время зафиксирован только один случай снятия поддона с технологической линии в связи с его деформацией, вызванной нерасчетным загружением в штабеле. Поддоны, в том числе и эксплуатируемые с января 1983 г., не требуют ремонта. Ни в одном из них не разрушены сварные швы, крепящие преднапряженные тяги, не обнаружено повреждений, связанных с расположением тяг под продольными балками.

Рис. 3. Пост шагового конвейера, для натяжения и приварки арматуры

Черкасский завод Строммашина, поставивший промышленности сборного железобетона уже более 11 тыс. преднапряженных поддонов СМЖ-548А, не имеет рекламаций от предприятий, их эксплуатирующих. Это доказывает, что преднапряженный поддон в новом конструктивном решении по характеристикам удовлетворяет производство. На проектирование, изготовление и внедрение поддонов такого типа следует переходить во всех случаях, когда при производстве преднапряженных железобетонных изделий необходимо снизить расход стали на формы, увеличить срок их службы, а также повысить качество изделий по трещиностойкости и геометрическим параметрам.

Очевидно, при серийном изготовлении поддонов на других заводах технологию преднапряжения можно принять такой же или примерно такой же, как и на Черкасском заводе Строммашина. Однако при выпуске форм небольшими партиями, вероятно, удобнее принимать способ, рекомендуемый для усиливаемых поддонов. Способ этот предельно прост и не требует специального оборудования [6].

Рис. 2. Преднапряженный поддон СМЖ-548А *(вид снизу)*



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митник Г. С. Поддон-вагонетки для изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий //Бетон и железобетон. — 1958. — № 7. — С. 275—277.
2. Руководство по расчету и проектированию стальных форм. — М.: Стройиздат, 1970. — 160 с.
3. Предварительно напряженный поддон СМЖ-548А / Г. С. Митник, Ю. В. Хорощанский, Е. В. Богачев и др. // Строительные и дорожные машины. — 1984. — № 4. — С. 15—16.
4. Богачев Е. В. Конструкция и технология изготовления предварительно напряженного поддона СМЖ-548А // Формы для производства сборного железобетона / Материалы семинара. — МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1985. — С. 37—41.
5. Савинский Н. А., Митник Г. С. Стенд для испытания поддонов // Строительные и дорожные машины. — 1985. — № 9. — С. 6—7.
6. Митник Г. С. Усиление поддонов на заводах сборного железобетона // Экспресс-информация / Отечественный опыт. Сер. 3 / Промышленность сборного железобетона. Вып. 3. — ВНИИЭСМ, 1985. — С. 12—15.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 69.057.2

А. С. ЗУРАБЯН, канд. техн. наук (НИИЖБ); В. А. ИЛЬЯШЕНКО, канд. техн. наук (Минюгстрой СССР);
Г. И. СТАНЧИК, Г. Л. КАЙДАНОВ, инженеры (Минский ДСК-3)

Формование ребристых объемных блоков типа «колпак» из малоподвижных и жестких бетонных смесей

На заводах объемно-блочного домостроения наибольшее распространение получила кассетная технология. Установки для формования блоков при этом состоят из цельносварного сердечника и наружных щитов. В сборе установки образуют формовочные полости стен толщиной 5...6 см. Заполнить бетоном полость такой толщины высотой 2,7...3 м можно только в случае применения литых бетонных смесей с О. К.=16...20 см. Если же вместе со стеной формуют плиту пола, бетонной смеси необходимо пройти путь, равный высоте стены и половине ширины плиты пола, т. е. примерно 4...4,5 м. Поэтому при такой технологии подвижность бетонной смеси должна быть еще более высокой.

Применение литых бетонных смесей повышает расход цемента. Так, на Минском ДСК-3 для получения блоков из бетонов марки М 300 расходуется примерно 520 кг/м³ цемента активностью 500, а на Краснодарском заводе ОБД, где одновременно со стеной формуют плиту пола, такой же расход цемента необходим для бетона марки М 200. Большое содержание воды в литых бетонных смесях приводит к чрезмерным усадочным деформациям, удлинению времени ТВО. Поэтому при кассетной технологии в лучшем случае удается добиться 1,5...2-кратной оборачиваемости формующих установок в сутки. При этом практически на всех заводах объемно-блочного домостроения применяется двухстадийная ТВО. Первая стадия обычно продолжается 4...6 ч, и это, по сравнению с одностадийным прогревом, позволяет существенно повысить оборачиваемость весьма металлоемкого формующего оборудования. Сократить длительность первой стадии ТВО при использовании литых бетонных смесей практически невозможно.

Большие надежды возлагались на применение для кассетной технологии суперпластификаторов, позволяющих добиться необходимой подвижности бетонной смеси при существенно меньшем расходе воды. Однако они отдаляют сроки схватывания цемента, поэтому при обычных дозировках суперпластификаторов время первой стадии ТВО не уменьшается, а удлиняется. Несколько сократить первую стадию все же возможно при малых дозах суперпластификатора. На Минском ДСК-3 при введении С-3 расход цемента в литой аглопоритобетонной смеси уменьшился всего на 50...60 кг/м³.

Существенного повышения оборачиваемости формующих установок можно добиться отказом от литых бетонных смесей и снижением В/Ц. На это направлена технология с использованием вакуумирования и подвижных сердечников, а также метод «подъема щитов», опробованный на Минском ДСК-3.

Опытная формующая установка для изготовления объемных блок-комнат типа «колпак», запроектированная объединением «Строймаш», смонтирована на Минском ДСК-3. Установка состоит из цельносварного сердечника и четырех наружных щитов. Однако наружные щиты могут принимать не только вертикальное, но и горизонтальное положение, что осуществляется шестью гидроцилиндрами (по два на продольных щитах и по одному. на поперечных). Щиты имеют жестко приваренные под углом боковые борта и шарнирно закрепленные нижние и верхние борта. Высота борта торцевого щита, служащего формой для наружной стеновой панели, соответствует толщине панели, причем все борта у щита откидывающиеся. На продольных щитах установлено по четыре виброблока и по четыре вибратора ИВ-92, а на торцевых щитах — по два виброблока.

Объемные блоки на такой установке изготовляют формованием стен из малоподвижных или жестких смесей в горизонтальном положении с последующим подъемом щитов со свежеотформованным бетоном в вертикальное положение до соприкосновения открытой поверхности бетона с гранями сердечника. В процессе формования потолка более подвижной бетонной смесью замоноличиваются и углы блока.

Преимущество такой технологии заключается в том, что применение для формования стен малоподвижных или жестких бетонных смесей позволяет снизить расход цемента примерно на 100...150 кг/м³ бетона. Кроме того, можно снизить В/Ц и увеличить скорость набора температуры изотермии, что значительно сокращает время ТВО, особенно в первые часы твердения. Горизонтальное формование обеспечивает равномерную прочность бетона по высоте стен, при расчете несущей способности не требуется вводить понижающий прочность коэффициент 0,8. Еще больший эффект можно получить при угловом опирании объемных блоков. В этом случае стены блока можно формовать из бетонной смеси минимальной марки по прочности, а угловые зоны — расчетной, при этом экономия цемента достигает 30%.

Горизонтальная укладка бетонной смеси дает возможность формовать стены с практически любым расположением ребер. Армированные ребристые стены повышают трещиностойкость объемных блоков при воздействии эксплуатационных, транспортных и монтажных нагрузок.

Смонтированная на Минском ДСК-3 опытная формовочная машина (рис. 1) снабжена щитами с пуансонами, образующими вертикальные и горизонтальные ребра у стен блоков. Минимальная толщина стены 4 см, в местах расположения ребер — 7 см. Все габариты блок-комнат соответствуют габаритам типовых блоков, формуемых по кассетной технологии. Длина блока 5740, ширина — 3460, высота — 2740 мм. Блоки формовали из аглопоритобетона, в качестве утеплителя наружной стеновой панели использовали фибролит.

Арматурные каркасы стен представляли собой сетки с угловыми каркасами и петлевыми выпусками вдоль верхнего края стен, выполненными таким образом, что после подъема щитов в вертикальное положение выпуски смежных стен располагаются друг над другом в зоне закругленных углов сердечника и объединяются пропуском сверху стержневой арматуры (рис. 2). При угловом опирании

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

каркасы снабжены вертикальной рабочей арматурой и опорными закладными деталями. Панель плиты потолка армирована сеткой отдельно. Наружная стеновая панель армирована двумя каркасами над и под утеплителем. Верхний каркас имеет выпуски для соединения с арматурой потолка.

Для формования блоков применяли состав аглопоритобетона с расходом цемента примерно на 100 кг/м³ меньше, чем в составах, применяемых на Минском ДСК-3. Бетонную смесь подавали мостовым краном в бункере, укладку на продольные щиты производили вручную. Для формования использовали бетонную смесь с О. К. = 2...3 см и Ж ≤ 5...15 с. Укладка и уплотнение бетонной смеси на одном щите занимает около 10 мин. Бетонную смесь укладывал вручную один формовщик. В процессе уплотнения с помощью закрепленных над щитами вибраторов и виброблоков смесь растекалась, и верхняя поверхность принимала строго горизонтальное положение. Толщина слоя бетона была в пределах высоты бортовых элементов, т. е. с минусовым допуском. Аналогично формовали и остальные однослойные стеновые панели. При формовании наружной панели вначале укладывали нижний слой бетонной смеси, затем по нему фибролитовый утеплитель, далее — арматурный каркас и бетон верхнего слоя. Все щиты в вертикальное положение поднимали сразу после формования стен. Никаких смещений бетона на поверхности щитов не наблюдалось.

После подъема щитов закрывали соединяющие их замки. В петлевые выпуски арматурных каркасов в углах блоков сверху опускали арматурные стержни. На выпуски арматуры вверху щитов укладывали арматурную сетку потолка блоков, причем ее можно устанавливать и заранее.

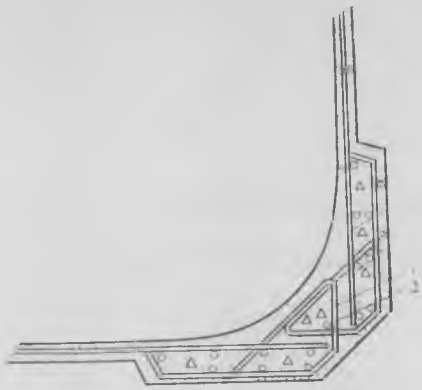


Рис. 2. Объединение арматурных каркасов стен в угловых зонах блока

1 — арматурные каркасы стен; *2* — петлевые выпуски; *3* — объединяющая вертикальная стержневая арматура

Для формования углов блоков и потолка применяли те же составы бетонной смеси, что и для формования стен, но с введением С-3. Бетонная смесь имела О. К. ≈ 8...10 см. Вначале бетонная смесь поступала в углы блока, а затем на потолок. Для уплотнения бетонной смеси в углах и на потолке использовали вибраторы и виброблоки, установленные на щитах. Общее время формования блоков составляло 1...1,5 ч.

После формования блок проходил тепловлажностную обработку по применяемым на заводе режимам прогревом со стороны сердечника. Распалубку блоков начинали с раскрытия всех нижних бортовых элементов, а также боковых и верхнего бортовых элементов щита наружной стеновой панели. Щиты раскрывались, в них ввинчивали монтажные петли, и блок с помощью подъемной траверсы снимали с сердечника. Общий вид отформованного ребристого объемного блока показан на рис. 3.

В отличие от выпускаемых на Минском ДСК-3 объемных блоков, изготовляемых по кассетной технологии, бетон стен ребристых блоков отличался более плотной структурой, на поверхности стен отсутствовали характерные для литых бетонных смесей неровности и каналы, образующиеся при жестких режимах термообработки. Внутренняя поверхность стен, несмотря на применение менее подвижных смесей, не отличалась по качеству от поверхностей, получаемых кассетным способом. Ребра стен имели четкое очертание без признаков смещения арматуры. На стенах блока зафиксировано минимальное число усадочных трещин. Стены блоков благодаря наличию ребер обладали повышенной жесткостью.

Опыт формования свидетельствует о том, что подъем щитов с бетоном необходимо осуществлять до конца схватывания цемента, что гарантирует качественное заполнение формовочных полостей. Такой метод формования позволяет полностью исключить образование больших непробетонированных зон в стенах, что характерно для кассетной технологии при смещении сетчатой арматуры и повышении крупности заполнителей.

Особо эффективно формовать по такой технологии наружные стеновые панели объемных блоков. Они отличаются четкими формами граней, хорошим качеством внешней поверхности, надлежащим заполнением формовочной полости под проемообразователем, фибролитовый утеплитель панелей точно расположен в проектном положении, чего добиться при вертикальной формовке по кассетной технологии практически невозможно. Здесь используются все преимущества горизонтального формования, в то же время наружная стеновая панель монолитно соединена со стенами и потолком объемного блока. Появляется возможность

Рис. 1. Установка для формования объемных блок-комнат из малоподвижных и жестких бетонных смесей

Рис. 3. Отформованный ребристый объемный блок

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

устройства практически любого фактурного слоя.

Раскладка наружных щитов в горизонтальном положении требует несколько больших площадей, чем для кассетных установок. Кассетная установка на Минском ДСК-3 имеет габариты 14×8 м, а установка для формования блоков методом «подъема щитов» занимает площадь 14×12 м. Однако применение малоподвижных и жестких бетонных смесей с более низким В/Ц, сокращая продолжительность ТВО, позволяет повысить оборачиваемость формующих установок. При двухстадийном прогреве раскрытие наружных щитов и удаление сердечника из установки может производиться через 2...3 ч. Есть возможность сократить это время повышением жесткости, применением горячих бетонных смесей и др. Это позволяет на тех же производственных площадях размещать меньшее число формующих установок при большей производительности. Кроме того, рассматривая процесс производства в целом, необходимо учитывать возможность уменьшения производственных площадей, необходимых при кассетном производстве для сборки пространственных арматурных каркасов, сокращения площадей отделочного конвейера, исключение постов отделки фасадов. Специфика формования позволяет отказаться от отдельного производства наружных стеновых панелей продольных стен для торцевых секций.

Таким образом, опытное формование выявило возможность создания технологии производства объемных блоков со значительным снижением расхода цемента, сокращением первой стадии ТВО, что позволяет примерно вдвое уменьшить число формующих установок, снизить металлоемкость производства. Кроме того, благодаря ребрам и применению жестких и малоподвижных бетонных смесей повышается качество блоков, сокращается отделочный конвейер, производственные площади для комплектации, возможно снижение трудоемкости и капиталовложений. Все это, включая такие преимущества объемно-блочного домостроения, как высокая скорость монтажа, меньшая материалоемкость, отделка блоков на заводе, позволит получить лучшие показатели, чем при традиционном крупнопанельном домостроении.

УДК 691.327:666.9.046

Л. А. МАЛИНИНА, д-р техн. наук, проф., М. В. РАБОТИНА, инж. (НИИЖБ)

Тепловлажностная обработка бетонов с химическими добавками

Основными направлениями снижения энергозатрат при производстве сборного бетона и железобетона является всемерное уменьшение расхода цемента и расхода энергии на его тепловую обработку. Широко применяемым и доступным технологическим приемом экономии цемента и воздействия на кинетику твердения бетона при различных температурах является применение химических добавок.

На заводах сборного железобетона применяют различные химические добавки в соответствии с отечественными стандартами и технической документацией*. Выбор добавки зависит от цели ее применения, организации процесса производства, вида конструкции, продолжительности и условий тепловлажностной обработки.

На заводах сборного железобетона добавки вводятся с целью экономии цемента; улучшения формовочных свойств бетонной смеси; сокращения длительности тепловлажностной обработки бетона; сокращения расхода энергии на тепловлажностную обработку бетона; повышения физико-механических свойств бетонов — в основном прочности, долговечности, морозостойкости, проницаемости и т. д.

При использовании в полной мере одного из перечисленных стимулов могут исключаться или резко уменьшаться другие. При частичном их использовании можно получить комплексный эффект, например, частичную экономию цемента при одновременном улучшении формовочных свойств бетонной смеси.

Следует подчеркнуть, что эффект от действия химических добавок любых видов неодинаков, он зависит не только от вида и марки цемента, но и от конкретного завода — изготовителя цемента, состава бетона, режима тепловлажностной обработки. Поэтому оптимальные дозировки добавок и получаемые при этом максимальные эффекты определяются опытным путем.

Экономия цемента при производстве сборного железобетона достигается в основном за счет применения добавок пластификаторов, снижающих водопотребность бетонной смеси. Наиболее распространенными являются пластификаторы на основе лигносульфонатов, вводимых в количестве 0,1...0,3% массы цемента, что позволяет уменьшить расход цемента на 5...10%.

Необходимым условием получения экономии цемента является назначение режимов ТВО, не вызывающих деструктивных процессов в бетоне. Многие добавки замедляют темп начального твердения бетона, поэтому режимы тепловой обработки должны корректироваться в сторону увеличения начальных периодов тепловой обработки (увеличения времени предварительного выдерживания и снижения скорости подъема температуры до максимального уровня — 80°С). Общий цикл тепловой обработки должен составлять 15...18 ч.

При сохранении неизменным режима прогрева или применении укороченных режимов пластификаторы следует применять в сочетании с добавками — ускорителями твердения или необходимо значительно уменьшить дозировку добавки по сравнению с ее оптимальным количеством. Этот прием не позволяет полностью использовать пластифицирующее действие добавки, но дает возможность получить определенную экономию цемента.

При применении пластифицирующих добавок, не замедляющих темпа началь-

* Руководство по применению химических добавок в бетоне. — М.: Стройиздат, 1981.—54 с.
ГОСТ 24211—80. Добавки для бетонов. Классификация.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ного твердения и не вовлекающих в бетонную смесь добавочного количества воздуха, режимы тепловой обработки остаются без применения.

При коротких (до 6 ч) и укороченных (от 6 до 10 ч) режимах ТВО экономия цемента может быть получена за счет добавок — ускорителей твердения, так как эти добавки, интенсифицируя рост прочности в первые часы ТВО, позволяют получать необходимые ее значения при расходе цемента, уменьшенном на 5...10%.

С точки зрения пластификации бетонных смесей, весьма эффективны добавки-суперпластификаторы. В нашей стране создано несколько разновидностей суперпластификаторов; наибольшее применение получила добавка С-3. Проведенные нами эксперименты на цементе марки 500 завода «Гигант» показали, что для бетона, пропаренного по режиму (2+3+ +6+2) ч при 80°С, экономия цемента растет по мере увеличения марки бетона и повышения подвижности бетонной смеси (см. таблицу). Применение суперпластификатора С-3 для экономии цемента в бетонах низких и средних марок нецелесообразно, так как примерно такой же эффект можно получить при использовании традиционных более дешевых добавок.

Марка бетона	Осадка конуса	Снижение расхода цемента в зависимости от количества добавки С-3*, %		
		0,4	0,8	1,2
М200	2—4	3	4	5
	4—6	5	6	8
	12—14	7	9	11
М300	2—4	5	9	10
	4—6	7	10	12
	12—14	9	11	13
М400	2—4	12	14	16
	4—6	14	16	18
	12—14	15	17	19
М500	2—4	15	17	19
	4—6	16	18	20

* Количество С-3 дано в % массы цемента.

При применении суперпластификаторов за счет уменьшения расхода воды и значительного снижения *В/Ц* при неизменном расходе цемента, удобоукладываемости и режиме ТВО можно повысить прочность бетона на марку и более. Это открыло широкую возможность получения бетонов повышенных и высоких марок (М500, М600 и более) на портландцементах массового производства (марок 500 и даже 400), энергоемкость производства которых на 15...25% ниже, чем цементов марки 600.

Улучшение формовочных свойств бетонов достигается путем применения тех же добавок (пластификаторов и суперпластификаторов), которые применяются для экономии цементов. При этом сохраняется или лишь частично уменьшается расход воды затворения по сравнению с бездобавочным (эталонным) составом. Степень пластификации бетонной смеси (повышение подвижности, уменьшение жесткости) зависит от многих факторов, в том числе и от количества вводимой добавки. Так как большинство пластификаторов замедляют темп начального твердения и могут вовлекать дополнительное количество воздуха, оптимальную дозировку добавки определяют с учетом этих показателей.

При пластификации смесей при неизменном *В/Ц* режим ТВО корректируется в сторону увеличения начальных периодов и удлинения его в целом. Когда же добавка применяется с целью ограниченной пластификации смеси при одновременном уменьшении *В/Ц* бетона, режим остается прежним.

Для сокращения длительности тепловой обработки без изменения расхода цемента применяют добавки — ускорители твердения, пластификаторы и суперпластификаторы, позволяющие снизить *В/Ц* бетона без замедления темпа начального его твердения. В качестве ускорителей твердения наиболее широко применяют добавку нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК), позволяющую сократить цикл ТВО на 15...25% при неизменной температуре изотермического прогрева за счет уменьшения длительности всех ее периодов. Длительность ТВО можно также сократить на 2...3 ч за счет применения суперпластификаторов по смешанному варианту: частичная пластификация бетонной смеси и уменьшение *В/Ц*.

При определенной организации производства сокращение длительности ТВО позволяет увеличить оборачиваемость форм и уменьшить их число, а также интенсифицировать производство в целом.

Уменьшить расход энергии на ТВО можно за счет применения тех же добавок, которые позволяют сокращать ее продолжительность. При неизменном цикле ТВО (13 ч и более) можно снизить температуру изотермического прогрева с 80 до 60°С и даже до 50°С, а это позволяет экономить 20...30% тепловой энергии.

Повышение физико-механических свойств бетонов, в частности их прочностных показателей, достигается за счет применения пластификаторов и особенно суперпластификаторов, снижающих водопотребность бетонной смеси. За счет этого при неизменном расходе цемента и подвижности (жесткости) бетонной смеси уменьшение *В/Ц* — основной фактор прочности бетона.

Процент увеличения прочности бетона весьма неодинаков и зависит от вида добавки и цемента. При одинаковой удобоукладываемости бетонной смеси с традиционными пластификаторами преимущественно на основе лигносульфонатов увеличение прочности бетона составляет 10...15%, а суперпластификаторов — 25...35%, что позволяет на тех же материалах получать высокопрочные бетоны — марок М 600 и выше. Этот технологический прием позволяет также на 2...5 ч сокращать цикл тепловлажностной обработки и увеличивать оборачиваемость форм и тепловых агрегатов. Если же по условиям производства сокращать режим не требуется, то можно снизить температурный уровень обработки на 10...20°С и экономить тепловую энергию. Вместо 80...85°С изотермический прогрев может осуществляться при 65...70°С.

За счет получения бетона более плотной структуры повышаются также его морозостойкость, водо- и газопроницаемость и другие свойства. Однако для существенного повышения морозостойкости и водонепроницаемости бетона (на 1...2 ступени) используют воздухововлекающие и газообразующие добавки. Их применение при неизменном *В/Ц* приводит, как правило, к снижению прочности бетона и требует «мягких» режимов тепловлажностной обработки: с увеличением на 2...3 ч времени предварительного выдерживания и уменьшением скорости подъема температуры до максимального уровня. Максимальный эффект достигается при комплексном применении добавок: пластифицирующих в сочетании с воздухововлекающими, позволяющих получать оптимальную капиллярно-пористую структуру бетона, или воздухововлекающих в сочетании с ускорителями твердения, позволяющих при неизменном режиме ТВО значительно повышать морозостойкость и водонепроницаемость по сравнению с бетоном без добавки.

Таким образом, применение химических добавок является эффективным технологическим приемом, поскольку позволяет регулировать длительность отдельных переделов производства, сокращать энергоемкость, улучшать строительно-технологические свойства.

Наиболее эффективны комплексные добавки, которые усиливают желаемый эффект по сравнению с эффектом, получаемым от одной добавки, или же парализуют какое-либо отрицательное побочное действие, сохраняя при этом желаемый результат.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:539.4:666.97.035.51

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, проф., А. В. КУЗЬМИН, инж. (НИИЖБ)

О повышенной распалубочной прочности бетона при электропрогреве

При возведении монолитных бетонных и железобетонных конструкций в зимнее время, когда планируется немедленное их загружение проектной либо близкой к ней нагрузкой, возникает необходимость обеспечения прочности бетона, равной 70...100% R_{28}, сразу после тепловой обработки. Кроме того, повышенная распалубочная прочность должна быть обеспечена согласно СНиП III-15-76 для бетона конструкций, подвергающихся в период эксплуатации многократному замораживанию и оттаиванию, а также давлению воды.

Как правило, тепловая обработка осуществляется до набора бетоном прочности, равной 50...70% R_{28}. Бо́льшую прочность сразу после этого технологического передела получать нецелесообразно, поскольку по мере твердения ее нарастание замедляется, и необходимо значительное увеличение продолжительности цикла термообработки, а следовательно расхода тепловой энергии. Например, чтобы получить бетон прочностью, равной 80% R_{28} вместо 70% R_{28}, продолжительность изотермического прогрева (при $T_и = 80°C$) необходимо увеличить практически в два раза. Однако известно, что в ряде случаев при длительном прогреве наблюдаются сбросы прочности бетона [1].

Изложенное необходимо учитывать и при электропрогреве — основном виде тепловой обработки монолитного бетона зимой. Режим электропрогрева в первую очередь определяется удельным электрическим сопротивлением бетонной смеси, которое при длительном тепловом воздействии может в течение короткого промежутка времени повыситься настолько, что произойдет «самоотключение» бетона и поставленные цели не будут достигнуты.

Для получения повышенной распалубочной прочности после электропрогрева обычно рекомендуется увеличивать расход цемента [2]. Кроме того, в литературе имеются данные о том, что для получения любой прочности вплоть до проектной необходимо в бетонную смесь вводить добавку нитрита натрия (НН), которая позволяет существенно повысить электропроводность и в 2...5 раз увеличить продолжительность прогрева бетона без преждевременного «самоотключения». Этот технологический прием заслуживает особого внимания, поэтому для его изучения в НИИЖБ были проведены специальные исследования.

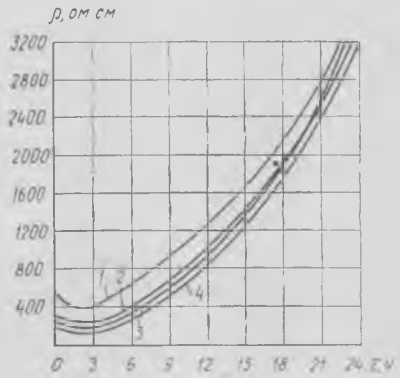


Рис. 1. Изменение удельного электрического сопротивления бетона на портландцементе марки 400 Воскресенского завода ($В/Ц = 0{,}66$; $Ц = 303$ кг/м³; режим прогрева 1+3+19+4 и $T_и = 80°C$)

1 — бетон без добавки; *2* — бетон с добавкой 1% НН; *3* — то же, 2% НН; *4* — то же, 3% НН (от массы цемента)

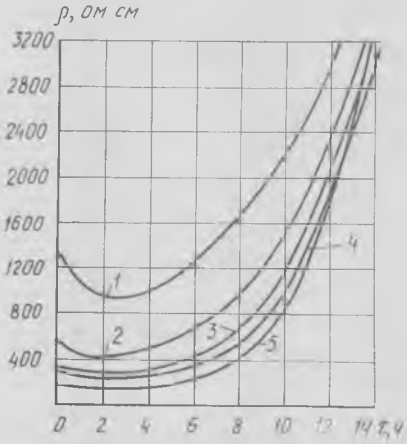


Рис. 2. Изменение удельного электрического сопротивления бетона на шлакопортландцементе марки 300 Подольского завода ($В/Ц = 0{,}66$; $Ц$ — 320 кг/м³; режим прогрева 1+3+9+4 и $T_и = 80°C$)

1 — бетон без добавки *2* — бетон с добавкой 1% НН; *3* — то же, 2% НН; *4* — то же, 5% НН

Характер изменения удельного электрического сопротивления бетонов с добавками НН и $НН_1$ (нитрат натрия) при длительных режимах электропрогрева изучали с использованием разных цементов: М400 Безменинского завода ($C_3S \simeq 62{,}5\%$; $C_2S \simeq 15{,}8\%$; $C_3A \simeq 6{,}5\%$; $C_4AF \simeq 13{,}1\%$; $R_2O \simeq 0{,}56\%$), М400 Воскресенского завода ($C_3S \simeq 60\%$; $C_2S \simeq 11\%$; $C_3A \simeq 6\%$; $C_4AF \simeq 14\%$; $R_2O \simeq 1{,}33\%$) и шлакопортландцемента М300 Подольского завода ($C_3S \simeq 62\%$; $C_2S \simeq 16\%$; $C_3A \simeq 2\%$; $C_4AF \simeq 17\%$; $R_2O \simeq 0{,}46\%$).

Режимы электропрогрева следующие — предварительное выдерживание — 1 ч; подъем температуры в течение 3 ч (со скоростью до 20°C/ч), изотермическое выдерживание при температуре 80°C в течение 9,17 и 19 ч (соответственно для бетона, приготовленного на шлакопортландцементе Подольского завода и портландцементах Безменинского и Воскресенского заводов*). Температуру измеряли в середине образца-куба размером 10×10×10 см с помощью хромель-копелевых термопар. Неопалубленную поверхность образцов укрывали полиэтиленовой пленкой.

Результаты показывают, что введение электролита НН приводит к снижению удельного электрического сопротивления, поскольку в этом случае повышается концентрация ионов в жидкой фазе бетона (рис. 1 и 2). Однако степень снижения при введении одного и того же количества электролита в бетоны, приготовленные на цементах с различным содержанием щелочей, неодинакова. Так, при введении 0,5% НН (массы цемента) в бетон, приготовленный на портландцементе Воскресенского завода ($R_2O \simeq 1{,}33\%$), его начальное удельное электрическое сопротивление ρ_0 уменьшается на 14%, а минимальное удельное электрическое сопротивление ρ_{min} остается почти без изменений (по сравнению с бетоном без добавки). Аналогично, при введении 0,5% НН в бетон, приготовленный на шлакопортландцементе Подольского завода ($R_2O \simeq 0{,}46\%$), ρ_0 снижается на 50%, а ρ_{min} — на 55%.

Таким образом, чем выше содержание щелочей в цементе (т. е. чем ниже ρ_0), тем меньше степень снижения ρ при введении добавки.

* Разная длительность изотермического прогрева бетона обусловлена временем «самоотключения», которое неодинаково для бетонов, приготовленных на цементах указанных заводов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Это объясняется тем, что электропроводность жидкой фазы бетона зависит не только от концентрации в ней ионов, но и от их подвижности. Чем выше концентрация ионов, тем более ощутимы силы электростатического взаимодействия между ними и, следовательно, ниже их подвижность. Поэтому пропорционального повышения электропроводности с ростом концентрации ионов в жидкой фазе бетона не наблюдается.

По мере обогащения жидкой фазы ионами (за счет введения добавки НН) разница в величинах ρ для бетонов, приготовленных на разных цементах, уменьшается, а при введении 2% НН почти исчезает. Вводить добавку НН для снижения удельного электрического сопротивления бетона в количестве более чем 2% нецелесообразно, поскольку дальнейшего существенного снижения не происходит. Так, например, при введении 2% НН в бетон на шлакопортландцементе М300 его начальное удельное сопротивление снижается на 75%, в то время как при введении 5% НН — на 84%.

Как известно, твердение бетона сопровождается физико-химическим связыванием воды затворения. Содержание ее уменьшается также за счет испарения. Поэтому по мере прогрева концентрация ионов НН в жидкой фазе бетона увеличивается, но электропроводность уменьшается из-за снижения их подвижности и

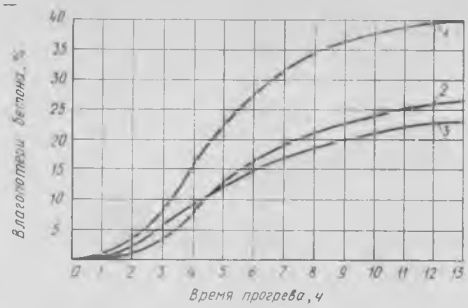


Рис. 3. Кинетика потерь влаги бетоном при электропрогреве по режиму 1+3+6+4 при $T_и$=80°С

1 — бетон на шлакопортландцементе марки 300 Подольского завода (*В/Ц*=0,66; *Ц*=320 кг/м³, образцы укрыты полиэтиленовой пленкой); *2* — то же, образцы покрыты пленкообразующим латексным составом; *3* — бетон на портландцементе марки 400 Воскресенского завода (*В/Ц*=0,66; *Ц*=303 кг/м³, образцы укрыты полиэтиленовой пленкой)

приближается к электропроводности бетона без добавки. Таким образом, введение добавки НН в бетон в начальный период существенно снижает его удельное электрическое сопротивление, но, тем не менее, не обеспечивает поддержание последнего на низком уровне при длительных режимах электропрогрева и «самоотключение» бетона без добавки и с добавкой НН происходит одновременно (разница составляет 1...2 ч). Поэтому прочность прогретого бетона с добавкой НН после «самоотключения» почти одинакова (табл. 1).

При введении электролита $НН_1$ $ρ_0$ и $ρ_{min}$ бетона уменьшаются на ту же величину, что и при использовании НН, т. е. эти добавки равноценны. Однако характер изменения удельного электрического сопротивления бетона с этими добавками различен. Более интенсивный рост ρ бетона с добавкой $НН_1$ во времени связан, по-видимому, с тем, что она участвует в образовании комплексных соединений с продуктами гидратации цемента [3], в результате чего понижается концентрация нитрат-ионов в жидкой фазе бетона. В этом отношении нитрит натрия более нейтрален, благодаря чему его успешно применяют в качестве ингибитора коррозии арматуры и противоморозной добавки, ионы которой длительное время сохраняются в жидкой фазе бетона [4].

Исследования не подтвердили имеющиеся в литературе данные о целесообразности введения добавки НН в бетон для предотвращения его преждевременного «самоотключения» при электропрогреве. Бетон на шлакопортландцементе марки 300 Подольского завода набирает при прогреве до «самоотключения» лишь 50...55% R_{28}, что связано с интенсивным ростом его удельного электрического сопротивления во времени (см. рис. 2).

Исследования на образцах размером 10×10×10 см, в металлотекстолитовых формах кинетики потерь влаги бетоном при электропрогреве показали следующее (рис. 3). Бетон на шлакопортландцементе марки 300 за 6 ч прогрева при $T_и$=80°С теряет до 40% воды затворения — на 20% больше, чем бетон подобного состава на портландцементе марки 400 Воскресенского завода. Объясняется этот факт более медленным темпом твердения бетона, в результате чего за одинаковый промежуток времени физико-химически меньше связывается воды затворения и соответственно больше ее теряется в результате испарения. Это и является причиной интенсивного роста удельного электрического сопротивления бетона.

Покрывая неопалубленную поверхность образцов вместо полиэтиленовой пленки пленкообразующим материалом (латексным составом), удается уменьшить влагопотери бетона на 15%, благодаря чему продлевается время активного теплового воздействия: в требуемые сроки можно получить 70...75% R_{28}.

Широкое применение в настоящее время в технологии бетона находят пластифицирующие добавки (С-3, ЩСПК, СДБ и др.) и комплексные на их основе (С-3+НН, ЩСПК+НК и т. д.). Исследования режимов электропрогрева бетона с добавками показали, что удается получить сразу после прогрева прочность около 90...100% R_{28} (а в ряде случаев

Таблица 1

Режим прогрева	Цемент	Расход цемента, кг/м³	Вид добавки, % массы	Прочность бетона на сжатие, МПа, через 0,5 ч после окончания прогрева
1+3+19+4	Портландцемент Воскресенского завода	303	—	21,3/76
1+3+21+4	То же	303	НН, 2%	20,1/72
1+3+9+4	Шлакопортландцемент Подольского завода	320	—	11,4/52
1+3+11+4	То же	320	НН, 2%	12,0/55

Примечание. *В/Ц*=0,66. Перед чертой показано абсолютное значение прочности, после черты — в % R_{28}.

Таблица 2

Режим прогрева	Цемент	*В/Ц*	Расход цемента, кг/м³	Вид добавки, % массы цемента	Прочность бетона на сжатие, МПа, через	
					0,5 ч после прогрева	28 сут
1+3+12+4	Портландцемент Воскресенского завода	0,66	303	—	19,4/72	23,4/88
1+3+12+4	То же	0,50	303	С-3, 0,5%	30,0/111	33,1/123
1+3+12+4	»	0,55	303	ЩСПК+$НН_1$ 0,25%+0,5%	24,3/90	25,1/93
1+3+16+4	Шлакопортландцемент Подольского завода	0,66	320	—	15,4/70	26,2/119
1+3+16+4	То же	0,53	320	С-3, 0,3%	23,1/105	31,4/143
1+3+16+4	»	0,54	320	ЩСПК+$НН_1$, 0,2%+0,5%	20,0/91	30,0/137

Примечание. Перед чертой показано абсолютное значение прочности, после черты — % R_{28}.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

и выше), не увеличивая цикл изотермического прогрева (табл. 2).

Выводы

Для получения повышенной распалубочной прочности (80% R_{28} и более) сразу после прогрева рекомендуется вводить в бетон пластифицирующие добавки.

Оптимальной дозировкой добавки НН, вводимой в бетон для снижения его удельного электрического сопротивления, можно считать 2% (от массы цемента, независимо от содержания в нем щелочей). При этом добавку нитрита натрия нельзя рассматривать как средство, с помощью которого можно продлить активное тепловое воздействие на бетон при длительных режимах электропрогрева.

При электропрогреве бетона на шлакопортландцементе марки 300 необходимо предусматривать дополнительные мероприятия по снижению влагопотерь, которые являются причиной интенсивного роста его удельного электрического сопротивления во времени. Применяя пленкообразующее покрытие бетонной поверхности, можно существенно уменьшить величину влагопотерь (они не превышают 15%).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронов С. А., Малинина Л. А. Ускорение твердения бетона. — М.: Стройиздат, 1964. — С. 347.
2. Руководство по электротермообработке бетона. — М.: Стройиздат, 1974. — С. 254.
3. Ларионова З. М., Никитина Л. В., Гарашин В. Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона. — М.: Стройиздат, 1977. — С. 264.
4. Курбатова И. И., Абрамкина В. Г. Особенности гидратации цемента с добавкой нитрита натрия при отрицательных температурах // Структурообразование бетона и физико-химические методы его исследования. — М.: НИИЖБ, 1980. — С. 38—47.

УДК 624.154:539.4

В. П. САБАЛДЫРЬ, М. Ю. ЛЕЩИНСКИЙ, кандидаты техн. наук
(трест Киеворгстрой Главкиевгорстроя)

Упрочнение свай навивкой волокон

Изготовление забивных железобетонных свай относится к цементоемким производствам. Это обусловлено не только применением бетона марок по прочности на сжатие М200...М400 и дополнительными требованиями по морозостойкости и водонепроницаемости, но и тем, что сваи относятся к тому сравнительно небольшому числу изделий, бетон которых должен иметь отпускную прочность не ниже его проектной марки по прочности на сжатие.

При устройстве свайных фундаментов зданий и сооружений довольно часто происходит разрушение верхней части железобетонных свай при забивке. Наиболее оперативным в таких случаях решением является повышение марки бетона свай на одну-две ступени.

Проведенные в тресте Киеворгстрой Главкиевгорстроя исследования показали, что прочность бетона может быть повышена при навивке волокнистого материала, в частности стекложгута.

Влияние навивки стекложгута на изменение прочности бетона было исследовано при испытании на сжатие бетонных образцов-призм. Каждая группа образцов изготавливалась одновременно из бетона одного состава по одной технологии. Образцы каждой из групп делили на две серии, равные числу образцов-близнецов.

Перед проведением испытаний на боковую поверхность образцов одной из двух серий, входящих в каждую группу, навивался стекложгут с усилием 100 Н. Отбор образцов для навивки стекложгута производили следующим образом. Для всех образцов-близнецов каждой группы определяли скорость ультразвука в бетоне. Затем призмы, в которых скорости ультразвука имели меньшее значение, объединялись в серию образцов, подлежащих навивке стекловолокна и последующим испытаниям. Призмы, в которых скорость ультразвука имела большее значение, составляли вторую серию, которая испытывалась без навивки стекловолокна. Указанный метод позволил объединить в серии образцов с навитым стекловолокном призмы с меньшей прочностью бетона.

Результаты испытания бетонных призм размером 10×10×30 см с навитым стекловолокном R_1 и без навивки R_2 приведены в таблице.

№ группы и серии	Наличие или отсутствие навивки стекловолокна	R, МПа	R_1/R_2
1.1	Без навивки	17,7	
1.2	С навивкой	34,2	1,93
2.1	Без навивки	13,0	
2.2	С навивкой	26,7	2,05
3.1	Без навивки	14,7	
3.2	С навивкой	27,6	1,85

Если принять, что исходная прочность бетона в образцах, входящих в одну и ту же группу, одинакова (в действительности же в результате отбора по данным ультразвуковых испытаний у образцов без навивки она была несколько выше), то данные таблицы свидетельствуют о том, что навивка стекложгута повысила прочность призм в 1,95...2 раза.

Для навивки на бетонные призмы, а затем и на железобетонные сваи применялся стекложгут (ровинг), который состоит из стеклянных комплексных нитей и изготовляется по ГОСТ 17139—79 [1]. Использовался стекложгут типа Н, предназначенный для изготовления стеклопластиков способом намотки и протяжки. В зависимости от марки разрывная нагрузка стекложгута составляет от 250 до 630 м·Н/текс, а плотность двухслойной навивки должна быть от 280 до 560 текс (линейную плотность волокон и нитей выражают в тексах: 1 текс=1 г/км). Расход стекложгута при сечении образца 10×10 см составляет 1,5 кг на 1 м длины. Цена стекложгута 96 к/кг; он широко используется на предприятиях стройиндустрии для армирования гипсопрокатных панелей. Для навивки могут быть использованы и другие материалы, в том числе синтетические волокна.

Навивка образцов, результаты испытания которых приведены в таблице, и экспериментальных свай производилась при небольшом натяжении стекловолокна, обеспечивающем плотное его прилегание к боковой поверхности в два слоя. При повышении усилия натяжения в процессе навивки прочность образцов возрастает.

Сваи марки С4 — 30 были изготовлены по ГОСТ 19804.1—79* [2]. Однако в них был применен бетон, имеющий ко времени забивки прочность на сжатие 15,0...16,5 МПа вместо требуемой по стандарту марки М 200. Это позволило учесть влияние навивки на прочность бетона свай.

Стекложгут навивали на сваи на длину 1,5 м от ее головы. При навивке каждого слоя витки стекложгута укладывали вплотную друг к другу без видимых зазоров. После навивки первого слоя поверх него сразу же навивали второй.

Сваи с навитым стекловолокном доставили автотранспортом на строительную площадку в микрорайон № 5 жилого массива Троещина Киева. На участке забивки свай грунт состоит из прослойки растительного грунта, песка и супеси. На этом участке раньше происходило массовое разрушение свай этой марки, изготовленных на этом же заводе и, по данным испытаниям образцов и

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Забивка сваи с навитым на ее поверхность стекложгутом (на длине 1,5 м)

неразрушающих испытаний (методом отскока), имевших прочность бетона от 20 до 25 МПа. Разрушения бетона отмечались главным образом в верхней части и в голове сваи. В большинстве случаев разрушения начинались при забивке свай в грунт на высоте 0,8 м до проектной отметки.

Без каких-либо изменений в технологии и дополнительных операций сваи с навитым на них стекловолокном (см. рисунок) были забиты до проектной отметки. При этом повреждения головы или были незначительны, что не препятствовало ее забивке, или вообще отсутствовали. За счет механического сцепления волокна с боковой поверхностью бетонного ствола сползания нитей при забивке сваи не происходит.

Таким образом, навивка волокна на боковую поверхность сваи способствует повышению ее динамической прочности в процессе забивки. Это дает возможность уменьшить марку бетона свай, снизив расход цемента. Кроме того, с применением передвижной установки для навивки свай можно производить их усиление на строительных площадках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 17139—79. Ровинг из стеклянных нитей. Технические условия. — М.: Изд-во стандартов, 1979. — 8 с.
2. ГОСТ 19804.1—79*. Сваи забивные железобетонные цельные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой. Конструкция и размеры. — М.: Изд-во стандартов, 1984. — 15 с.

УДК 624.072.2

Г. М. МАМЕДОВ, канд. техн. наук, проф., Р. Д. АЛИЕВ, канд. техн. наук
(Азербайджанский инженерно-строительный ин-т)

Новая расчетная схема балок при действии поперечных сил

В Азербайджанском инженерно-строительном институте исследовали обычные и преднапряженные железобетонные балки с хомутами и без хомутов с нижней и верхней продольной арматурой при действии поперечных сил.

Характеристики опытных образцов, методика исследования и результаты экспериментов подробно описаны ранее*.

Авторами, исходя из физического характера работы элемента, предложена расчетная схема в виде наклонной полосы, расположенной между опорой и грузом, в которой концентрируется поток главных сжимающих напряжений $R_в$.

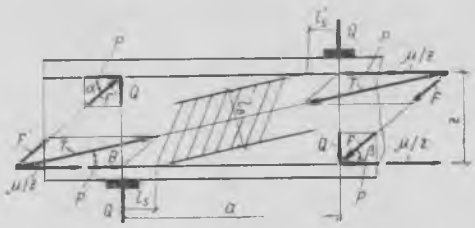


Рис. 1. Расчетная схема для балок с верхней и нижней продольной арматурой

С повышением уровня преднапряжения в нижней и верхней продольной арматуре и с увеличением диаметра продольной арматуры возрастает ширина наклонной полосы, по которой происходит разрушение. Учитывая фактический характер образования наклонной полосы и опираясь на основные положения ранее разработанных методик, параметры расчетной наклонной полосы предлагается устанавливать в зависимости от преднапряжения в нижней и верхней продольной арматуре и от диаметра нижней и верхней продольной арматуры.

Расчетная наклонная полоса формируется исходя из положения равнодействующих усилий, действующих на приопорный блок балки (рис. 1). Равнодействующие усилия T и T' у опоры и груза определяются от вертикальных сил Q (опорной реакции и сосредоточенного груза), горизонтальных усилий предварительного обжатия P и P' в нижней и верхней продольной арматуре и горизонтальных сил сжатия и растяжения $\pm M/z$, вызванных действием изгибающего момента.

Расчетная наклонная полоса располагается по направлению равнодействующих усилий T и T' в приопорном блоке. Наклонная полоса снизу ограничивается линией, параллельной линии действия усилия T и пересекающей нижнюю продольную арматуру на расстоянии l_s от точки приложения опорной реакции, а сверху — линией, параллельной линии действия усилия T' и пересекающей верхнюю продольную арматуру на расстоянии l_s^* от точки приложения груза.

Расстояния l_s и l_s^* от оси опоры и груза учитывают сопротивления нижней и верхней продольной арматуры вертикальным смещениям. Предполагается, что нижняя и верхняя продольная арматура на расстоянии l_s и l_s^* являются площадкой опирания, через которую опорная реакция и внешняя нагрузка передаются на бетон. На основе анализа опытных данных $l_s = 4d_s$; $l_s^* = 4d_s^*$ (d_s, d_s^* — диаметры нижней и верхней продольной арматуры).

Наклон расчетной сжатой полосы устанавливают по формуле

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{z}{a + z\,(\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta)}, \quad (1)$$

где $\operatorname{ctg}\alpha = \dfrac{P'}{Q}$; $\operatorname{ctg}\beta = \dfrac{P}{Q}$.

Ширину сжатой наклонной полосы находят из геометрических размеров принятой схемы

$$l_b = [z\,(\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta) + (l_s + l_s')]\sin\theta. \quad (2)$$

Условие прочности наклонной сжатой полосы

* Мамедов Г. М., Алиев Р. Д. Учет продольной арматуры и преднапряжения в оценке прочности наклонных сечений // Бетон и железобетон. —1984.— № 3.— С. 32.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

$$Q \leqslant \omega R_b b l_b \sin\theta, \qquad (3)$$

где b — ширина поперечного сечения; ω — коэффициент, учитывающий отклонение принятой расчетной схемы от фактического характера работы элемента: $\omega = 1{,}2$.

Для сопоставления опытных и расчетных данных по предложенной методике рассчитали балки, испытанные авторами (рис. 2). В результате установлено, что использование рассмотренной модели для элементов с нижней и верхней продольной ненапрягаемой и напрягаемой арматурой правильно отражает физический характер работы элементов и удовлетворительно согласуется с данными опытов, т. е. $(Q^{оп}/Q^{расч})_{ср} = 1{,}08$.

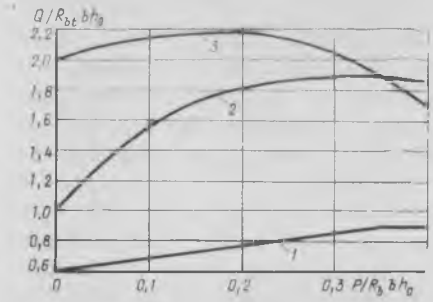


Рис. 2. Изменение относительной несущей способности в зависимости от преднапряжения
Расчет: *1* — по СНиП 2.03.01—84; *2* — по предложению авторов; *3* — по нормальному сечению

Такая расчетная модель дает результаты, близкие к опытным не только по величине расчетных усилий Q, но и по характеру изменения основных расчетных параметров наклонной полосы θ, l_b, P, P'.

Принятая расчетная схема получена на основе целенаправленных экспериментальных исследований, выполненных впервые, и достаточно точно отражает фактический характер работы элемента.

УДК 624.15

М. Б. КРАКОВСКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ); А. В. ШАПИРО, инж. (ПИ-1)

Вероятностный расчет подколонников типовых монолитных фундаментов

ПИ-1 разработал объединенную типовую серию 1.412 монолитных железобетонных фундаментов под колонны, состоящих из двух частей — одно-, двух- или трехступенчатой подошвы и подколонника для заделки колонн (рис. 1). Подколонники работают на косое внецентренное сжатие. Для повышения расчетной несущей способности подколонников при расчетах учитывали условия надежности. Работы выполняли совместно с ЦНИИСК.

Для пояснения вначале рассмотрим центрально растянутый железобетонный элемент, продольное армирование которого подобрано из условий прочности на заданную нагрузку по нормам. Несущая способность элемента обеспечивается только арматурой, т. е. элемент разрушается, если прочность арматуры, представляемая как нормально распределенная случайная величина, оказывается меньше расчетного сопротивления R_a. Обеспеченность R_a в соответствии с правилом трех σ составляет 0,9986, а вероятность отказа 0,0014. Поэтому надежность центрально растянутого железобетонного элемента также 0,9986, а вероятность отказа 0,0014.

Надежность подколонника, несущая способность которого зависит от прочности бетона и арматуры, оказывается выше 0,9986 [1]. Естественно принять, что конструкция из двух материалов должна иметь ту же надежность, что и конструкция из одного материала. В этом случае расчетную несущую способность подколонника можно повысить по сравнению со значением, определяемым по СНиП.

Таким образом, в расчете учитывается случайный характер прочности бетона и арматуры и малая вероятность одновременного неблагоприятного сочетания свойств этих материалов. Разработанная методика в принципе позволяет учесть и случайный характер нагрузок. Однако авторы из-за отсутствия достоверных данных о законах распределения нагрузок их случайный характер не учитывали. Проектировщик при подборе типа подколонника использует расчетные значения нагрузок. Вероятность превышения нагрузкой ее расчетного значения оказывается малой, поэтому неучет случайности нагрузок идет в запас прочности.

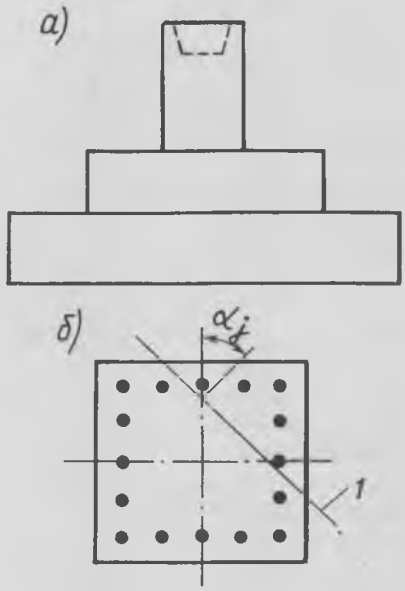


Рис. 1. Схема фундамента (*а*) и сечение подколонника (*б*)
1 — нейтральная ось

Кроме того, все нагрузки принимаются длительно действующими, поэтому коэффициент условий работы бетона $m_{б1} = 0{,}85$. Работа продольной арматуры подколонника на сжатие не учитывается из-за неполного выполнения конструктивных требований. На самом деле некоторую часть сжимающих усилий арматура воспринимает. Эти факторы идут в запас прочности подколонников.

При расчете подколонников с учетом условий надежности законы распределения прочностей бетона и арматуры представляют в виде нормально распределенных случайных величин. В фундаментах используют бетон марки М 200 и арматуру класса А-III. Параметры нормального закона распределения призменной прочности бетона (среднее значение $\overline{R}_{пр}$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma_{R_{пр}}$) находят при нормативном коэффициенте вариации $v = 0{,}135$ из условия, что нормативная призменная прочность имеет обеспеченность 0,95: $\overline{R}_{пр} = 14{,}77$; $\sigma_{R_{пр}} = 1{,}99$ МПа. Параметры нормального закона распределения сопротивления арматуры принимают из экспериментальных данных: $\overline{R}_a = 450$; $\sigma_{R_a} = 25$ МПа.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

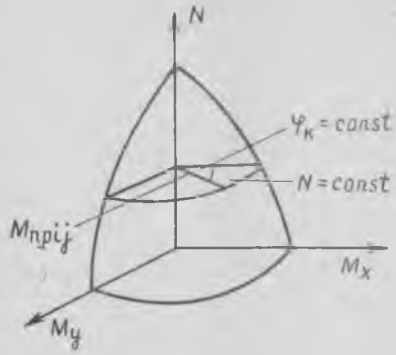


Рис. 2. Поверхность несущей способности сечения подколонника

Методами статистического моделирования согласно принятым законам распределения назначают m пар реализаций прочности бетона и арматуры. При этом возникают разнообразные сочетания прочностей двух материалов.

Для каждой пары реализации проводят расчет подколонника на косое внецентренное сжатие по СНиП II—21—75 и определяют несущую способность, которую представляют в виде поверхности в осях N, M_x, M_y (рис. 2). Для построения этой поверхности рассматривают t сечений $N_i = \text{const}$ $(i=1,...,t)$. В каждом i-м сечении проводят расчеты при пяти значениях (см. рис. 1) угла наклона нормали к нейтральной оси α_j $(j=1,...,5)$ и определяют приведенный момент $M_{прij} = \sqrt{M^2_{xij} + M^2_{yij}}$. С помощью интерполяционного многочлена Лагранжа проводят через полученные пять точек кривую, аппроксимирующую сечение поверхности несущей способности плоскостью $N_i = \text{const}$. В каждом i-м сечении, используя интерполяционный многочлен Лагранжа, при девяти значениях угла $\varphi_k (k=1,...,9)$ находят приведенные моменты $M_{прik}$ (см. рис. 2). Углы φ_k задают одинаковыми для всех t сечений. После m расчетов, выполненных при m реализациях прочностей бетона и арматуры, получают m поверхностей несущей способности, характеризуемых совокупностью точек $M^{(l)}_{прik}$ $(i=1,...,t;$ $k=1,...,9;$ $l=1,...,m)$. При каждом значении i, k сглаживают совокупность приведенных моментов $M^{(l)}_{прik} (l=1,...,m)$ одной из кривых Пирсона [2] I—VII, получая плотность вероятности распределения случайной величины $M^{(l)}_{прik}$. Всего получают $9t$ кривых Пирсона. По каждой кривой вычисляют $M^{о}_{пр\,ik}$ с обеспеченностью 0,9986. Затем производят расчет при расчетных значениях $R_{пр}$ и $R_а$ и получают $9t$ точек $M^{с}_{прik}$, характеризующих поверхность несущей способности по СНиП, причем эта поверхность лежит внутри поверхности с обеспеченностью 0,9986. Коэффициенты $k_{cik} = M^{с}_{прik} / M^{о}_{прik}$, называемые коэффициентами сочетаний свойств материалов [1], определяют повышение несущей способности сечения, рассчитанного при учете условий надежности, по сравнению с несущей способностью по СНиП.

В результате расчетов на ЭВМ ЕС 1060 по программе, составленной на основе программы «Надежность» [3], установлено, что при учете условий надежности расчетную несущую способность подколонников можно повышать до 15%. Однако поскольку такие расчеты выполняли впервые, было решено допускать увеличение несущей способности по сравнению с получаемой по СНиП не более, чем на 5%.

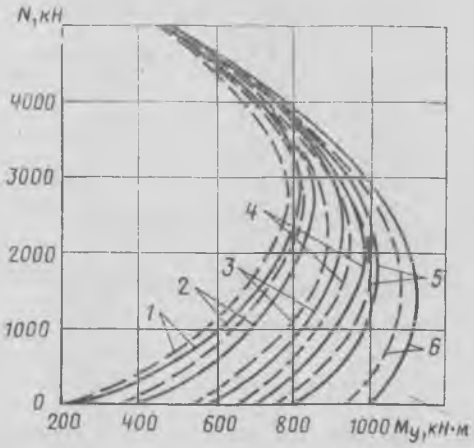


Рис. 3. Несущая способность подколонника при детерминистическом и вероятностном расчетах

——— —несущая способность с учетом условий надежности; — — — — по СНиП; *1* — 12 мм; *2* — 14 мм; *3* — 16 мм; *4* — 18 мм; *5* — 20 мм; *6* — 22 мм

Были рассчитаны восемь типов подколонников с сечениями различных геометрических размеров. На рис. 3 представлены результаты расчетов для подколонника сечением 0,9×0,9 м и показана плоскость NOM_y; $\varphi_k = \pi/2$ (см. рис. 2). Подколонник армирован 16 стержнями диаметрами 12, 14, 16, 18, 20 и 22 мм, расположение которых показано на рис. 1.

Экономические расчеты свидетельствуют о том, что принятое в проекте повышение расчетной несущей способности подколонников позволяет снизить стоимость примерно на 10%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Краковский М. Б., Сегалов А. Е. О возможности введения коэффициентов сочетаний свойств материалов при расчете конструкций. — В сб.: Проблемы оптимизации и надежности в строительной механике. Тезисы докладов Всесоюзной конференции / НТО строительной индустрии. — М.: Стройиздат, 1983. — С. 48—49.
2. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. — М.: Наука, 1971. — 576 с.
3. Краковский М. Б. Определение надежности конструкций методами статистического моделирования // Строительная механика и расчет сооружений. — 1982. — № 2. — С. 10—13.

УДК 721.011.12:(725.42:691.002)

В. В. КРУГЛИКОВ, арх. (ЛИСИ)

Рациональные приемы организации производственных зон на предприятиях полносборного домостроения

Проектируемые сегодня предприятия полносборного домостроения к моменту сдачи их в эксплуатацию или, в лучшем случае, после 2...3 лет эксплуатации требуют модернизации, связанной с необходимостью изменения номенклатуры выпускаемой продукции. Обновление номенклатуры происходит каждые 3...5 лет, поскольку возникает потребность во внедрении новых типов проектов возводимых зданий.

Необходимость периодической реконструкции предприятий требует учета при проектировании динамики их развития формирования такой объемно-планировочной структуры, которая бы позволила наиболее безболезненно, с наименьшими перестройками и в кратчайшие сроки проводить техническое перевооружение. Учет потребности в гибкой технологии в значительной степени определяет архитектурно-художественный облик и разнообразие жилой застройки.

Отсутствие учета тенденций развития

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

производства изделий полносборного домостроения приводит к негативным явлениям при реконструкции предприятий, которые выражаются в необходимости значительной перестройки и в долговременной остановке производства для осуществления модернизации технологического оборудования.

Недостаточная исследованность условий внутрипроизводственной среды главных корпусов предприятий полносборного домостроения, с архитектурной точки зрения, приводит к негативным явлениям в процессе эксплуатации, которые выражаются в повышенном уровне шума, недостаточном естественном освещении производственных помещений и в значительных теплопотерях, вызывающих перерасход энергии. Все эти явления вызваны тем, что основой архитектурного проектирования предприятий являются типовые технологические схемы, а архитектор практически устранен от процесса формирования внутреннего производственного пространства.

Проектирование предприятий только на основе технологических компоновок не учитывает такие важнейшие моменты, как повышение комфортности производственной среды, т. е. человеческий фактор, и динамизм развития производства.

Автором был рассмотрен ряд предприятий полносборного домостроения, таких как Гатчинский ДСК, Обуховский ДСК № 2 в Ленинграде, завод КПД в Апатитах (типовой проект 409-13-2), ДСК № 7 в Ленинграде, комбинат стройиндустрии в Теджене, завод КПДС в Нерюнгри и многие другие. В основу большинства рассмотренных архитектурно-планировочных решений заложены типовые технологические компоновки, отличающиеся обычно числом и параметрами пролетов производственных корпусов, складов готовой продукции и т. д. Все перечисленные предприятия претерпели значительную реконструкцию в процессе функционирования, поскольку их объемно-планировочные решения не предусматривали технически простой и логичной возможности последующей организации технологического перевооружения и развития. На практике в большинстве случаев простота и логичность развития превратилась в элементарное дублирование функциональных связей и технологических переделов.

Изучение предприятий полносборного домостроения позволило выявить, что особо глубокого анализа требует проблема формирования рациональных объемно-планировочных решений их главных производственных корпусов, поскольку в них протекают основные технологические процессы и сосредоточена бо́льшая часть обслуживающего персонала. Анализ объемно-планировочной структуры, проведенный с точки зрения функциональной организации производственного пространства, необходимости технологического перевооружения, а также различий в условиях внутренней среды, позволил представить объект в виде системы пространственных элементов — зон.

Можно выделить пять пространственных зон: 1 — складирования арматуры и подготовки каркасов, характеризующаяся значительным выделением шума, пульсирующим режимом освещенности, обусловленным зажиганием дуг сварочных установок, требующая обслуживания крановым оборудованием и непосредственно связанная с внешней средой; 2 — формования изделий, характеризующаяся применением ручного труда и требующая частых модернизаций технологического оборудования; 3 — термовлажностной обработки изделий, характеризующаяся изолированностью производственного процесса; 4 — распалубки и отделки изделий, характеризующаяся широким применением ручного труда, значительной насыщенностью обслуживающим персоналом и использованием кранового оборудования; 5 — складирования готовой продукции, характеризующаяся непосредственным контактом с внешним транспортом и широким применением кранового оборудования.

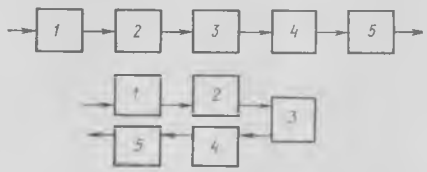


Рис. 1. Размещение производственных зон в одном уровне
вверху — последовательное расположение; *внизу* — возвратное
1 — зона складирования арматуры и подготовки каркасов; *2* — зона формования; *3* — зона гермовлажностной обработки; *4* — зона распалубки и отделки изделий; *5* — зона складирования готовой продукции

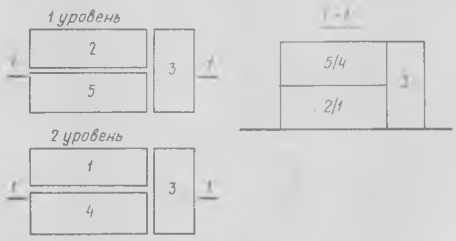


Рис. 2. Размещение производственных зон в двух уровнях
Обозначения те же, что на рис. 1

Перечисленные зоны можно условно разделить на две группы: 1 — «открытые» зоны, к которым относятся участки подготовки каркасов и складирования готовой продукции; для них необходима связь с внешним транспортом и системой подготовки сырья; 2 — «закрытые» зоны, к которым относятся участки формования, термообработки и отделки изделий.

Выявление этих производственных участков позволяет четко представить систему взаимосвязи между зонами и с внешней средой.

Зона формования, с функциональной точки зрения, относится к группе «закрытых» зон, но, с точки зрения потенциальной потребности технологического перевооружения, является самой нестабильной. Это обусловливает необходимость размещать ее у внешней границы главного корпуса с целью обеспечения свободного доступа к ней и переоборудования ее без затрагивания остальных производственных зон.

Таким образом, можно сформулировать новый принцип архитектурной организации главного производственного корпуса: функциональное зонирование с учетом последовательности реконструкции технологических переделов.

Возможны два приема пространственного взаиморасположения зон: в одном уровне (рис. 1); в двух уровнях (рис. 2). При одноуровневом расположении возможно последовательное размещение зон по направлению технологической цепочки и возвратное, при котором начало и конец технологической цепочки имеют общую границу.

Анализ характерных особенностей пространственных зон выявил, что зона термовлажностной обработки может служить связующим звеном между группами зон как при одноуровневом, так и при двухуровневом их расположении. При двухуровневом расположении в первом уровне размещаются зоны формования и складирования готовой продукции, а во втором — зоны подготовки арматурных каркасов и отделки.

Изложенные приемы пространственной организации производственных зон позволяют легко организовать перестройку технологического оборудования, которая затрагивает в основном процесс формования изделий. В отличие от типовых компоновок, зона формования по рекомендуемым принципам имеет прямую связь с внешней средой. Прием двухуровневого расположения зон позволяет почти на 50 % сократить площадь застройки главных производственных корпусов предприятий полносборного домостроения.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Н. С. ДЕМЧЕНКО, инж. (Сиборггазстрой)

Расчет треугольной плиты, ослабленной отверстием

Сложные климатические и гидрогеологические условия Западной Сибири исключили возможность применения традиционных грунтовых оснований под вертикальные стальные резервуары и обусловили использование фундаментов из забивных свай, монолитных ленточных ростверков, по которым укладывают прямоугольные плиты.

Круглая форма резервуара и прямоугольная форма плиты не обеспечивают наиболее экономичной формы фундамента в плане, в результате чего приведенная удельная толщина бетона составляет 80...90 см.

Наиболее приемлемой формой фундамента в плане является описанный вокруг резервуара шестиугольник, состоящий из равносторонних треугольных железобетонных плит, опертых вершинами углов на сваи, позволяющий возводить такие фундаменты из плит одного типоразмера, при этом приведенная толщина бетона снижается на 20...30%.

Пересечение вертикальных коммуникаций с плоскостью плиты требует применения плиты, ослабленной отверстием с расположением технологических нагрузок по всей плоскости плиты или только по периметру отверстия.

Рассмотрим плиту со стороной a, загруженную равномерно распределенной нагрузкой q, ослабленную вписанным в треугольник со стороной ξa отверстием радиусом $\xi a\sqrt{3}/6$, для которой $\eta-\xi=0$ (рис. 1). Схему образования пластических шарниров, план угловых скоростей и объем полиэдра перемещения (см. рис. 1) с высотой, равной 1, получим аналогично источнику [1].

Работа внешних сил в данном случае производится равномерно распределенной нагрузкой, приложенной к плите, за исключением площади отверстия. Объем тела перемещения плиты, ослабленной отверстием, равен разности между объемом тела перемещения сплошной плиты за вычетом объема тела перемещения, образованного перемещением отверстия. Полиэдр объема тела перемещения состоит из объемов цилиндра, цилиндрического копыта и трехгранной пирамиды.

Работа, выполняемая внутренними силами, распространяется по траекториям образования пластических шарниров.

Приравнивая работу внешних и внутренних сил и решая уравнение относительно параметра m, получим удельный изгибающий момент

$$m=\frac{q a^2\left[\frac{7\sqrt{3}}{2}-\xi^2(2\pi-\xi\sqrt{3})\right]}{36\sqrt{3}(1-\xi)} \qquad (1)$$

Для плиты, загруженной равномерно распределенной нагрузкой, расположенной полосой вокруг отверстия, для которой $\eta-\xi$ изменяется в диапазоне 0,1...0,5, схема нагрузки и образования пластических шарниров, объем полиэдра перемещения приведены на рис. 2, план угловых скоростей — на рис. 1.

Объем тела перемещения в этом случае определяют вычитанием объема тела перемещения отверстия из виртуального объема, создаваемого перемещением нагрузки.

Выполнив необходимые преобразования, получим удельный изгибающий момент для рассматриваемого случая

$$m=\frac{q a^2\left[\eta^2(2\pi-\eta\sqrt{3})-\xi^2(2\pi-\xi\sqrt{3})\right]}{36\sqrt{3}(1-\xi)}. \qquad (2)$$

Формулы (1), (2) и методика их получения позволяют находить усилия в рассмотренных плитах без применения методов теории упругости.

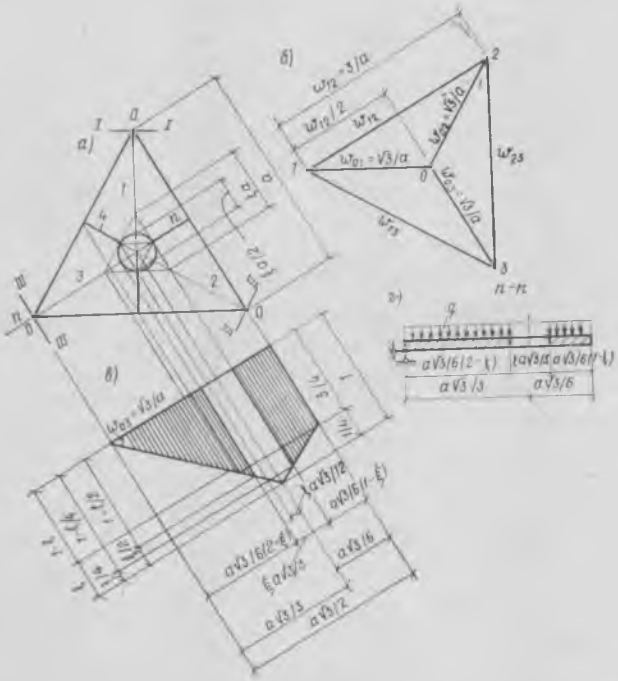


Рис. 1. Расчетная схема треугольной плиты, ослабленной круглым отверстием, расположенным в центре

а — схема образования пластических шарниров; *б* — план угловых скоростей кинематической системы; *в* — схема образования объема при виртуальном перемещении; *г* — схема загрузки плиты
4 — пластический шарнир

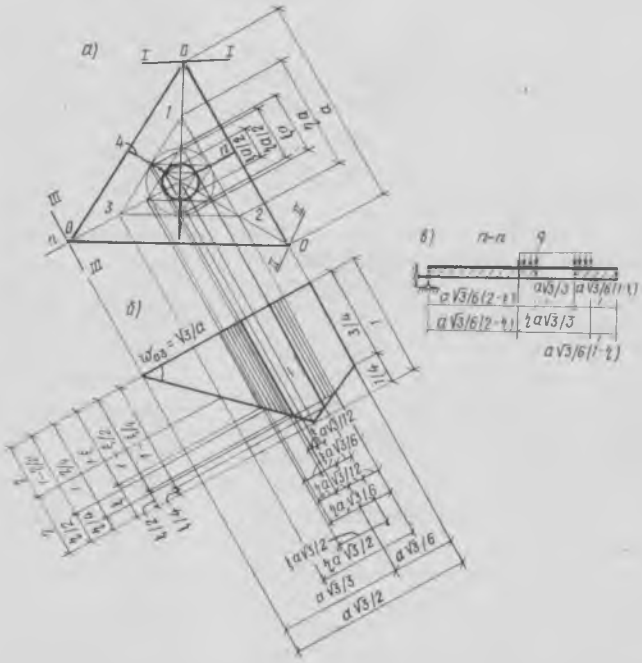


Рис. 2. Расчетная схема треугольной плиты, ослабленной круглым отверстием, расположенным в центре, загруженной равномерно распределенной нагрузкой, расположенной полосой по периметру отверстия

Схемы: *а* — образования пластических шарниров; *б* — образования объема при виртуальном перемещении; *в* — загрузки плиты

Армирование плит следует выполнять согласно требованиям [2].

Геометрическим анализом рассмотренных плит установлено, что идентичное образование схем излома для симметричных нагрузок создает благоприятные условия для расчета с применением принципа независимости действия сил.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демченко Н. С. Расчет треугольной плиты, опертой на три точки // Бетон и железобетон. — 1980. — № 8. — С. 25—26.
2. Инструкция по расчету статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом перераспределения усилий. — М.: Госстройиздат, 1961. — 110 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.322

Ю. А. РОГАТИН, А. С. ДМИТРИЕВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Методика расчета потребности в заполнителях с учетом региона строительства

В 1985 г. в стране было произведено около 260 млн. м³ сборного и монолитного бетона и железобетона, в том числе 150 млн. м³ сборного. На их изготовление израсходовано почти 65% годового производства цемента, 12% металлопроката (арматурная сталь и закладные детали), около 40% нерудных материалов (щебень, гравий, песок), почти 60% искусственных и природных пористых заполнителей.

Годовая потребность в качественных заполнителях для бетона и железобетона всех видов превышает 330 млн. м³, из них мелких — 120 млн. м³. Выпуск фракционированных (от 5 до 20 мм) крупных заполнителей твердых пород в настоящее время составляет около 140 млн. м³, классифицированных песков — около 20 млн. м³; мытых — соответственно 80 и 65 млн. м³; пористых заполнителей — превышает 45 млн. м³, в том числе природных 7 млн. м³.

Щебень, гравий и песок, а также природные и искусственные пористые заполнители относятся к местным материалам. Однако в ряде районов СССР из-за отсутствия природных запасов сырья производство бетона и железобетона обеспечивают с помощью привозных крупных заполнителей (щебень), доставляя их иногда за 1000 и даже более километров.

Расчет потребности строительства в заполнителях для бетона и железобетона — важная народнохозяйственная задача, поскольку связана с рациональным планированием перевозок, загрузкой разных видов транспорта, расходом топливно-энергетических ресурсов, расширением или реконструкцией действующего производства нерудных материалов, повышением качества выпускаемой продукции и т. п. Последнее имеет самое непосредственное отношение к оптимальному назначению состава бетонной смеси и расходованию цемента.

Расчет перспективной потребности заполнителей основан на кратко-, средне- и долгосрочных прогнозах развития и совершенствования бетона и железобетона для промышленного, жилищного, гражданского, сельскохозяйственного и других видов строительства. Он базируется на методе прямого счета, т. е. на перспективных объемах производства и применения этих материалов и усредненного расхода крупного и мелкого заполнителя на 1 м³ различных видов бетона (тяжелый и легкий обычный, тяжелый и легкий преднапряженный, ячеистый).

В табл. 1 приведен усредненный расход крупных и мелких заполнителей различных видов на 1 м³ сборного и монолитного бетона и железобетона.

Усредненный расход крупных заполнителей на 1 м³ j-го вида бетонной смеси рассчитан исходя из номенклатуры требуемых марок и плотности бетона несущих и ограждающих конструкций, технологии их изготовления на щебне крупностью $\delta = 20$ мм. Он учитывает нормированную естественную убыль материала при перевозках и хранении [2], а также возможные потери при производстве и транспортировании бетонной смеси [3, 4]. В необходимых случаях пересчет усредненного расхода щебня другой крупности (δ) на 1 м³ бетонной смеси соответствующей марки тяжелого бетона можно выполнить по формуле

$$N_{кр\,\delta} = K_\delta N_{кр} = \frac{1{,}68\,\delta + 7{,}5}{\delta + 19{,}5} K_{кр}; \quad (1)$$

мелкого по формуле

$$N_м = K_м N_м = \frac{0{,}44\,\delta + 51{,}2}{\delta + 40{,}0} N_м; \quad (2)$$

того и другого заполнителя вместе

$$N_з = K_з\,(N_{кр} + N_м) = \frac{1{,}1\,\delta + 6{,}9}{\delta + 8{,}9}\,(N_{кр} + N_м). \quad (3)$$

Коэффициент приведения расхода щебня по крупности (K_δ) выражает отношение расхода щебня δ-й крупности по объему к расходу щебня крупностью 20 мм при их соответствующих качественных характеристиках (прочность, морозостойкость и т. д.) на 1 м³ бетонной смеси соответствующей марки, а коэффициент приведения расхода мелкого заполнителя ($K_м$) в зависимости от крупности щебня — отношение расхода мелкого заполнителя при δ-й крупности щебня к его расходу при крупности щебня 20 мм. Коэффициент приведения расхода заполнителей ($K_з$) выражает отношение их суммарного расхода по объему на 1 м³ бетонной смеси при использовании щебня δ-й крупности к их суммарному расходу на тот же объем бетонной смеси, соответствующей марки бетона при крупности щебня 20 мм.

Усредненный расход гравия твердых пород, используемого в качестве крупного заполнителя на 1 м³ бетонной смеси, будет соответствовать усредненному расходу щебня, умноженному на коэффициенты, соответствующие крупности последнего: до 10 мм — 0,95, до 70 мм — 0,9, 120 мм и выше — 0,85. Для гравия коэффициенты вычислены по данным [5].

Усредненный расход крупных природных заполнителей на 1 м³ легких бетонов принят для щебня $\delta = 20$ мм, для искусственных заполнителей $\delta = 10$—20 мм.

В табл. 2 приведены пределы содержания фракций, в % по массе, в зависимости от максимальной крупности заполнителя и технологии изготовления конструкций.

В качестве мелких заполнителей тяжелых, легких (марки до М300) и ячеистых бетонов приняты крупные кварцевые пески с модулем крупности $M_{кр} > 2$. Исходным сырьем для мелких заполнителей легких бетонов марок менее М 300

Материал	Заполнитель	Усредненный расход заполнителя на 1 м³ бетонной смеси, м³		Структурный коэффициент по виду материала [1] $K^{t}_{сб}$
		крупный	мелкий*	
Бетон сборный	Тяжелый	0,87	0,55	0,7/0,65
	Легкий	0,88	0,44	0,2/0,23
	Ячеистый	—	0,32	0,1/0,12
Бетон монолитный	Тяжелый	0,85	0,57	0,98/0,96
	Легкий	0,89	0,43	0,02/0,04
Железобетон сборный	Тяжелый	—	—	0,765/0,66
	Обычный	0,85	0,53	0,555/0,46
	Преднапряженный	0,88	0,48	0,21/0,2
	Легкий	—	—	0,204/0,295
	Обычный	0,84	0,42	0,18/0,225
	Преднапряженный	0,91	0,45	0,024/0,07
	Ячеистый	—	0,37	0,031/0,045
Железобетон монолитный	Тяжелый	—	—	0,91/0,88
	Обычный	0,84	0,58	0,89/0,84
	Преднапряженный	0,81	0,47	0,02/0,04
	Легкий	—	—	—
	Обычный	0,98	0,42	0,09/0,12

* В мелкозернистых бетонах — 1,10 м³

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Рекомендуемые пределы содержания фракций, в % по массе от размера отдельных фракций, мм

3—10	5—10	10—20	5—20	20—40	5—40	40—70	70—120 и выше
40—70	60—30		40—70	60—30			
(10)			(40)				
	40—70	60—30	20—40	20—30	—	60—30	
	(20)		—	—	40—70	60—30	
			(70)				
					20—40	20—30	60—30
					(120 и выше)		

Примечание: В скобках указана максимальная крупность заполнителя, мм плотностью 400 кг/м³ — 2,1—2,3 м³.

служат соответствующие крупные природные или искусственные пористые заполнители из природного сырья (глины, перлиты и т. д.) или отходов промышленности (шлаки, золы, отходы угледобычи и т. д.). При этом на 1 м³ мелкого заполнителя плотностью 850—950 кг/м³ принимался расход 1,6—1,8 м³ крупного заполнителя.

Суммарные потери и отходы всех видов крупных и мелких заполнителей, включая естественную убыль материала при перевозке и хранении, приняты равными 5%.

Расчет потребности в крупном и мелком заполнителе для j-го вида бетона и железобетона в t-м году производится по формулам:

$$Q^t_{кр} = \sum_{\eta=1}^{\eta=n} N^t_{кр} W^t_j; \qquad (4)$$

$$Q^t_{м\,j} = \sum_{\nu=1}^{\nu=m} W^t_j, \qquad (5)$$

где $N^t_{кр}$, $N^t_{мj}$ — усредненный расход заполнителя на 1 м³ бетонной смеси в t-м году, соответственно крупного и мелкого; W^t_j — объем производства j-го вида бетона и железобетона в t-м году по материалу заполнителя; n, m — номер вида заполнителя, соответственно крупного и мелкого.

При отсутствии данных по объемам применения j-го вида бетона и железобетона в t-м году по материалам заполнителя можно использовать структурные коэффициенты по виду бетона и железобетона ($K^t_{сбj}$), которые соответствуют общесоюзным (см. табл. 1). В этом случае формулы (4) и (5) будут иметь вид:

$$Q^t_{кр\,j} = \sum_{\eta=1}^{\eta=m} K^t_{сб\,j} N^t_{кр\,j} W^t_j; \qquad (6)$$

$$Q^t_{м\,j} = \sum_{\nu=1}^{\nu=m} K^t_{сб\,j} N^t_{м\,j} W^t_j. \qquad (7)$$

Методика предназначена для расчета потребности в крупных и мелких заполнителях на уровне министерств, ведомств, главков и приравненных к ним организаций. Усредненный расход заполнителей на 1 м³ сборного и монолитного бетона в зависимости от вида бетона (см. табл. 1) можно распространить на все годы текущей пятилетки.

Известно, что от качества применяемых заполнителей зависит расход цемента в бетонной смеси.

По данным ВНИИНеруд, только в Центрально-Черноземном и Восточно-Сибирском экономических районах, а также в ряде союзных республик (Белорусской, Эстонской, Грузинской, Киргизской, Туркменской и Молдавской) производится щебень, на 100% отвечающий государственному стандарту, а гравий — в Восточно-Сибирском экономическом районе, в Грузинской и Туркменской ССР. В остальных регионах страны материалы в той или иной степени отступают от требований государственного стандарта.

Крупный песок с модулем крупности $M_{кр} > 2$ производится только в Южном экономическом районе, Калининградской обл., Армянской и Таджикской ССР, в остальных — пески с модулем крупности $M_{кр} < 2$—1,5, а также с $M_{кр} < 1$.

Нерудные материалы, не удовлетворяющие требованиям стандартов, являются главной причиной перерасхода цемента при изготовлении бетона и железобетона. Так, согласно СНиП 5.01.23—83 применение мелких песков с $M_{кр} < 2$...1,5 для бетонов марок М200 и выше требует увеличения расхода цемента в среднем на 5%, очень мелких песков с $M_{кр} < 1,5$ для бетонов марок до М150 — до 7%, загрязненного щебня с содержанием пылевидных и глинистых частиц — на 5...7%, щебня и гравия пониженной прочности или гравия с особо гладкой и окатанной поверхностью — на 5% и т. д.

Таблица 3

$K_р$	Регион
1,0	Прибалтийский (ЭССР, Калининградская обл.), Среднеазиатский (ТССР)
1,01	Восточно-Сибирский, Закавказский (АрмССР), Среднеазиатский (УзССР)
1,02	Северный, Южный, Закавказский (ГрузССР, АзССР) Среднеазиатский (КиргССР), БССР, МолдССР
1,03	Центральный
1,04	Уральский, Западно-Сибирский, Юго-Западный
1,05	Донецко-Приднепровский, Прибалтийский (ЛитССР, ЛатССР), КазССР
1,06	Центрально-Черноземный
1,07	Поволжский, Северо-Кавказский, Дальневосточный, Среднеазиатский (ТаджССР)
1,08	Северо-Западный
1,10	Волго-Вятский

На основании анализа и обобщения опыта производства щебня, гравия и песка в различных экономических районах страны были рассчитаны региональные коэффициенты к нормам расхода цемента на 1 м³ бетонной смеси с учетом качества выпускаемого крупного и мелкого заполнителя в конкретном регионе (табл. 3). При этом исходили из требований СНиП 5.01.23—83 к качеству заполнителя и общей в t-м регионе структуры производства крупного и мелкого заполнителя и его использования при выпуске бетона и железобетона. За решающий показатель качества щебня и гравия в i-м регионе принималось их соответствие ГОСТ, а мелких заполнителей — крупность песков. Последние были ранжированы по модулю крупности: $M_{кр} > 2$, $M_{кр} < 2$, $M_{кр} < 1,5$ и $M_{кр} < 1$. Для песков с $M_{кр} < 2$...1,5 дополнительный расход цемента на 1 м³ бетонной смеси принимался в размере 5%, с модулем крупности $M_{кр} < 1$...10%.

Величины региональных коэффициентов на 1 м³ бетонной смеси в зависимости от качества заполнителей к нормам расхода цемента целесообразно учитывать в нормативных документах, регламентирующих расход цемента в строительстве, а также при выделении потребителям фондов на него.

Экономическая эффективность применения в i-м регионе крупного заполнителя η-го вида в составе 1 м³ бетонной смеси с одинаковыми характеристиками бетона в конструкции может оцениваться из общих условий по формуле

$$C'_{кр} \geqslant \frac{1}{V_{кр}} \left\{ \left[V'_{кр} C_{кр} + \frac{T_{кр} - T'_{кр}}{\theta_{кр}\, \gamma_{кр}} \right] \pm \Delta V_м C_м \pm \frac{\Delta P_ц}{\gamma_ц} C_ц \right\}; \qquad (8)$$

то же ν-го вида мелкого заполнителя:

$$C'_м \geqslant \frac{1}{V_м} \left\{ \left[V'_м C_м + \frac{T_м - T'_м}{\theta_{кр}\, \gamma_м} \right] \pm \Delta V_{кр} C_{кр} \pm \frac{\Delta P_ц}{\gamma_ц} C_ц \right\}, \qquad (9)$$

где $V_{кр}$ и $V'_{кр}$ — расход крупного заполнителя в 1 м³ бетонной смеси, соответственно аналогового и нового материала, м³; $V_м$ и $V'_м$ — то же, для мелкого заполнителя, м³; $\gamma_{кр}$, $\gamma_м$, $\gamma_ц$ — объемная масса составляющих материалов бетонной смеси, соответственно крупного и мелкого заполнителя, цемента, т/м³; $\Delta V_{кр}$, $\Delta V_м$, $\Delta P_ц$ — дополнительный (+) или меньший (—) расход составляющих материалов в 1 м³ бетонной смеси с использованием нового материала в качестве крупного или мелкого заполнителя по сравнению с аналоговым, соответственно крупного и мелкого заполнителя, цемента; $C_{кр}$, $C'_{кр}$ — оптовая цена 1 м³ крупного заполнителя, соответственно аналогового и нового материала; $C_м$, $C'_м$ — то же, мелкого заполнителя, р; $C_ц$ — стоимость 1 т цемента франко-за-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вод ЖБИ или франко-приобъектный склад, р.; $T_{кр}$ и $T'_{кр}$ — транспортные расходы, связанные с доставкой крупного заполнителя для 1 м³ бетонной смеси соответственно аналогового и нового материала, р.; $T_м$ и $T'_м$ — то же, мелкого заполнителя; $\theta_{кр}$, $\theta_м$ — коэффициент, выражающий отношение аналогового заполнителя к новому по объему в 1 м³ бетонной смеси, соответственно для крупного и мелкого заполнителя.

Транспортные расходы, связанные с доставкой 1 т крупного или мелкого заполнителя, в зависимости от вида транспорта и расстояния их перевозки можно укрупненно оценивать по формулам:

$$\left.\begin{aligned} T_{авт} &= 1{,}51 + 0{,}034\,l; \\ T_{ж.д} &= 0{,}645 + 0{,}003\,l; \\ T_{реч} &= 1{,}13 + 0{,}004\,l, \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

где $T_{авт.}$, $T_{ж.д.}$, $T_{реч.}$ — стоимость перевозки 1 т крупного или мелкого заполнителя соответственно автомобильным, железнодорожным и речным транспортом, р.; l — расстояние, на которое производится доставка на франко-приобъектный склад, км. Формулы (10) получены по данным СНиП IV.4-82, части 1 и 2. При этом стоимость перевозки речным транспортом принята для Ленского пароходства по СНиП IV.4-82, ч. 2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рогатин Ю. А., Малинина Л. А. Методика расчета потребности и планирования экономии цемента для бетона и железобетона // Бетон и железобетон. — 1986. — № 2. — С. 37.
2. Сборник норм естественной убыли продукции производственно-технического назначения при перевозках и хранении товаров народного потребления при перевозках / Госснаб СССР. — М., 1980. — С. 58.
3. Рекомендации по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования / НИИЭС Госстроя СССР. — М., 1985. — 134 с.
4. Справочник по материально-техническому снабжению и комплектации строительства. — М.: Стройиздат, 1979. — 712 с.
5. Москвин В. М. Бетон для морских сооружений. — М.: Машстройиздат, 1949. — 116 с.

УДК 691.327:666.9-16.004.18

М. Ш. ФАЙНЕР, канд. техн. наук (Украинский ин-т инженеров водного хозяйства)

Энергоемкость высокопрочных бетонов

При комплексном многоплановом анализе энергоемкости бетона в ряде работ выявлено влияние основных факторов [1—3], даны рекомендации по снижению расхода энергоресурсов [4, 5]. Вместе с тем недостаточно полно раскрыты вопросы энергоемкости высокопрочных бетонов.

Целью настоящей работы является анализ энергоемкости высокопрочных тяжелых бетонов на основе комплексного методологического подхода.

Как известно, повышение прочности бетона не позволяет добиться снижения энергоемкости железобетонных конструкций на заводе-изготовителе. Так, по данным [1], энергоемкость бетона марки М600 по сравнению с маркой М200 повышается в 1,82 раза. Если же учесть дополнительные энергозатраты промышленности, связанные с необходимостью получения для высокопрочных цементов более качественного сырья, особенностями обжига клинкера, снижением производительности помола и увеличением износа мельниц, то эта величина возрастет еще в 1,1...1,2 раза.

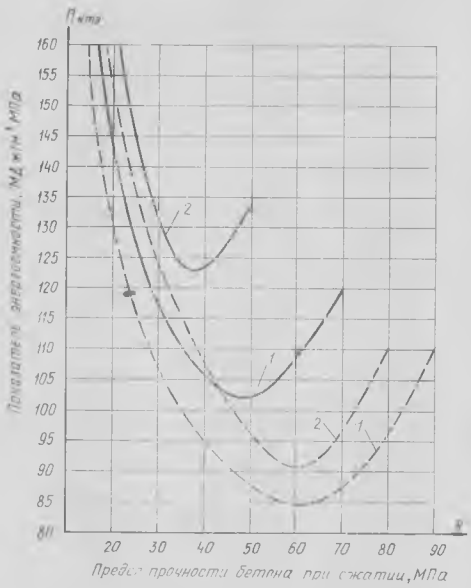
Однако приведенные данные не могут в достаточно полной степени свидетельствовать об энергетической эффективности высокопрочных бетонов, так как повышение прочности бетона в конструкциях всегда связано со снижением их материалоемкости. Следовательно, окончательный вывод об энергоемкости высокопрочных бетонов может быть сделан только по интегральным энергозатратам на здание и сооружение или их сопоставимые конструктивные элементы. С этих позиций представляет интерес разработка критерия такой эффективности.

В качестве обобщенного критерия энергетической эффективности высокопрочных бетонов предлагается использовать показатель конструкционно-технологической энергоемкости ($П_{ктэ}$), определяемый по формуле

$$П_{ктэ} = \frac{Э}{P},$$

где $Э$ — интегральная энергоемкость; P — показатель качества.

Интегральная энергоемкость конструкции является суммой энергозатрат по всем технолгическим переделам, включая овеществленную энергоемкость (материалы, формы, оборудование и т. д.).



Зависимости показателя конструкционно-технологической энергоемкости бетона от его прочности при сжатии
1 — осадка конуса бетонной смеси 3...5 см; *2* — то же, 14...18 см; ——— без добавок; — — — — с пластифицирующими добавками

Представляется перспективным включение в этот показатель и приведенную к энергетическому виду трудоемкость производства.

Показателями качества, в зависимости от поставленной задачи и уровня рассмотрения, могут выступать удельная прочность, прочность, несущая способность и т. д. Следовательно, предложенный критерий позволяет рассмотреть энергетическую эффективность объекта исследования с позиций конечной цели и сопоставить бетоны, отличающиеся средней плотностью и технологическими особенностями изготовления, а также видом применяемых компонентов.

Рассмотрим с позиций предложенного критерия энергетическую эффективность тяжелых цементных бетонов различных марок. В основу расчетов положим результаты исследований НИИЖБ и экспериментальные данные автора. При проведении расчетов исследования НИИЖБ были дополнены данными о расходе цемента для бетонов с пределом прочности при сжатии до 100 МПа при использовании добавок — модифицированных лигносульфонатов, мелассной последрожжевой барды и суперпластификаторов, уточнены некоторые зависимости энергоемкости цементов и добавок. Для бетонов с пределом прочности при сжатии до 40 МПа как более эффективных были приняты добавки модифицированных лигносульфонатов или мелассной последрожжевой барды, а для бетонов с пределом прочности при сжатии 50 МПа и выше — суперпластификаторы. В качестве базовых выбраны добавки НИЛ-20, УПБ-М и С-3. Расчет расхода тепловой энергии проводился в соответствии с [4]. Результаты расчетов по изменяющимся статьям конструкционно-технологической энергоемкости бетона приведены на рисунке.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что для бетона без добавок наиболее эффективны показатели предела прочности при сжатии 35...50 МПа, причем с увеличением осадки конуса смеси энергетическая эффективность повышения прочности бетона снижается, что объясняется повышенным расходом высокопрочных цементов. При применении суперпластификатора С-3 оптимальная энергетическая эффективность достигается при пределе прочности бетона при сжатии 55...70 МПа. Увеличение осадки конуса бетонной смеси до 14...18 см не влечет за собой столь значительного повышения расхода цемента. Необходимо отметить и то, что существенное снижение интегральной энергоемкости бетонов при показателях предела прочности при сжатии 55...70 МПа с использованием суперпластификаторов С-3 достигается и возможностью отказа от применения высокопрочного портландцемента марки 600.

Аналогичные расчеты для соответствующих СНиП 2.03.01—85 показателей предела прочности бетона при осевом растяжении показывают, что наиболее энергетически эффективны для бетонов без добавок показатели предела прочности при осевом растяжении 2...2.5 МПа, а с добавками — 2,7...3.2 МПа. Увеличение прочности бетона при сжатии выше 70 МПа и осевом растяжении выше 3.2 МПа связано с дополнительными энергозатратами на улучшение качества заполнителей.

Представляет интерес применение рассматриваемого подхода к оценке энергетической эффективности конструкций «в деле» с учетом эксплуатационных затрат. Для определения сравнительной эффективности различных видов ферм покрытия воспользуемся исходными данными ГПИ Промстройпроект и МИСИ им. В. В. Куйбышева [7] с уточнениями на основании опыта производства и применения этих конструкций на заводе ЖБК в Ровно, в Главльвовпромстрое и Киевоблпромстрое. Расчеты проведем аналогично предыдущим, дополнительно приняв удельную энергоемкость арматуры 75 тыс. МДж/т, переработку 1200 МДж/м³, транспортирование и монтаж — 10% общей энергоемкости бетона. Шаг колонн конструкций 12 м, предел прочности бетона при сжатии — 50 МПа, равномерно распределенная нагрузка 5,5 кН/м². Результаты расчетов сведены в таблицу.

Тип ферм, серия	Тип кровли	Пролет, м	Показатель конструкционно-технологической энергоемкости, МДж·м²/кН
Безраскосные серии 1.463-3/80	Скатная	18	356
	То же	24	268,6
Безраскосные серии 1.463-3/80	Малоуклонная	18	383,7
	То же	24	400
Сегментные серии ПК-01-129/76	Скатная	18	345,4
	То же	24	369,9
Полигональные по шифру 3275-Т-80	Малоуклонная	18	360
	То же	24	374,5

Анализ показывает, что сравниваемые фермы, с позиций энергоемкости, практически равноэффективны, незначительный эффект достигается при использовании сегментных и полигональных ферм. Вместе с тем расчеты по тем же исходным данным показывают, что при увеличении нагрузок полигональные фермы позволяют более эффективно использовать бетоны с пределом прочности при сжатии до 70 МПа.

Подобные расчеты для колонн, напорных труб, резервуаров и других конструкций показывают расчетоспособность предложенного критерия и энергетическую эффективность применения в них высокопрочных бетонов.

Выводы

Объективная и комплексная энергетическая оценка высокопрочных бетонов может быть выражена показателем конструкционно-технологической энергоемкости.

При современном уровне оптимального проектирования и технических возможностях технологии производства повышение предела прочности бетона при сжатии до 70 МПа и осевом растяжении до 3,2 МПа энергетически более эффективно, чем увеличение объема конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малинина Л. А. Снижение энергетических затрат при производстве сборного железобетона за счет рационального выбора цементов, назначения эффективных режимов термообработки бетона и экзотермии цемента // Всесоюзн. науч.-техн. семинар по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий: Тез. докл. — Л., 1984. — С. 53—58.
2. Грушко И. М., Михайлов А. Ф., Белова Л. А. и др. Снижение энергоемкости технологии производства сборных железобетонных изделий // Изв. вузов. Сер. Стр-во и архитектура. — 1985. — № 7. — С. 53—59.
3. Фоломеев А. А. Энергоемкость формования сборных железобетонных изделий // Технология формования сборного железобетона: Материалы семинара. — М.: МДНТП, 1982. — С. 10—14.
4. Рекомендации по снижению расхода тепловой энергии в камерах для тепловлажностной обработки железобетонных изделий. — М.: Стройиздат, 1984. — 56 с.
5. Рекомендации по тепловой обработке тяжелого бетона с учетом активности цемента при пропаривании. — М.: НИИЖБ, 1984. — 20 с.

УДК 666.982.2-462.033.17

Напорные виброгидропрессованные трубы

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» представлена разработанная в ИСиА Госстроя БССР конструкция железобетонной напорной раструбной виброгидропрессованной трубы диаметром 1400 мм со спирально-перекрестным армированием на расчетное давление 1,5; 1,0 и 0,5 МПа. Полезная длина трубы 5 м, толщина стенки — 95 мм. Трубы предназначены для прокладки подземных трубопроводов, по которым транспортируются жидкости, неагрессивные к бетону и резиновым уплотнительным кольцам стыковых соединений.

Для непрерывной навивки спирально-перекрестного каркаса из высокопрочной проволоки диаметром 3...5 мм разработано и введено в эксплуатацию технологическое оборудование.

Замена спирального и продольного каркасов, применяемых в традиционной технологии, единым спирально-перекрестным равнопрочным каркасом объемной ромбической структуры позволяет устранить отслоение защитного слоя и повысить срок службы трубопроводов в 2...3 раза, сократить трудозатраты до 30, расход стали до 10%, электроэнергии до 3 кВт·ч/м³ труб. Кроме того, уменьшается число единиц технологического оборудования и высвобождаются производственные площади, улучшаются условия труда и исключаются опасные операции, связанные с высадкой головок и натяжением продольных стержней.

Для завода производительностью 12 тыс. м³ труб в год экономический эффект составляет 320 тыс. р. в год.

Адрес для справок: 220600, Минск, ГСП, Старобориcовский тракт, 15. ИСиА Госстроя БССР.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:539.4

И. Л. ЦВЕТКОВ, инж. (з-д ЖБИ № 5 ГМПСМ);
М. И. БРУССЕР, М. С. ГРИГОРЬЕВ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ)

Влияние отклонений от плоскостности граней контрольных кубов на оценку прочности и однородности бетона

При контроле прочности бетона сборных и монолитных конструкций прочность обычно определяют по методике ГОСТ 10180—78. Таким способом оценивается прочность более 200 млн. м³ бетона в год. Оценка, производимая на основе результатов определения прочности бетона, тесно связана с технико-экономическими показателями производства конструкций. При этом занижение оценки прочности при испытаниях бетона ведет к неоправданному перерасходу цемента, а завышение — к снижению надежности конструкций. Одновременно следует указать, что оценка прочности в значительной степени условна, поэтому в ГОСТ 10180—78 регламентированы основные показатели, наиболее влияющие на оценку прочности. К ним относятся геометрические характеристики и, в первую очередь, отклонение от плоскостности опорных граней контрольных кубов. По ГОСТ 10180—78, эти отклонения не должны превышать 0,05 мм на 100 мм длины грани. Немногочисленные публикации по этим вопросам [1...4] не дают четкого представления о величинах потери прочности за счет нарушения требований стандарта по отклонению граней от плоскостности. Не дифференцировано также влияние характера отклонения от плоскостности (выпуклость, вогнутость, одно- или двухстороннее искривление и т. д.) на снижение прочности.

Нами изучено влияние вида и величины искривления опорных поверхностей куба на прочность бетона. При этом образцы изготавливали в обычных производственных формах различной конструкции и состояния, а также в экспериментальной форме, позволяющей получать грани кубов с заданными по величине и виду искривлениями. Отклонения стенок форм от плоскостности измеряли прибором, разработанным в КТБ Мосоргстройматериалов [5], а граней кубов — прибором конструкции НИИЖБ [6]. Оценку отклонения от плоскостности производили по параметрам А и В, предусмотренным ГОСТ 10180—78, где А — отклонение от плоскостности относительно угловых точек, В — выпуклость (положительное отклонение) или вогнутость (отрицательное отклонение).

Измерения более 200 стальных форм конструкции ВНИИЖелезобетона показали, что стенки даже новых форм довольно часто имеют отклонения от плоскостности, большие, чем допускаемая ГОСТ 22685—77 величина — 0,03 мм на 100 мм длины, а грани изготовленных в этих формах кубов имеют отклонения от плоскостности, превышающие допуск по ГОСТ 10180—78 — более 0,05 мм на 100 мм длины грани. Установлено также, что через 5...10 формований в новой форме грани кубов имеют отклонения от плоскостности в среднем 0,1 мм. При этом максимальные отклонения превышают 0,5 мм. Грани кубов, изготовленных в формах, находившихся в эксплуатации около года (примерно 200 формований), имеют отклонения от плоскостности в среднем 0,22 мм, а у отдельных граней отклонения от плоскостности превышают 0,7 мм.

Измерения показывают, что грани кубов, прилегающие при формовании к поперечным стенкам новых форм, у которых произведена приварка болтов замкового соединения, имеют отклонения от плоскостности 0,15...0,25 мм. Следовательно, необходимо отказаться от испытания кубов по граням, прилегающим к поперечным стенкам форм конструкции ВНИИЖелезобетона. Анализ результатов измерений граней кубов, прилегающих к продольным стенкам тех же форм, показал, что и у них отклонения от плоскостности в новых формах превышают требуемые стандартом величины. Очевидно, в формах другой конструкции, менее жестких, с большим числом сборочных элементов, более тонкими стенками качество граней заформованных в них кубов будет еще более низким.

В процессе эксплуатации форм отклонения от плоскостности граней кубов возрастают. Для каждого срока эксплуатации форм (числа оборотов) средние величины подсчитаны по результатам измерения 20 образцов, отдельно по параметрам А и В. Из графика (рис. 1) следует, что с увеличением числа оборотов формы отклонения возрастают интенсивнее по параметру В. В связи с этим влияние отклонения от плоскостности на оценку прочности и однородности изучали по выпуклости (вогнутости) опорных граней.

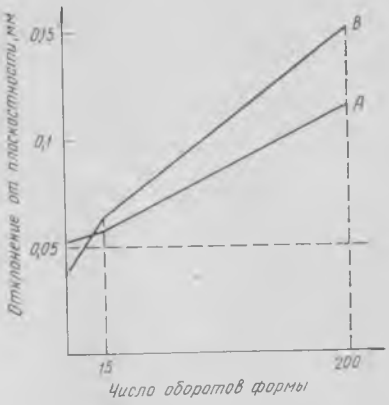


Рис. 1. Изменение геометрических характеристик опорных граней кубов в процессе эксплуатации

— — — — допустимое по ГОСТ 10180—78 отклонение граней кубов от плоскостности на 100 мм длины грани

Измерения экспериментальной формы со стенками толщиной 14 мм показали, что отклонения от плоскостности у них находятся в пределах требования ГОСТ 22685—77. После 50...60 оборотов деформации формы не зафиксированы, показатели отклонения от плоскостности стенок не изменились. Однако грани кубов, прилегающие к стенкам форм, которые соответствуют ГОСТ 22685—77, имели отклонения от плоскостности 0,03...0,17 мм при среднем значении 0,1 мм. Такая разница в величинах отклонения от плоскостности стенки формы и прилегающей к ней грани куба, вероятно, объясняется тем, что после распалубки формы в бетоне происходят процессы, влияющие на изменение геометрии граней куба. Отсюда следует, что соотношение между требованиями ГОСТ 10180—78 и ГОСТ 22685—77 должно быть установлено по результатам специально выполненных исследований.

Конструкция экспериментальной формы позволяет изготавливать в ней кубы с заданным характером и величиной искривления одной или обеих опорных граней. На рис. 2 представлены типы кубов, которые изготавливали в экспериментальной форме.

Измерения отклонений опорных граней от плоскостности и изучение их отпечатков, полученных путем прокладки копировальной бумаги между образцом и плитами пресса, показывают, что куб взаимодействует с плитами пресса не по всей площади грани, а только по ее выступающим частям. Вследствие этого нагрузка прикладывается к части площади, и величина ее зависит от характера искривления грани и взаимного расположения выступающих частей нижней и верхней граней.

Соприкосновение образца с плитой пресса не по всей площади влечет за собой отход от классической схемы разрушения — вместо равномерно распределенной действует нагрузка, приложенная центрально или по периметру куба. При этом происходит частичное раскалыва-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

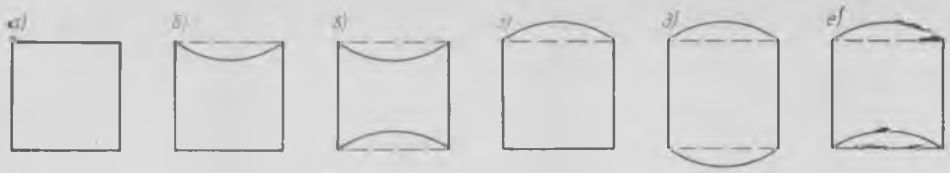


Рис. 2. Кубы с различным характером искривления опорных граней

ние или смятие образца, он разрушается преждевременно при меньшей нагрузке.

В экспериментальной форме одновременно изготовляли кубы с заданным характером и величиной искривления одной или обеих опорных граней и эталонные — с гранями, которые получены как отпечаток стенок формы, имеющих отклонения от плоскостности в пределах требований стандарта. Для решения вопроса о количественном влиянии величины искривления граней на оценку прочности и однородности изготавливали кубы с гранями, имеющими отклонение от плоскостности от 0,2 до 0,5 мм.

Выше указано, что кубы, изготовленные в производственных формах, нередко имели отклонение граней от плоскостности больше 0,5 мм. Поэтому часть экспериментов проводили на кубах с различным характером искривления опорных граней (см. рис. 2), с отклонением от плоскостности по каждой искривленной грани, равным 0,5 мм.

В табл. 1 представлен анализ зависимости снижения прочности и изменения коэффициентов вариации у кубов с искривленными опорными гранями (В = =0,5 мм для каждой искривленной грани) относительно эталонных кубов. Каждый результат представляет собой среднее из 12...15 серий. Кубы из бетона марки М250 при расходе материалов Ц — 320 кг (портландцемент 400), П — 720 кг ($M_{кр}$=2,1), Щ — 1190 кг (из естественного камня), В — 160 л; Ж= =25 сек; режим термообработки — 8 ч. Кубы испытывали в горячем состоянии.

Таблица 1

Характер искривления опорных граней по параметру В (рис. 2)	$\frac{R}{R_{эт}}$	Увеличение коэффициента вариации
а — плоский	1,0	1,0
б — плоско-вогнутый	0,87	1,46
в — двояковогнутый	0,84	1,6
г — плоско-выпуклый	0,75	2,0
д — двояковыпуклый	0,74	2,45
е — выпукло-вогнутый	0,77	2,83

Эталонный куб плоский, характер искривления опорных граней имеет отклонения от плоскостности, равные 0,1 мм

Результаты эксперимента показывают, что при одной или двух гранях, имеющих отклонение от плоскостности до 0,5 мм каждая, снижение прочности колеблется от 13 до 26% в зависимости от характера искривления по обеим граням. При этом максимальное снижение прочности наблюдается у тех кубов, которые имеют хотя бы одну выпуклую грань. Соответственно увеличивается и коэффициент вариации, свидетельствующий о росте разброса результатов показаний прочности. При искривлении типа вогнутость снижение прочности примерно вдвое меньше, чем при выпуклости той же величины, и оно также практически не зависит от того, одна или две грани имеют такой характер искривления.

В табл. 2 представлены средние результаты из 12...15 серий кубов, изготовленных из бетона того же состава. Характер искривления граней — плосковыпуклый.

Таблица 2

Показатель	Отклонение от плоскостности В (выпуклость), мм			
	0,1	0,2	0,3	0,5
$\frac{R}{R_{эт}}$	1,0	0,95	0,89	0,74
Увеличение коэффициента вариации	1,0	1,28	1,6	2,0

При отклонении одной грани от плоскостности, равном 0,2 мм, снижение прочности составляет 5%, при отклонении 0,3 мм — 11%, при 0,5 мм — 26%. При этом наблюдается увеличение коэффициента вариации, он возрастает примерно в два раза при увеличении В от 0,1 до 0,5 мм.

Можно предположить, что с увеличением абсолютной прочности бетона влияние отклонения от плоскостности опорных граней кубов на оценку прочности и однородности бетона будет сказываться в большей степени.

Выводы

Требования стандарта по отклонению граней кубов от плоскостности и стандарта к формам не увязаны между собой, поскольку образцы, изготовленные в формах, соответствующих ГОСТ 22685—77, по геометрическим характеристикам не соответствуют требованиям ГОСТ 10180—78. Вероятно, следует пересмотреть требования в сторону увеличения допуска по отклонению от плоскостности.

Кубы, изготовленные в новых формах конструкции ВНИИЖелезобетона, имеют отклонения от плоскостности в среднем 0,1 мм, отдельные грани кубов — до 0,5 мм. В процессе эксплуатации искривления граней увеличиваются.

Значительное превышение фактических отклонений плоскостности граней контрольных кубов от допускаемых стандартом приводит к тому, что качество граней перед испытанием не оценивается и лучшие грани в качестве опорных не выбираются.

Установлено, что отклонение опорных граней контрольных кубов от плоскостности приводит к значительному снижению оценки прочности и однородности бетона. Для бетона марки М250 при отклонения от плоскостности порядка 0,5 мм на 100 мм длины грани оценка прочности снижается на 25%, а коэффициент вариации увеличивается более чем в 2,5 раза. Это приводит к перерасходу 10...15% цемента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курасова Г. П., Истомин А. С. Требования к формам и образцам для определения кубиковой прочности легких бетонов // Бетон и железобетон. — 1973. — № 2. — С. 37—38.
2. Миловидов К. И. Двухгнездная форма для контрольных бетонных кубов // Бетон и железобетон. — 1976. — № 6. — С. 42—43.
3. Сизов В. П. О повышении качества форм для изготовления бетонных образцов // Гидротехническое строительство. — 1977. — № 9. — С. 50—51.
4. Цветков И. Л. Влияние качества форм на прочность контрольных образцов бетона // Промышленность строительных материалов Москвы. — 1984. — № 5. — С. 17—18.
5. Иванов А. П., Балашов Е. М. Приборы контроля линейно-угловых параметров лабораторных форм // Промышленность строительных материалов Москвы. — 1985. — № 4. — С. 22.
6. Рекомендации по определению неплоскостности и неперпендикулярности граней контрольных образцов бетона. — М.: НИИЖБ, 1978. — 44 с.

На ВДНХ СССР

УДК 624.154.9

Фундаменты из свай-колонн

НИИпромстроем разработаны фундаменты, представляющие собой две опоры из шести, восьми и десяти свай-колонн с двухрядным расположением, объединенных в пространственную систему металлическими связями и монолитным ростверком. Они предназначены под горизонтальные емкости объемом 200 м³ по ОСТ 26-02-1519-76 при расположении их на отметке +7,55 м. Сваи сечением 30×30 см отличаются от стандартных усиленным продольным армированием и наличием закладных деталей для устройства металлических связей стандартного профиля. Нагрузка на сваи-колонны передается через монолитные ростверки. Расчетная нагрузка на сваю для опор из шести свай-колонн составляет 280, из восьми — 200, из десяти — 160 кН. Жесткое сопряжение свай с ростверком осуществляется путем устройства выпусков арматуры и их последующей заделки в бетон. Емкость к опоре крепится анкерными болтами, заделанными в монолитном ростверке.

По сравнению с аналогом (плоской опорой в виде четырех свай-колонн сечением 40×40 см, длиной 15 см со связями) сметная стоимость предложенных фундаментов из свай-колонн на одну емкость снизилась на 1306 р., расход стали — на 1,52 кг, цемента марки 400 — на 3700 кг, приведенные затраты — на 1316 р., себестоимость — на 1210 р. Экономический эффект составил 1316 р.

Более подробные сведения можно получить в НИИпромстрое по адресу: 450064, Уфа, ул. Конституции, 3.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:539.4

А. А. КУДРЯВЦЕВ, канд. техн. наук, Е. Р. МУРЗАБЕКОВ, инж. (НИИЖБ)

Длительная прочность бетона на безобжиговом зольном гравии

Одним из путей применения зол тепловых электростанций для строительства является использование их в качестве заполнителя для бетона в виде безобжигового зольного гравия (БЗГ). Технология получения его разработана в МИСИ им. Куйбышева [1]. Для изготовления БЗГ применяют пылевидные золы, взятые непосредственно из циклонов или электрофильтров ТЭС.

Для получения опытной партии БЗГ на заводе зольного гравия Минэнерго СССР (г. Люберцы Московской обл.) применяли золу ТЭЦ сухого забора из зольных фильтров. Расход цемента для образования гранул составляет около 100 кг на 1 м³ готового заполнителя. Гравий крупностью 5...30 мм имеет насыпную плотность около 950 кг/м³, прочность в стандартном цилиндре 4,0...5,5 МПа, модуль упругости гранул 17000 МПа, прочность на растяжение 2,5...3,5 МПа.

На таком зольном гравии подобраны составы бетона классов *В*15...*В*30, при этом мелким заполнителем служил кварцевый песок, вяжущим — портландцемент активностью 400. Составы бетона приведены в табл. 1.

Испытания кубов и призм кратковременной нагрузкой свидетельствовали о том, что коэффициент призменной прочности бетона на БЗГ близок к таковому для тяжелого бетона (0,77). Для определения деформативных характеристик бетона и границы микротрещинообразования (по О. Я. Бергу) были испытаны призмы нескольких серий на центральное сжатие. Деформации бетона измеряли индикаторами и тензорезисторами, а границы трещинообразования — ультразвуковым прибором УКБ-1М.

В результате опытов установлено, что бетон на БЗГ имеет деформативность почти в 1,5 раза выше по сравнению с тяжелым бетоном. Граница образования микротрещин у бетона на БЗГ класса *В*20 находится на уровне $R_T^0 = 0{,}57\ R_b$, а граница микроразрушений — на уровне $R_T^v = 0{,}85\ R_b$. Эти значения параметрических точек выше, чем у тяжелого бетона такой же марки, в среднем на 15%, что говорит о хорошей совместной работе цементного камня и крупного заполнителя благодаря равенству модулей упругости растворной части и заполнителя и поглощения заполнителем воды при твердении бетона (процесс самовакуумирования).

Однако в отличие от других видов бетона, у бетона на БЗГ крупный заполнитель, состоящий из золы и цемента, имеет повышенную ползучесть и усадку. Вследствие этого при длительном действии нагрузки проявляется одновременно ползучесть цементного раствора и зольного гравия. В связи с этим возникает вопрос о предельных деформациях ползучести и длительной прочности бетона на таком заполнителе.

Таблица 1

Класс бетона	Расход материалов на 1 м³ бетона, кг: цемент*	БЗГ	песок	вода	Кубиковая прочность, МПа	$\gamma_{сух}$, кг/м³
*В*15	290	810	840	200	15,3/22	1935
*В*20	370	810	780	210	23,3/29	1980
*В*25	410	810	750	215	23,0/31,7	1985
*В*30	430	810	705	220	25,0/39,2	1990

* С учетом цемента на производство зольного гравия. Перед чертой — R_0, после черты — R_{28}.

Длительная прочность бетона на БЗГ изучалась экспериментально, а также теоретически на основе работы [2] с учетом опытных характеристик бетона R, E_b, C (табл. 2).

Ползучесть и длительную прочность определяли на призмах размерами 10×10×40 см, загруженных в пружинных установках. Для контроля усилия обжатия установки снабжены кольцевыми динамометрами. При снижении нагрузки вследствие ползучести бетона производили подгрузку образцов путем подкручивания верхних гаек, опирающихся на упорные роликовые подшипники.

Для определения длительной прочности были испытаны призмы 4 серий из бетона на БЗГ классов *В*15...*В*30 (составы бетона см. в табл. 1). Призмы загружали под напряжения, равные 0,7; 0,8; 0,9 R_b. Результаты испытаний показали, что образцы, нагруженные под напряжения 0,9 и 0,8 R_b, разрушались в ближайшие 1...3 мес, а образцы под напряжением 0,7 R_b не разрушались. Данные испытаний приведены на графике зависимости длительного сопротивления $\sigma_б/R_b$ от времени выдержки t по логарифмической шкале (рис. 1). На этом же графике нанесены значения длительного сопротивления тяжелого бетона по данным [3].

Теоретически длительная прочность бетона на БЗГ была определена для классов *В*15, *В*20, *В*25, *В*30 по формуле [2]:

$$\eta = \frac{R_g}{R_{b\,(28)}} = \frac{m\,R_b}{R_{b\,(28)}} \times \sqrt{\frac{E_{b\,(28)}}{E_b}\left(\frac{1}{1+E_b\,C}\right)}, \quad (1)$$

где $R_{b(28)}$, $E_{b(28)}$ — призменная прочность и модуль упругости бетона в момент загружения призм длительной нагрузкой; R_b, E_b — то же, через 2...3 года (без нагрузки), когда свойства бетона стабилизируются; C — удельные деформации ползучести; $m = R_b^* / R_b$ — отношение кратковременной прочности бетона с учетом предшествующего длительного загружения к кратковременной прочности бетона, загруженного впервые.

Характеристики бетона на БЗГ разных марок, входящие в формулу (1), приведены также в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что рост прочности бетона на БЗГ во времени зависит от содержания в нем цемента. При малых расходах цемента (200...230 кг/м³) рост призменной прочности

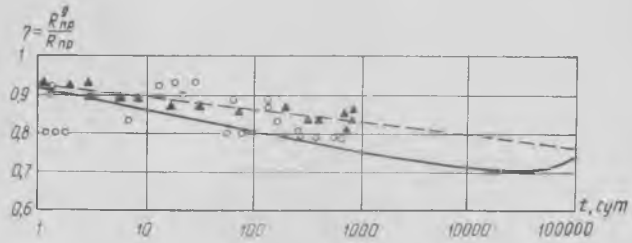


Рис. 1. Длительное сопротивление бетона сжатию
○ — бетон на БЗГ класса *В*25; ▲ — — — тяжелый бетон классов *В*25...*В*30 по данным Яшина А. В. [3]; ———— — теоретическая кривая для бетона на БЗГ класса *В* 25 по формуле (1)

Таблица 2

Класс бетона	R_b/E_b через 28 сут, МПа	R_b/E_b в возрасте 3 лет (без нагрузки), МПа	R_b^*, МПа	$m = \frac{R_b^*}{R_b}$	$C \cdot 10^5$	$\eta = \frac{R_g}{R_{b(28)}}$
*В*15	17,5/16 000	23/16 600	23	1,0	22	0,70
*В*20	22,1/18 000	28,6/18 000	31,7	1,11	1,	0,71
*В*25	24,0/19 000	27,0/17 500	29,5	1,09	11	0,74
*В*30	36,0/20 500	47,6/21 400	53,2	1,12	8,4	0,89

Примечание. Перед чертой — R_b, после черты — E_b.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

оказался значительным. Во всех случаях бетон, находившийся под длительной сжимающей нагрузкой $\sigma_b \leqslant 0{,}5\ R_b$, имел прирост прочности больше, чем без нагрузки. Этот прирост прочности R_b^* составил от 20 до 48% по сравнению с начальными значениями $R_{b(28)}$.

У бетона на БЗГ модуль упругости изменялся во времени незначительно. У нагруженных длительной нагрузкой образцов снижение модуля упругости не происходило.

На рис. 2 приведены кривые удельных деформаций ползучести $C = \varepsilon_{пл}/\sigma_б$ для бетона классов *В*15, *В*20, *В*25, *В*30 при обжатии 0,4 R_b (каждая кривая построена по двум образцам). Отмечается большое влияние на ползучесть содержания в бетоне цемента. Так, увеличение расхода цемента с 200 до 350 кг/м³ снизило удельные деформации ползучести в 2,6 раза. Это привело к увеличению длительной прочности бетона на 15%. По формуле (1) с учетом данных, приведенных в табл. 2, получены конечные значения $\eta = R_g/R_b$ для бетона на БЗГ классов *В*15, *В*20, *В*25 и *В*30. Они оказались соответственно равными 0,70; 0,71; 0,74; 0,86. Теоретическая кривая длительной прочности нанесена (см. рис. 1) для бетона класса *В*25, исходя из формулы (1). Приведенные результаты показывают на близкую сходимость опытных и теоретических данных, полученных по теории [2].

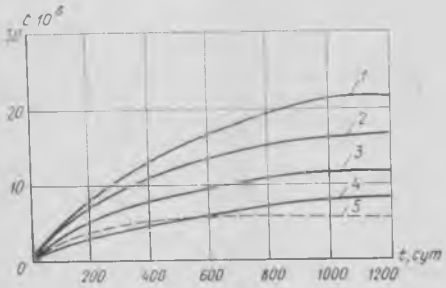


Рис. 2. Удельные деформации ползучести бетона

1 — бетон на БЗГ класса *В*15 расход цемента *Ц*=200 кг/м³; *2* — то же, *В*20, *Ц*=230 кг/м³; *3* — то же, *В*25, *Ц*=320 кг/м³; *4* — то же, *В*30, *Ц*=350 кг/м³; *5* — тяжелый бетон *В*25, *Ц*=300 кг/м³

Исходя из данных длительного сопротивления бетона на БЗГ и изменения его прочности во времени, для проектирования конструкций предлагается принимать следующие значения коэффициентов условий работы бетона на БЗГ: для класса В15 $\gamma_{b2} = 0{,}85$; для классов *В*25 и *В*30 — $\gamma_{b2} = 0{,}9$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баженов Ю. М., Гладких К. В. и др Безобжиговый зольный гравий — новый эффективный заполнитель для бетонов // Строительные материалы. — 1970. — № 8. — С. 17—19.
2. Зайцев Ю. В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. — М.: Стройиздат, 1982. — С. 120—130.
3. Яшин А. В. Деформации бетона под длительным воздействием высоких напряжений и его длительное сопротивление при сжатии // Особенности деформаций бетона и железобетона и использование ЭВМ для оценки их влияния на поведение конструкций. — М.: НИИЖБ, 1969. — С. 38—75.

УДК 620.193.47

И. Н. КАРЛИНА, канд. техн. наук, С. И. КОНДРАЦКАЯ, инж. (Ростовский ПромстройНИИпроект)

Коррозия бетона в растворах цитрата и гидроцитрата натрия

Комплексные натурные исследования зданий и сооружений предприятий медицинской промышленности выявили значительные коррозионные разрушения железобетонных и бетонных строительных конструкций под воздействием растворов цитрата и гидроцитрата натрия. Наиболее сильно были разрушены бетонные полы (30...40 % общей площади), плиты перекрытия (прокорродирован защитный слой — 20 %) и фундаменты под оборудование.

Растворы цитратов используют в производстве лекарственных препаратов в больших количествах. Полностью исключить контакт этих технологических растворов с элементами конструкций в настоящее время невозможно, но интенсивность проливов в некоторых случаях можно снизить.

В специальной литературе отсутствуют сведения об этих растворах, как агрессивной среде по отношению к бетону. Однако результаты натурных наблюдений и анализ физико-химических свойств этих солей и их растворов подтверждают их агрессивность по отношению к бетону. Механизм коррозии бетона в этом случае будет определяться химическим взаимодействием с составляющими цементного камня и свойствами новообразований.

Взаимодействие цитрата и гидроцитрата натрия с цементным камнем начинается с реакции между свободным гидроксидом кальция и этими растворами:

$$2Na_3C_6H_5O_7 \cdot 11H_2O + 3Ca(OH)_2 = Ca_3 \times (C_6H_5O_7)_2\downarrow + 6NaOH + 11H_2O \times$$
$$\times 2Na_2HC_6H_5O_7 + 3Ca(OH)_2 =$$
$$= Ca_3(C_6H_5O_7)_2\downarrow + 4NaOH + 2H_2O.$$

Данное предположение подтверждено результатами исследований как модельных систем, так и цементных материалов, прошедших коррозионные испытания в агрессивных средах. В модельных системах были выделены кристаллические новообразования и подвергнуты детальному физико-химическому анализу. Исследования продуктов реакции методами рентгенофазового, ИК-спектрального анализов показали в обоих случаях образование цитрата кальция. При этом его гигроскопичность составила 55 % равновесной влажности, удельная масса — 2,1 г/см³, пористость — 36 %, растворимость — 0,085 г в 100 г воды, объем образовавшегося цитрата кальция в 7 раз превысил объем вступившего во взаимодействие гидроксида кальция. Скорость реакции между гидроксидом кальция и гидроцитратом натрия превышает скорость реакции с цитратом натрия, о чем свидетельствовало изменение концентрации гидроксида кальция во времени. В первом случае равновесие в системе наступает через 0,5 ч при концентрации катионов кальция в пересчете на CaO 24 мг/л, при использовании цитрата натрия равновесие достигается через 1 ч при концентрации 20 мг/л по CaO.

Для получения реальных параметров, подтверждающих предполагаемый механизм коррозии, а также определения способов улучшения стойкости бетона испытывали бетонные и полимербетонные образцы, изготовленные по обычной лабораторной технологии, и полимерцементные образцы, изготовленные способом торкретирования. В качестве полимерных добавок, улучшающих свойства бетона, использовали комплексную добавку*.

Сравнительные испытания в растворах цитрата, гидроцитрата натрия и в воде показали, что наиболее быстро разрушались бетонные образцы при воздействии гидроцитрата натрия. Это согласовывается с данными, полученными при изучении модельных систем. Уже через 2 мес испытаний прочность на сжатие снизилась на 40...45 %, при воздействии цитрата натрия такая же потеря прочности образцов наблюдалась через 3,5 мес.

При визуальном наблюдении за состоянием образцов было отмечено изменение внешнего вида их поверхности (шелушение, оголение заполнителя, образование белого налета), уменьшение площади поперечного сечения на 25...30 %, разрушение их ребер. Рентгенофазовый анализ проб цементного камня, взятых послойно из образцов, подтвердил образование цитрата кальция и разрушение цементного камня.

Прочность полимербетонных образцов после 360 сут испытаний снизилась лишь на 18...20 %, а полимерцементных в этот же срок — на 8...10%.

---

* А. с. 1090672 СССР, МКИ³ С 04 Б 13/24. Комплексная добавка для торкрет-раствора / И. Н. Карлина, Л. Я. Машинский, М. Н. Приз (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1984. — № 17. — С. 77.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таким образом, интенсивное разрушение бетонных образцов в растворах цитрата и гидроцитрата натрия происходит не только вследствие химического взаимодействия этих растворов с цементным камнем по схеме II вида коррозии, но и вследствие физических процессов, связанных с накоплением в поровом пространстве гигроскопичных, пористых новообразований (что можно отнести к III виду коррозии, по классификации В. М. Москвина). Причем III вид коррозии здесь преобладает, о чем свидетельствует и характер разрушения образцов: появление трещин, разрушение ребер.

Установлено, что, улучшая свойства бетона с помощью полимерных добавок, можно повысить его коррозионную стойкость. Однако при постоянном контакте агрессивных сред с бетоном необходима поверхностная защита этих конструкций кислотостойкими материалами.

УДК 624.012.35:69.059.4

С. Н. АЛЕКСЕЕВ, д-р техн. наук, проф.,
А. М. ПОДВАЛЬНЫЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ);
В. Я. ФЛАКС, канд. техн. наук (Харьковский ПромстройНИИпроект);
Г. Л. КАЦ, канд. техн. наук (ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов)

Обеспечение долговечности узлов сопряжений сборных конструкций

Требования к защите закладных деталей от коррозии регламентируются СНиП 2.03.11—85. В соответствии с документом, в зависимости от агрессивности среды, местоположения стыка в системе здания, конструкции узла сопряжения и т. д. могут быть использованы различные способы обеспечения долговечности закладных деталей и связей — обетонирование, нанесение лакокрасочных покрытий, применение цинковых и алюминиевых покрытий, наносимых методом напыления, горячее цинкование. Для необетонируемых узлов сопряжений наиболее надежными являются покрытия цинковые и алюминиевые, а также комбинированные на их основе, применение которых проверено опытом в различных условиях. Использование высокостойких покрытий обусловлено тем, что многие узлы сопряжений после монтажа становятся недоступными для восстановления защитных покрытий и ремонта на весь срок службы здания.

Поскольку большинство закладных деталей в существующих конструкциях соединяются с помощью сварки, защита металлическими покрытиями является двухстадийной. Первоначально покрытие на закладные детали наносят на заводах железобетонных изделий, а затем на строительной площадке на сварных швах его восстанавливают построечной металлизацией или в некоторых случаях нанесением цинковых протекторных грунтов.

Такая технология заключает в себе определенное противоречие. Нанесенное на закладную деталь на заводе железобетонных изделий покрытие повреждается при сварке. Для деталей малых размеров поврежденная часть может составить значительную долю их общей поверхности. Восстановление покрытия производится в условиях монтажа, когда его качество трудно и обеспечить, и проконтролировать. Внедрение металлических покрытий на ряде предприятий до сих пор наталкивается на объективные трудности — это ограниченность производственных площадей, дефицит специального оборудования и материалов для покрытий, отсутствие квалифицированных кадров, неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда при нанесении покрытий из цветных металлов.

В такой ситуации проектные организации должны стремиться сводить к рациональному минимуму объем антикоррозионной защиты закладных деталей металлическими покрытиями. Прежде всего, это должно достигаться за счет принятия рациональных решений узлов сопряжений. Но зачастую проектировщики без необходимых оснований назначают металлические покрытия практически для всех закладных деталей, тем самым предопределяя двухстадийную защиту со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Выбор способов обеспечения долговечности стальных закладных деталей и соединений должен основываться на комплексном и системном анализе работы узла сопряжения в зданиях или сооружениях. Необходимо провести анализ конструктивной роли стальных связей в системе здания, проверить, а при новом проектировании — обеспечить возможность восстановления защитного покрытия в период эксплуатации, изучить конкретные коррозионные условия, в которых работают элементы узла сопряжений.

Эти три характеристики: степень ответственности связи, пригодность к ремонту и опасность коррозионного износа за эксплуатационный срок [1] — определяют выбор способа защиты. Анализ с учетом всех факторов должна проводить именно проектная организация. СНиП 2.03.11—85 как нормативный документ содержит принципиальные решения, в нем не могут быть предусмотрены все многочисленные сочетания конкретных условий, влияющих на выбор защиты и встречающихся при проектировании и строительстве [2]. Комплексный подход к выбору методов защиты закладных деталей и связей проиллюстрируем на примере каркаса массовой серии ИИ-04 для гражданских и (по индивидуальным проектам), отчасти, жилых зданий. При принятии решения о назначении антикоррозионной защиты стальных узлов сопряжений железобетонных элементов серии ИИ-04 и новой серии 1.020-1/83 с аналогичной конструкцией стыков и узлов сопряжений учитывались следующие основные факторы:

степень агрессивности среды внутри помещений — неагрессивная ($\varphi \leqslant 60\%$) либо слабоагрессивная (φ от 61 до 75%);

климатическая зона влажности района строительства — влажная, нормальная (средняя полоса СССР) и сухая (район Средней Азии и ему подобные);

этажность здания — до 5, от 6 до 12, свыше 12 этажей;

прогнозируемая долговечность здания (в годах) — до 25, от 26 до 50, от 51 до 75, свыше 75;

пригодность покрытия к ремонту, т. е. возможность его восстановления при эксплуатации на лицевой стороне детали;

положение узла сопряжения в конструкции здания — в стыке ограждающих конструкций либо внутри помещения;

конструктивные особенности узла сопряжения — его роль в системе здания, изменение функций после окончания монтажа, оценка последствий лимитированного коррозионного износа;

специфика геологических условий района строительства — сейсмика, подрабатываемые территории, просадочные грунты.

В качестве методов обеспечения долговечности антикоррозионной защиты рассматривали обетонирование, нанесение металлического покрытия на всю защищаемую поверхность детали, нанесение металлизационного цинкового или алюминиевого покрытия на тыльную сторону детали и лакокрасочного или смазочного — на лицевую сторону после монтажа конструкции. Также рассматривали нанесение протекторных грунтов на жидкостекольной и лакокрасочной основе, использование ингибированных пленкообразующих и смазочных материалов и нанесение лакокрасочных покрытий. Оценивалась целесообразность увеличения сечения закладных деталей и анализиро-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

валась возможность исключения антикоррозионной защиты.

При выборе методов защиты должны быть дополнительно учтены результаты обследования состояния закладных деталей в зданиях аналогичной конструкции, в частности в данном климатическом районе, достигнутый технический уровень и качество строительства.

Выбор методов обеспечения долговечности с учетом указанных выше факторов не удается полностью формализовать, поэтому важное значение приобретает экспертная оценка, прогноз коррозионно-механического поведения элементов узла сопряжения. Они должны быть выработаны при совместном обсуждении проблемы конструкторами, специалистами по коррозии, строителями.

Здесь необходимо отметить два момента, которые в ряде случаев затрудняют принятие рациональных решений: неопределенность нормативного срока службы здания и отсутствие нормативных разрешений на проектирование стальных элементов, соединений с «припуском на коррозию».

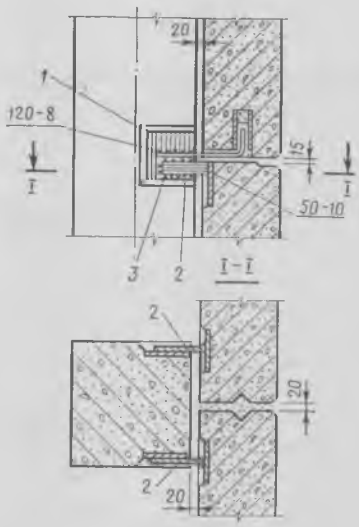
Лакокрасочные, смазочные и другие покрытия характеризуются определенной продолжительностью защитного действия, после чего начинается коррозия стали и постепенное уменьшение сечения элементов узла сопряжения. Характеристики этих процессов должны быть сопоставлены с долговечностью (сроком службы) возводимого здания или его элементов. Однако нормативные документы, которые регламентировали бы срок службы здания, отсутствуют.

Особая ответственность при проектировании таких капитальных объектов, как жилые и гражданские здания и сооружения, заставляет предполагать срок их службы максимально большим (100 лет) и проектировать наиболее надежные, а следовательно, дорогие и сложные средства антикоррозионной защиты. При этом может оказаться, что элементы конструкций или сами конструкции окажутся неравнодолговечными, а расход на максимально долговременную защиту — нерациональным. Проблемы, возникающие при выборе защиты закладных деталей, являются частным случаем рассмотренной ситуации. Поэтому разработка нормативного документа, регламентирующего срок службы проектируемого здания или сооружения, представляется насущной и актуальной задачей.

В отдельных случаях оптимальное решение может быть найдено путем использования «припуска на коррозию» для компенсации лимитированного и, как правило, равномерного коррозионного износа. Нормативные документы такой возможности не допускают. Однако большинство материалов, используемых в строительстве, в агрессивной среде подвержены старению — снижению прочности, плотности, уменьшению упругости и т. п., а также коррозионному износу. Применяемые средства антикоррозионной защиты существенно задерживают процессы старения и износа, но, как правило, не устраняют их полностью.

Нормативные документы прямо не учитывают старение материалов, но косвенно оно учитывается путем назначения коэффициентов условий работы меньше единицы. И «припуск на коррозию», и введение коэффициентов условий работы приводит к снижению начальных напряжений в конструктивном элементе.

Таким образом, принципиальные основания, препятствующие введению «припуска на коррозию», по нашему мнению, отсутствуют. Расход металла для изготовления закладных деталей относительно невелик. Увеличение сечения может оказаться, к тому же, необходимым не для всего узла сопряжения, а лишь для тех его элементов, которые наиболее нагружены или коррозионный износ которых наиболее опасен.



Монтажные узлы и детали панельных стен серии ИИ-04

1 — ММН-3; *2* — ММН-4; *3* — обварить по контуру $h=8$ м

Так, в стыке панелей наружных стен серии ИИ-04, где опасность коррозионного износа наиболее велика, находится только Г-образный стержень из арматурной стали диаметром 8 мм, с помощью которого осуществляется крепление нижней части панели (см. рисунок). Вместо нанесения на отдельные штыри, например, металлизационного покрытия, при котором значительная часть распыляемого цинка или алюминия идет в отходы, представляется целесообразным увеличить сечение стержня до 10...12 мм в зависимости от района строительства, прогнозируемой долговечности здания и т. д.

Другие элементы крепления панелей наружных стен не входят в стык между панелями и находятся внутри отапливаемого помещения с нормальным влажностным режимом. По окончании монтажных работ эти элементы и сварные швы после соответствующей очистки и подготовки поверхности частично заделываются цементно-песчаным раствором, а частично могут быть защищены от коррозии протекторными грунтами или другими лакокрасочными покрытиями.

Для защиты от коррозии можно также использовать ингибированные консистентные смазки, ПИНСы — пленкообразующие ингибированные нефтяные составы [3], гарантийные сроки защиты металла которыми в рассматриваемых условиях оцениваются в 20 лет. Принципиальная доступность рассматриваемых элементов креплений для восстановления защиты делает оправданным использование систем защиты, рассчитываемых на весьма длительный, но не на весь срок службы сооружения.

Для конструкций зданий серии ИИ-04 (1.020-1/83) разработан алгоритм выбора способа обеспечения долговечности узлов сопряжений в зависимости от указанных выше основных факторов, который позволяет существенно уменьшить объем предусматривавшейся ранее антикоррозионной защиты с помощью металлических покрытий.

Проведенный ранее НИИЖБ и ЦНИИЭПЖилища анализ работы узлов сопряжений в жилых домах серий 121 и 90 дал возможность получить аналогичный результат, который затем был использован в крупнопанельных зданиях типа «Арктика» Индустройпроекта. МНИИТЭП, НИИЖБ и НИИМосстроем была дифференцирована и рационализирована антикоррозионная защита узлов сопряжений в жилых домах, возводимых в Москве. В настоящее время НИИЖБ, Нижневолжское отделение КТБ НИИЖБ и КБ по железобетону Госстроя РСФСР им. А. А. Якушева в экспериментальном порядке проводят работу по рационализации защиты узлов сопряжений в домах высотой до пяти этажей серии 135 и 25.

Таким образом, имеются значительные резервы совершенствования, рационализации и дифференциации антикоррозионной защиты узлов сопряжений железобетонных конструкций, являющейся одной из наиболее актуальных проблем сборного строительства.

Выводы

Совершенствование системы антикоррозионной защиты стальных узлов сопряжений сборных железобетонных конструкций, главной целью которой является уменьшение объема защиты с помощью металлических покрытий при обеспечении долговечности зданий и сооружений, должно в первую очередь осуществляться на стадии принятия основных проектных решений конструкций стыков и элементов узлов креплений.

Оптимальные решения по защите вновь проектируемых, возводимых по существующим проектам и реконструируемых зданий и сооружений должны основываться на системном учете основных факторов, определяющих роль закладных деталей и связей в здании, возможность ремонта узла крепления и восстановления защиты и коррозионный износ элементов узла сопряжения в конкретных условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Флакс В. Я., Подвальный А. М. Антикоррозионная защита стальных соединений в сборном железобетоне // Бетон и железобетон. — 1983. — № 8. — С. 14—16.
2. Подвальный А. М., Флакс В. Я. Защита стальных связей сборных железобетонных конструкций от коррозии // Промышленное строительство. — 1978. — № 8. — С. 17—19.
3. Богданова Т. И., Шехтер Ю. Н. Ингибированные нефтяные составы для защиты от коррозии. — М.: Химия, 1984. — 247 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.075.23.012.45

Н. Н. ПОПОВ, д-р техн. наук, проф., Н. Н. ТРЕКИН, инж. (МИСИ); Н. Г. МАТКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Влияние косвенного армирования на деформативность бетона

Одно из направлений развития современных методов расчета железобетонных конструкций основывается на использовании диаграмм σ—ε бетона и арматуры. Такой подход более полно учитывает основные закономерности работы материалов, позволяет получать информацию о напряженно-деформированном состоянии сечений на всех стадиях работы конструкции, оценить их несущую способность и деформативность. Однако установление зависимости $\sigma=f(\varepsilon)$ для бетона связано с трудностями, обусловленными многочисленностью факторов, влияющих на процесс деформирования (состав бетона, режим нагружения, вид напряженного состояния).

Имеется много предложений по аналитическому описанию полной диаграммы деформирования бетона при центральном сжатии, основанных на экспериментальных данных и учитывающих факторы, влияющие на одноосное напряженное состояние. Между тем, в реальных конструкциях всегда отмечается сложное напряженное состояние, а наличие продольной и поперечной арматуры существенно влияет на характер диаграмм деформирования бетона, что необходимо учитывать в расчетах.

В литературе неоднократно освещалось влияние косвенного армирования на увеличение предельных деформаций бетона [1, 2]. Благодаря этому стало возможным применять в качестве продольной арматуры высокопрочные стали. Исследования, проводившиеся на сжатых элементах при статическом загружении, касались в основном предельных стадий работы конструкции. Полные диаграммы деформирования бетона в условиях стеснения поперечных деформаций при статическом и тем более динамическом режимах нагружения специально не исследовали.

В МИСИ совместно с НИИЖБ с целью изучения возможности применения высокопрочной продольной арматуры в центрально сжатых элементах при кратковременных динамических нагрузках исследовали призмы с косвенным армированием, позволившие получить данные о полных диаграммах деформирования таких элементов при статическом и высокоскоростном нагружениях.

При этом испытали шесть серий призм размером 20×20×80 см, армированных продольной арматурой из стали класса Ат-VI и поперечной, в виде сварных сеток из арматурной стали класса А-III. Каждая серия опытных образцов отличалась процентом продольного и поперечного армирования и призменной прочностью бетона. Характеристики призм представлены в таблице.

Испытания на статическую нагрузку проводили в специально сконструированной установке, обеспечивающей возможность поддержания постоянной скорости деформирования и получения ниспадающего участка диаграммы сжатия. В исследованиях принята стандартная методика, при которой нагрузку прикладывали ступенями по (0,01...0,1) N_R, с выдерживанием на каждом этапе по пять минут. В процессе испытания замеряли деформации бетона, продольной и поперечной арматуры при помощи тензорезисторов с базой 20 и 50 мм. Кроме этого, продольные укорочения всей призмы фиксировали индикаторами часового типа по всем четырем граням.

Полные диаграммы сжатия σ—ε представлены на рис. 1. Из рассмотрения опытных диаграмм следует, что с увеличением поперечного армирования при постоянном продольном ($\mu_s=1{,}6\%$) деформации, соответствующие максимуму несущей способности элемента, возросли в три раза и достигли 1,5% для образцов с косвенным армированием $\mu_{xy}=5{,}4\%$.

Анализ деформирования показал, что сетки поперечного армирования влияют на работу призм при сжатии не с момента приложения нагрузки, а с уровня напряжений $(0{,}4...0{,}6)R_{b,red}$. Эта стадия относится к началу образования микротрещин в бетоне и интенсивному приросту поперечных деформаций. Чем мощнее косвенное армирование, тем в большей степени оно препятствует росту поперечных деформаций бетона, сдерживая процесс разрушения.

№ серии	Марка образца	Продольное армирование	μ_{xy}	R_b, МПа	$N_R^{оп}$, кН	$N_R^{т}$, кН	$\frac{N_R^{оп}-N_R^{т}}{N_R^{оп}}\times 100\%$
I	Пк-1с	8Ø12	0,054	22,3	2500	2420	3,2
	Пк-2д	Ат-IV		31,2	3580	3380	5,0
II	Пк-1с	4Ø12	0,054	22,3	1940	1850	4,0
	Пк-2с	Ат-VI		29,3	2280	2140	6,1
	Пк-3д			31,2	3070	2860	7,0
	Пк-4д			23,2	2030	2370	—11,0
III	Пк-1с	4Ø12	0,031	22,3	1740	1680	3,4
	Пк-2с	Ат-VI		29,3	1960	1960	0,0
	Пк-3д			31,2	2580	2650	—2,7
	Пк-4д			23,2	2050	2250	—9,7
IV	Пк-1с	4Ø12	0,020	29,3	1820	1820	0,0
	Пк-2с	Ат-VI		29,3	1700	1820	—7,0
	Пк-3д			23,2	2050	2030	0,9
	Пк-4д			23,2	1796	2010	—12,3
V	Пк-1с	—	0,054	29,3	1650	1650	0,0
	Пк-2д			31,2	2390	2400	—0,4
VI	Пк-1с	4Ø12	0,054	51,3	3210	3020	5,9
	Пк-2д	Ат-VI		59,3	4090	4410	—7,8
	Пк-3д			47,0	3240	3740	—15,0

Наличие продольной высокопрочной арматуры повышает предельные деформации образцов. В призмах с косвенным армированием ($\mu_{xy}=5{,}4\%$) с увеличением продольного армирования с 0 до 3,3% предельные деформации, соответствующие максимальной нагрузке, возросли на 50% (рис. 2).

Эффективность использования продольной высокопрочной арматуры обеспечивается частотой расположения поперечных сеток, повышающих устойчивость стержней, в них достигаются значительные напряжения сжатия. В образцах с шагом поперечных сеток $5d$ (d — диаметр продольной арматуры) продольная арматура деформировалась без выпучивания до $\sigma_{sc}=1100$ МПа.

Динамические испытания призм проводили на копровой установке, где нагрузку создавали падающим грузом весом 10 кН, высоту падения подбирали из расчета, чтобы довести образец до разрушения одним ударом. Скорость развития продольных деформаций достигла $\varepsilon=5$ с$^{-1}$, процесс нагружения длился 6...9 мс. Вся необходимая информация о деформировании призм и действующего внешнего воздействия записывалась автоматически на магнитную ленту магнитографами Н046.

Диаграммы деформирования бетона, полученные по результатам динамических испытаний, показаны на рис. 1. Сравнивая экспериментальные графики при статическом и динамическом нагружениях, можно отметить их близкий характер по очертанию. Однако предельные деформации бетона, соответствующие максимальной нагрузке, при динамическом нагружении оказались ниже статических на 10...15%. В опытах наблюдалось повышение несущей способности образцов. При скоростях деформирования, создаваемых в данных испытаниях, прочность бетона ядра сечения возросла на 40%, а предел текучести стержней поперечных сеток увеличился на 13%. Характеристики продольной высокопрочной арматуры остались практически без изменения.

На основании сравнительного анализа статических и динамических испытаний для расчета прочности образцов при динамическом нагружении применили методику, предложенную в Рекомендациях [3] с учетом изменения свойств матери-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

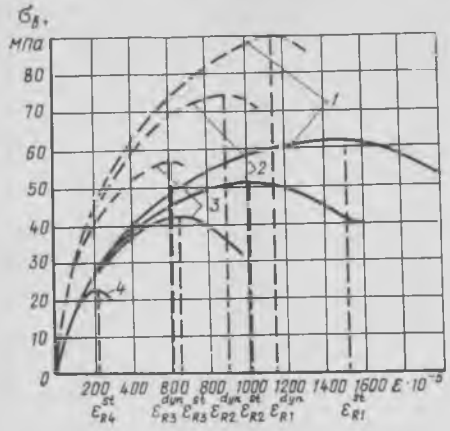


Рис. 1. Опытные диаграммы сжатия бетона при статическом и динамическом (— — — —) нагружениях для призм с одинаковым продольным армированием (4 Ø 12 Ат-VI) при различных процентах косвенного армирования

1 — μ_{xy}^{I} =5,4%; *2* — μ_{xy}^{II} =3%; *3* — μ_{xy}^{III} = =2%; *4* — μ_{xy}^{IV} =0

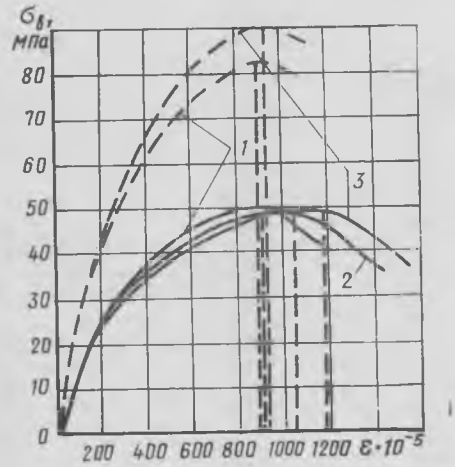


Рис. 2. Опытные диаграммы сжатия бетона при статическом (———) и динамическом (— — — —) нагружениях для образцов с процентом косвенного армирования μ_{xy} =5,4% и различном продольном

1 — μ_s^{I} =0; *2* — μ_s^{II} =1,6%; *3* — μ_s^{III} =3,3%

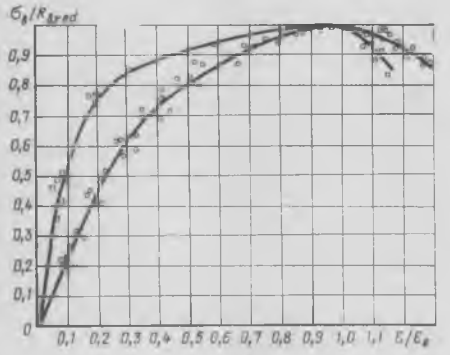


Рис. 3. Обобщенная диаграмма сжатия бетона, армированного поперечными сетками при статическом (○) и динамическом (□) нагружениях

алов при высоких скоростях деформирования. Приведенную призменную прочность бетона $R_{b,red}$ определяли по формуле

$$R_{b,red}^{d} = R_b K_{d,b} + \mu_{xy} \varphi^{d} = R_{s,xy} K_{d,s}, \qquad (1)$$

где $K_{d,b}$, $K_{d,s}$ — коэффициенты динамического упрочнения бетона и арматуры стержней поперечных сеток; φ^{d} — коэффициент эффективности косвенного армирования, устанавливаемый с учетом динамического упрочнения бетона и арматуры.

Результаты расчета несущей способности опытных образцов и экспериментальные данные приведены в таблице.

Для использования опытных диаграмм в расчетах необходимо установить общую их закономерность, учитывающую влияние продольного и косвенного армирования. С этой целью по результатам испытания призм построена диаграмма в относительных величинах зависимости $\sigma_b/R_{b,red}$ — $\varepsilon/\varepsilon_r$ (рис. 3). Из рис. 3 видно, что при одинаковом режиме нагружения опытные данные образцы с различным содержанием продольной и поперечной арматуры достаточно близко располагаются на кривой $\sigma_b = R_{b,red} f(\varepsilon/\varepsilon_r)$. При динамическом нагружении опытные значения оказываются выше статических, что объясняется упрочнением бетона и арматуры. На нисходящем участке деформирования при динамическом нагружении снижение напряжений происходит интенсивнее, чем при статическом. Полученную опытную зависимость можно апроксимировать с достаточной точностью многочленом, предложенным для описания диаграммы деформирования неармированного бетона [4]

$$\sigma_b = R_{b,red}\left[a_1 \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} + a_2\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^2 + a_3 \times \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^3 + \ldots + a_n\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^n\right], \qquad (2)$$

где a_n — коэффициенты многочлена, определяемые из начальных условий [4, 5]; ε_R — продольные относительные деформации, соответствующие максимуму несущей способности: для косвенно-армированных элементов

$$\varepsilon_R = (2{,}4 + 14\, K_s \psi)\ 10^{-3}\ [2],$$

здесь K_s — коэффициент, учитывающий влияние продольного армирования на деформативность бетона;

$$\psi = \frac{\mu_{xy} R_{s,xy}}{R_b + 10}.$$

Расчетами установлено, что для описания кривых на рис. 3 в выражении (2) достаточно учитывать три члена ряда. Используя начальные условия [4, 5], для образцов, выполненных из бетона класса В30, выражение (2) примет вид

$$\sigma_b = R_{b,red}\left[2{,}5\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} - 2\left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^2 + 0{,}5 \times \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}\right)^3\right]. \qquad (3)$$

Выводы

Получены полные диаграммы сжатия бетона, армированного сварными поперечными сетками и продольной высокопрочной арматурой при статическом нагружении. Установлен характер влияния армирования и режима нагружения на деформирование бетона.

По результатам исследований предложена методика расчета прочности и деформативности колонн с косвенным армированием и продольной высокопрочной арматурой при динамическом воздействии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев А. П., Матков Н. Г., Филиппов Б. Н. Прочность и деформативность сжатых элементов с косвенным армированием // Бетон и железобетон. — 1973. — № 4. — С. 101—111.
2. Чистяков Е. А., Бакиров К. К. Прочность и деформации сжатых элементов с косвенным армированием // Новое о прочности железобетона. — М.: Стройиздат, 1977. — С. 47—60.
3. Рекомендации по проектированию железобетонных колонн, армированных высокопрочными продольными стержнями и поперечными сварными сетками. — М.: НИИЖБ, 1979. — 16 с.
4. Байков В. Н., Горбатов С. В., Димитров З. А. Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона по системе нормируемых показателей // Изв. вузов. Сер. Строительство и архитектура. — 1977. — № 6. — С. 15—18.
5. Гуща Ю. П., Лемыш Л. Л. Расчет деформаций конструкции при кратковременном и длительном нагружениях // Бетон и железобетон. — 1985. — № 1. — С. 13—16.

На ВДНХ СССР

УДК 69.025.331.5

Комплекс механизмов для устройства бетонных полов

На ВДНХ СССР представлен разработанный СКБ Строймеханизация комплекс механизмов «Вакуум-2», который обеспечивает разравнивание, уплотнение, вакуумную обработку и отделку поверхностей из тяжелых бетонов толщиной до 300 мм. При необходимости полы можно армировать.

Комплекс состоит из вибробалки, вакуум-агрегата с отсасывающим матом, отделочных машин ОМ-700, пульта управления и размещается в транспортном контейнере.

Метод вакуумирования позволяет применять более пластичные удобоукладываемые бетоны, ускорить сроки твердения, повысить качество бетонных поверхностей (несущую способность, износоустойчивость, трещиностойкость, водонепроницаемость).

В отличие от известных отечественных вакуум-агрегатов, в данном комплексе применяется водокольцевой вакуум-насос, который обеспечивает слив воды и вдвое уменьшает габаритные размеры и массу вакуум-агрегата.

Производительность комплекса составляет 60 м²/ч. Годовой экономический эффект от внедрения комплекса — 7980 р.

«Вакуум-2» изготовляет Ульяновский завод по ремонту строительных и дорожных машин (432019, г. Ульяновск, Московское шоссе, 20).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК [693.542+693.546].006

И. Н. НАГОРНЯК, инж. (Госстрой СССР); К. М. КОРОЛЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ); В. Г. ДОВЖИК, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон); В. А. ДОРФ, канд. техн. наук (Оргэнергострой)

Новый стандарт на бетонные смеси

Госстроем СССР утвержден ГОСТ 7473—85 «Смеси бетонные. Технические условия» взамен ГОСТ 7473—76.

За прошедший десятилетний период в технологии и оборудовании для приготовления и транспортирования бетонных смесей произошли определенные изменения. Более широко начали применять химические добавки, в том числе пластификаторы и суперпластификаторы, ускорители или замедлители твердения, комплексные добавки и т. д. Машиностроительной промышленностью освоены новые машины и оборудование, в том числе: стационарные бетоносмесители вместимостью 750, 1500 и 3000 л, автобетоносмесители, автобетононасосы и др. Пересмотрены типовые проекты на бетоносмесительные цехи, склады заполнителей и цемента. Вышли в свет новые и пересмотрены существующие нормативные документы. Шире стали применять сухие смеси, в связи с чем в новом стандарте допускается поставка строительных смесей как в готовом к употреблению виде, так и в виде сухих смесей, для которых установлено ограничение по влажности, равное 0,2%.

Для улучшения четкости изложения и обеспечения ссылок в других нормативных документах в стандарте введено понятие марок смесей по удобоукладываемости (см. таблицу). Интервал подвижностей и жесткостей смесей соответствует принятым в типовых нормах расхода цемента (СНиП 5.01.23—83) и соответствует требованиям ИСО.

В стандарте впервые регламентированы допустимые значения расслаиваемости смеси при транспортировании и выдерживании, равные не более 5% для тяжелых бетонных смесей и не более 10% — для легких.

Для повышения экономичности составов установлено обязательное применение химических добавок для отдельных марок смесей по удобоукладываемости. Так, для сборных конструкций из тяжелых бетонов подвижные смеси марок П3 и П4 необходимо приготовлять только с обязательным введением пластификаторов. Для монолитных конструкций, где типовыми нормами расхода цемента регламентировано введение 0,2% СДБ, смеси марки П4 следует выпускать с повышенным содержанием обычных пластифицирующих добавок или с добавкой суперпластификатора.

В конструкциях из легких бетонов во избежание расслоения в смеси марок Ж1 и Ж2 необходимо вводить воздухововлекающие или другие структурообразующие добавки.

Стандарт регламентирует оптимальный порядок загрузки исходных материалов в работающие смесители цикличного действия. При приготовлении тяжелых бетонных смесей все компоненты нужно подавать одновременно. В легкие бетонные смеси с жидкими химическими добавками одновременно с цементом и заполнителями вводят 50...70% воды, смешивают в течение 30 с, а затем — рабочий раствор добавки одновременно с оставшейся частью воды. Это позволит исключить потерю добавки благодаря ее адсорбции пористыми заполнителями.

В смеси на горячем цементе во избежание его перерасхода первоначально вводят мелкий заполнитель, затем цемент, крупный заполнитель и воду затворения совместно с добавками.

Марка по удобоукладываемости	Нормы удобоукладываемости по	
	жесткости, с	подвижности, см
Ж4	31 и более	—
Ж3	21—30	—
Ж2	11—20	—
Ж1	5—10	—
П1	1—4	4 и менее
П2	—	5—9
П3	—	10—15
П4	—	16 и боллее

Примечание. Жесткость и подвижность смеси дана по ГОСТ 10181.1—81.

В зимнее время при изготовлении бетонных смесей первоначально подают заполнители, затем горячую воду с температурой не выше 70°С и цемент. Это повышает температуру готовой смеси при наименьшей потере ее подвижности.

В качестве основных агрегатов для приготовления бетонных смесей всех видов в стандарте приняты стационарные смесители принудительного действия. Допускается применение гравитационных смесителей для подвижных смесей всех марок и жестких смесей марки Ж1 для тяжелых бетонов, а также для легких бетонов классов не ниже В12,5 со средней плотностью 1600 кг/м³ и выше.

Для сухих бетонных смесей предусмотрены только стационарные смесители принудительного действия.

Новый стандарт регламентирует частоту контроля качества бетонной смеси и ее составляющих по широкой номенклатуре показателей не реже одного раза в смену. Такая же частота установлена для контроля влажности заполнителей, температуры бетонной смеси и ее пористости (для составов с нормируемым воздухововлечением). Плотность бетонной смеси в уплотненном состоянии и ее расслаиваемость контролируются не реже одного раза в сутки, а наибольшая крупность заполнителя — не реже одного раза в неделю. Нормы контроля прочности бетона увязаны с существующими стандартами.

В ранее действующем стандарте отсутствовали четкие правила определения количества поставляемой смеси, что зачастую приводило к конфликтным ситуациям между изготовителями и потребителями. Новый стандарт дополнен указанием о приемке смеси на месте укладки по объему. Объем смеси, определенный при погрузке, должен быть уменьшен на коэффициент ее уплотнения при транспортировании, который устанавливается по согласованию сторон.

Рекомендуется принимать следующие значения коэффициента уплотнения: 0,92...0,96 для смесей марок Ж4...Ж1; 0,94...0,98 — марок П1...П4. Количество сухой смеси определяют по массе.

ГОСТ дополнен обязательным прил. 3 — документом о качестве (паспортом), где приведены основные характеристики смеси и сведения об ее изготовителе.

Стандартом предусмотрены гарантийные обязательства изготовителя. Готовая к употреблению смесь должна соответствовать требованиям стандарта и потребителя при соблюдении условий транспортирования и хранения. Сухая бетонная смесь должна отвечать указанным требованиям в течение 6 мес со дня упаковки.

В новый стандарт введена индексация смеси при заказе, включающая сокращенное ее обозначение, степени готовности, класса или марки по прочности, марки по удобоукладываемости (жесткости, подвижности), морозостойкости, водонепроницаемости, средней плотности и обозначения настоящего стандарта.

Индекс состоит из прописных букв: БС — бетонная смесь, Г — готовая или С — сухая, Т — тяжелый или Л — легкий бетоны, класса или марки бетона по прочности (например, В 25 или М 300), марки по удобоукладываемости (например Ж1), марки по морозостойкости (например F 300), марки по водонепроницаемости (например $W4$) и средней плотности для легких бетонов (например $П_л$1500). В конце индекса обязательно указывается ГОСТ 7473—85.

Полный индекс готовой бетонной смеси для легкого бетона класса В 12,5, подвижностью 5...9 см, морозостойкостью 200 циклов, водонепроницаемостью 4 ати и средней плотности 1500 кг/м³ имеет вид: БСГЛ В 12,5 П2 F 200 W 4 $П_л$ 1500 ГОСТ 7473—85.

Введение индексации смеси позволит улучшить учет и контроль работы, в особенности на предприятиях, оснащенных АСУ.

ГОСТ 7473—85 вступает в действие с 1 января 1987 г.

Расчетная технико-экономическая эффективность от внедрения стандарта, связанная с повышением культуры производства, применением химических добавок, более совершенных машин и механизмов и средств автоматики, приводит в конечном счете к снижению материало. и трудоемкости на более чем 12 млн. р.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 624.012.45:620.194

М. Г. БУЛГАКОВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Новые нормы по защите строительных конструкций от коррозии

С 1 января 1986 г. введена в действие новая редакция норм по защите строительных конструкций от коррозии СНиП 2.03.11—85.

Пересмотр ранее действующего СНиП II-28-73 обусловлен накопленным за истекшие годы опытом эксплуатации строительных конструкций в условиях воздействия агрессивных сред, появлением новых теоретических проработок и экспериментальных данных, развивающих прежние положения по коррозионной стойкости и защите от коррозии строительных конструкций, необходимостью приведения норм в соответствие с утвержденными стандартами СЭВ.

Новый документ по структуре и содержанию в значительной степени отличается от действовавшего ранее. Он состоит из пяти разделов: «Общие положения» и четыре раздела по материалам строительных конструкций (бетонные и железобетонные, деревянные, каменные и асбестоцементные, металлические). Все разделы по конструкциям имеют единую схему расположения материала и содержат следующие подразделы: степень агрессивного воздействия сред, требования к материалам и конструкциям, защита от коррозии поверхностей конструкций.

В нормах значительно развиты разделы по защите от коррозии деревянных, каменных и асбестоцементных конструкций, впервые изложены особенности защиты железобетонных конструкций от электрокоррозии (взамен СН 65-76). В то же время из состава документа исключен, как самостоятельный, раздел по антикоррозионной защите конструкций сельскохозяйственных зданий и сооружений. Это связано с тем, что требования норм охватывают все вопросы защиты конструкций, в том числе и сельскохозяйственного назначения, а специфика защиты отражена, как и для других отраслей народного хозяйства, в соответствующих отраслевых документах, развивающих положения норм.

Специальные виды бетонов (полимербетоны и кислотостойкие) рассматриваются только как материалы для защиты поверхностей конструкций или их элементов от агрессивного воздействия среды.

При составлении документа в соответствии с действующими стандартами введены новые термины и определения. Так, вместо термина «плотность» применен термин «проницаемость». Ранее используемое понятие относительной влажности воздуха помещений заменено «влажным режимом помещений» (по СНиП II-3-79) и увязывает относительную влажность воздуха с температурой помещения. Это позволяет более правильно оценивать степень агрессивного воздействия среды.

С учетом стандарта СЭВ 1565—79 изменены буквенные обозначения: марка бетона по водонепроницаемости — *W*, по морозостойкости — *F*, группы агрессивных газов — *А*, *В*, *С*, *Д* и т. п.

Наибольший объем в документе занимает раздел 2 «Защита бетонных и железобетонных конструкций».

На основании исследований последних лет, в том числе зарубежных, и в соответствии со стандартом СЭВ 2440—80 внесены изменения в оценку степени агрессивного воздействия сред. Так, в группах агрессивных газов (прил. 1) несколько увеличен нижний допустимый предел концентрации углекислого газа и фтористого водорода, дополнительно введен в перечень газообразных сред аммиак.

Для агрессивного воздействия твердых сред впервые представлены данные по нормированию агрессивности грунтов в отношении к конструкциям, расположенным выше уровня грунтовых вод (табл. 4).

Эти показатели особенно необходимы при строительстве в районах с сухим и жарким климатом и засоленными грунтами.

Перестроены по форме и содержанию таблицы оценки агрессивного воздействия жидких неорганических сред по отношению к бетону железобетонных конструкций. В табл. 5 даны показатели агрессивности при коррозии I и II видов, а также физической коррозии III вида.

По I виду (коррозия выщелачивания) установлено, что среда может быть слабоагрессивной по отношению к бетону нормальной проницаемости (*W*4), при больших значениях водонепроницаемости бетона бикарбонатная щелочность не вызывает его коррозии.

По II виду коррозии на основе экспериментальных и расчетных данных несколько снижены показатели агрессивности по pH при низких значениях кислотности. Присутствие углекислоты оценивается самостоятельно по содержанию свободной углекислоты. Введены дополнительно ограничения по содержанию аммонийных солей.

В табл. 6 приведены показатели агрессивности при сульфатной коррозии бетона (III вида). В этой части норм имеются существенные изменения. Увеличены допустимые показатели агрессивности при сульфатной коррозии бетона в присутствии бикарбонатов, которые, как правило, содержатся в грунтовых водах наряду с сульфатами и снижают скорость коррозионных процессов. Учет этого фактора позволяет уменьшить потребность в сульфатостойких цементах и сократить объем антикоррозионных работ. Расширена область применения низкоалюминатных цементов, заменяющих сульфатостойкие цементы.

Расширена номенклатура агрессивных жидких органических сред (табл. 8), определяющих, зачастую, выбор защиты конструкций в химических и нефтехимических производствах.

Важным дополнением норм явилось введение в них данных по оценке агрессивного воздействия жидких неорганических сред по отношению к арматуре железобетонных конструкций. Это позволило более правильно назначать конструктивные требования к элементам конструкций, эксплуатирующимся при постоянном или периодическом контакте с жидкой агрессивной средой.

На основе анализа проведенных коррозионных испытаний различные виды арматурных сталей по признаку опасности разрушения при воздействии агрессивных сред подразделены на три группы, в соответствии с которыми определены условия их применения.

Учтено появление коррозионностойких термически упрочненных арматурных сталей, применение которых обеспечивает экономию за счет использования высокопрочных сталей в агрессивных средах.

Категория требований к трещиностойкости и предельно допустимая ширина непродолжительного раскрытия трещин железобетонных конструкций установлены в зависимости от степени агрессивного воздействия среды и группы арматурных сталей (табл. 9, 11). При этом введены положения, уточняющие нагрузки, при которых определяется ширина непродолжительного раскрытия трещин.

Следует отметить, что требования к трещиностойкости и предельно допустимой ширине раскрытия трещин увязаны со СНиП 2.03.01—84. Обеспечен более плавный переход по этим показателям от неагрессивных к агрессивным средам.

В подразделе «Защита от коррозии поверхностей конструкций» устанавливается необходимость применения вторичной защиты и определяется группа лакокрасочных покрытий — при эксплуатации конструкций в газообразных и твердых средах и мастичных, оклеечных или облицовочных — в жидких. Расширены и уточнены средства вторичной защиты наземных и подземных конструкций, в том числе свай.

Требования по защите наружных поверхностей подземных конструкций увязаны с их массивностью и степенью агрессивного воздействия жидкой среды, а защитные меры предложены в виде рекомендуемых вариантов (прил. 5). Предложены различные битумные, битумнополимерные композиции, асфальтовые мастики, полимерные покрытия, оклеечные рулонные материалы (в том числе ар-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мированные стеклотканью), полимеррастворы и т. д. Для защиты свай в сильноагрессивных средах рекомендуется пропитка стирольно-инденовыми смолами, полиизоцианатом К или пропластом.

Защита внутренних поверхностей конструкций от воздействия жидких сред приведена в прил. 4 на примере защиты емкостных сооружений эпоксидными компаундами, герметиками, активированным полиэтиленом, различными облицовочными материалами и т. п.

Следует иметь в виду, что предложенные решения могут быть развиты с использованием других защитных материалов, равноценных включенным в нормы.

В раздел «Бетонные и железобетонные конструкции» включены подразделы по защите конструкций специального назначения: «Полы», «Дымовые и газодымовые вентиляционные трубы», «Емкостные сооружения и трубопроводы». В них сжато сформулированы основные положения по защите от коррозии, выбору материалов и методам защиты. Впервые сформулированы требования необходимости электрохимической защиты подземных трубопроводов из железобетонных труб, расположенных в грунтах с агрессивными компонентами.

Подраздел «Особенности защиты железобетонных конструкций от электрокоррозии», созданный в результате переработки СН 65-76, распространяется на защиту от коррозии под действием блуждающих токов от установок постоянного тока железобетонных конструкций цехов электролиза, сооружений электрифицированного рельсового транспорта, протяженных конструкций (трубопроводов, коллекторов и т. п.), расположенных в поле блуждающих токов от постороннего источника, а также на защиту от коррозии током промышленной частоты железобетонных конструкций зданий, используемых в качестве элементов заземляющих устройств промышленных установок.

Предусмотренные СНиП 2.03.11—85 средства и способы первичной и вторичной защиты строительных конструкций (с учетом возможного возобновления последних) должны обеспечивать долговечность конструкций на весь период эксплуатации. Конструктивные решения и варианты защиты необходимо выбирать на основе оценки технико-экономической целесообразности их применения в конкретных условиях строительства с учетом максимального снижения материало-, трудоемкости и стоимости.

В 1986 г. заканчивается разработка пособия к СНиП по защите от коррозии железобетонных конструкций. В нем будут развиты отдельные положения норм, более подробно приведены варианты первичной и вторичной защиты конструкций и условия их взаимозаменяемости, даны конкретные примеры пользования по разделам и отдельным пунктам, приложены перечни коррозионно-стойких и защитных материалов со ссылками на ГОСТ и ТУ, а также с указанием их стоимости на момент издания Пособия.

В целом, применение при проектировании положений разработанного СНиП 2.03.11—85 позволит снизить расходы на защиту от коррозии конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, увеличить межремонтные сроки эксплуатации зданий и сооружений и получить тем самым ощутимый технико-экономический эффект в народном хозяйстве.

В порядке обсуждения

УДК 624.012.4.046.2:519.212

Г. Б. КУЛЬЧИЦКИЙ, канд. техн. наук (ЗапСибЗНИИЭП)

К вопросу оценки надежности изгибаемых железобетонных элементов

Известно, что надежность центрально-растянутых или сжатых железобетонных элементов полностью обеспечивается в первом случае арматурой, а во втором — бетоном. Что же касается изгибаемых железобетонных элементов, то, например, в работе [1] написано: «Надежность элементов, несущая способность которых зависит от прочности бетона и арматуры, оказывается значительно выше. Так, надежность изгибаемого железобетонного элемента, запроектированного по СНиП, может оказаться равной единице, а вероятность отказа — нулю». Так как полностью безотказных элементов в природе вообще не существует, приведенная выдержка противоречит положениям теории надежности систем [2], к которым относится и любой изгибаемый элемент, поскольку его нормальное функционирование обусловливается работой двух элементов — бетона и арматуры.

Вычислим вероятность отказа изгибаемого железобетонного элемента, для чего опишем структуру и особенности функционирования этой системы на языке алгебры событий [3]. Обозначим Э — событие, соответствующее отказу элемента; А — событие, соответствующее отказу арматуры; Б — то же, бетона. При вероятностной оценке событий А и Б необходимо четко установить характер их свойств, определяемый такими смысловыми понятиями, как совместность или несовместность, зависимость или независимость. От правильного решения зависит результат расчета вероятности события Э. Как известно из теории и экспериментальных исследований, разрушение сложнонапряженного железобетонного элемента происходит при последовательном разрушении бетона и арматуры (или наоборот). Следовательно, появление события Б обусловливает (но не исключает!) появление события А, или наоборот. Такие события в теории вероятностей [3] называются совместными. Очевидно также, что вероятность $P(А)$ события А зависит от исхода события Б, и наоборот. Такие события называются зависимыми [3]. Таким образом, появление события Э является результатом последовательного появления событий Б и А (или А и Б), но не обоих одновременно. Вероятность $P(Э)$ события Э, обусловленного реализацией двух совместных и зависимых событий А и Б, определяется, согласно [3], как дизъюнктивная сумма А+Б (или А, или Б, но не оба вместе) по формуле

$$P(Э) = P(А + Б) = P(А) + P(Б) - 2P(А \cap Б), \quad (1)$$

где $P(А)$ и $P(Б)$ — соответственно, безусловные вероятности событий А и Б; $P(А \cap Б)$ — вероятность пересечения этих событий.

Значение вероятности пересечения зависимых событий определяется по формуле

$$P(А \cap Б) = P(А)\, P(Б/А), \quad (2)$$

где $P(Б|А)$ — условная вероятность события Б при условии, что произошло А.

Значение $P(Б|А)$ не известно, хотя опираясь на эксперименты с некоторым приближением, достоверность которого отличается от истины незначительно, можно принять $P(Б|А) \approx P(Б)$. Можно, однако, воспользоваться и тем, что событие А (или Б) есть объединение $А \cup \bar{А}$ (или $Б \cup \bar{Б}$), где $\bar{А}$ (или $\bar{Б}$) — противоположное событие, дополняющее рассматриваемое до полной системы событий. Вероятность же полной системы событий удовлетворяет нормирующему условию [3]:

$$P(А \cup \bar{А}) = P(А) + P(\bar{А}) = 1 \quad (3)$$

В рассматриваемом случае $P(\bar{А})$ или $P(\bar{Б})$ — вероятности безотказной работы (надежности) арматуры и бетона, соответствующие обеспеченности их расчетных сопротивлений, численные значения которых известны [4]. Вероятность дизъюнктивной суммы событий А+Б при известных вероятностях противоположных событий А и Б можно определить по формуле [3]:

$$P(Э) = P(А + Б) = P(А)\, P(\bar{Б}) + P(Б)\, P(\bar{А}). \quad (4)$$

Согласно [4] $P(\bar{А}) = 0{,}9986$, $P(\bar{Б}) = 0{,}9857$ (для наиболее часто встречающейся на практике вариации прочности бетона $V_0 = 0{,}2$). Определяя по формуле (3) значения $P(А) = 1 - P(\bar{А})$ и $P(Б) = 1 - P(\bar{Б})$ и подставляя их в (4), найдем $P(Э) = 0{,}0014 \cdot 0{,}9857 + 0{,}0143 \cdot 0{,}9986 = 0{,}0156$, а по значению $P(Э)$ найдем вероятность безотказной работы (надежность) изгибаемого элемента $H(Э) = 1 - P(Э) = 0{,}9844$. Это значение ниже, чем надежность наименее надежного элемента системы — бетона, и не подтверждает приведенной в начале статьи выдержки из [1].

Интересно отметить, что в работе [4] при анализе зависимости относительного изгибающего момента от процента армирования было установлено, что «...прочность изгибаемого элемента зависит только от прочности бетона». Вывод согласуется с выполненным расчетом.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Из изложенного можно сделать вывод, что надежность ИЖБЭ обусловливается надежностью материала, имеющего более низкую обеспеченность расчетного сопротивления, и по величине не может быть выше ее. Этот вывод налагает более высокие требования к качеству бетонов в изгибаемых элементах, поскольку обеспеченность расчетных сопротивлений бетонов зависит от гораздо большего числа факторов и условий производства, чем только от вида арматурной стали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Краковский М. Б. Учет условий надежности при расчете железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. — 1983. — № 4. — С. 22—23.
2. Тимашев С. А. Надежность больших механических систем. — М.: Наука, 1982. — 184 с.
3. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М.: Радио и связь. — 1983. — 416 с.
4. Связь статистического контроля прочности бетона с надежностью железобетонных конструкций / А. А. Гвоздев, М. Б. Краковский, М. И. Бруссер и др. // Бетон и железобетон. — 1985. — № 3. — С. 37—38.

Основной вывод вышеприведенной статьи Г. Б. Кульчицкого состоит в том, что надежность изгибаемого железобетонного элемента должна быть ниже, чем надежность наименее надежного из материалов — бетона или арматуры. При этом автор предполагает, что отказ хотя бы одного из материалов вызывает отказ элемента. На самом деле отказ одного из материалов может и не вызвать отказа элемента.

Например, отказал бетон, т. е. его прочность оказалась ниже расчетного сопротивления. В этом случае при достаточно высокой прочности арматуры высота сжатой зоны бетона уменьшается, и действующий момент воспринимается при меньшем плече внутренней пары. Аналогично рассматривается и отказ арматуры, т. е. случай, когда ее прочность ниже расчетного сопротивления. При достаточно большой прочности бетона высота сжатой зоны увеличивается, и действующий момент может восприниматься при большем плече внутренней пары. Таким образом, недостаток прочности одного материала может быть в ряде случаев компенсирован повышенной прочностью другого. Надежность изгибаемого элемента оказывается не ниже надежности каждого из материалов.

Г. Б. Кульчицкий считает, что надежность элемента не может быть равна единице. В статье [1] под надежностью изгибаемого элемента условно понималась «вероятность того, что его несущая способность при фактических прочностях бетона и арматуры окажется выше, чем несущая способность M_0, определенная при задаваемых в СНиП расчетных значениях $R_{пр}$ и $R_а$». При таком определении надежность изгибаемого элемента может быть равна единице. Это происходит в том случае, когда распределение несущей способности элемента ограничено слева величиной M_1 и $M_0 \leqslant M_1$. Возникшее недоразумение связано, вероятно, с тем, что в [1] утверждение о том, что надежность изгибаемого элемента может быть равна единице, помещено в тексте раньше разъяснения того, что же понимается под надежностью элемента.

М. Б. КРАКОВСКИЙ, канд. техн. наук

На ВДНХ СССР

УДК 69.003:658.012.12

Опыт бережливых — достояние общее

Строительство является крупным потребителем материальных ресурсов. Поэтому при всевозрастающих объемах капитального строительства проблема экономии материально-технических ресурсов в отрасли приобретает большое народнохозяйственное значение.

На ВДНХ СССР широко демонстрировались материалы, освещающие передовой опыт коллективов строек и предприятий, которые приняли социалистические обязательства по экономии сырья и материалов и добились реализации намеченных программ.

Среди них коллектив Харьковского домостроительного комбината № 1, большая группа работников которого удостоена медалей выставки. Соревнование в этом коллективе развернуто под девизом «Пятилетку — без увеличения ресурсов!». На ДСК внедряются комплексные научно-технические программы «Бетон» и «Металл». Разработан широкий комплекс мероприятий по экономии ресурсов и материалов. Поиск резервов ведется по многим направлениям.

В настоящее время здесь действуют 40 полуавтоматических линий по изготовлению арматурных изделий. Благодаря комплексному решению вопросов снижения расхода металла и трудозатрат стоимость производства 1 т арматурных каркасов сокращена в несколько раз против проектной.

Отделом главного технолога разработан единый каталог унифицированных закладных деталей для всех пяти серий строящихся в Харькове зданий 18-ти различных модификаций. Это резко снизило расход металла. На комбинате своими силами смонтировали полуавтоматическую установку по переработке нестыкуемых отходов арматуры, которые прежде шли в металлолом. Средств затратили совсем немного, а выгоду получили солидную — из отходов за год вырабатывается 120 т закладных деталей.

Целенаправленная, интересная работа идет по экономии цемента. Главным здесь, как считают местные специалисты, является химизация технологии производства бетона. В зависимости от технологических требований на комбинате применяют различные группы химических добавок: пластифицирующие, воздухововлекающие, замедлители и ускорители схватывания и твердения бетона, противоморозные. Результат работы налицо: расход цемента на 1 м³ железобетона снизился с 426 кг в 1976 г. до 396 кг в настоящее время. Но и эти рубежи — не предел. Харьковчане изыскивают новые резервы.

Совсем недавно на ДСК-1 ввели в действие линию по изготовлению предварительно напряженных плит перекрытий. Она включает в себя установку по безотходному раскрою и стыковке стержней арматуры, за счет использования которой за год сберегается более 60 т металлопроката. И таких примеров экономии металла на предприятии немало.

В подходе бережливых не может быть мелочей. На иных предприятиях и в трестах слишком мало внимания уделяют организации современного складского хозяйства, нередко обходятся различными времянками и примитивными помещениями, лишенными средств механизации. А харьковчане этому участку работы, уделяют внимания ничуть не меньше, чем основному производству. В последнее время построено несколько полностью механизированных складов-силосов для приема цемента. Люди теперь здесь полностью избавлены от тяжелой и, подчас, вредной работы, а потери цемента на погрузочно-разгрузочных операциях ликвидированы полностью.

Все эти мероприятия позволили харьковским домостроителям отработать в 1985 г. на сэкономленном сырье и материалах два дня.

Среди инициаторов Всесоюзного социалистического соревнования строителей за достижение наивысших результатов по экономии и бережливости — коллектив треста № 35 Ижорстрой Главзапстроя Министерства строительства в северных и западных районах СССР.

Этот коллектив славен своими замечательными трудовыми традициями. Трест ведет строительство и реконструкцию объектов производственного объединения «Ижорский завод». Девиз ленинградских строителей — «Весь рост объемов производства — за счет технического прогресса, максимальной загрузки оборудования и экономии ресурсов».

В тресте большое значение придают поиску резервов на каждом участке строительного производства, все они без промедления приводятся в действие. Творческий подход к делу дает большой эффект. Так, если прежде арматурные изделия изготовляли в разных цехах, что приводило иногда к задержкам работ, перерасходу металла, то после тщательных расчетов было решено организовать централизованное изготовление арматуры, где все основные процессы механизированы. Только в 1985 г. это дало возможность сберечь около 300 т металла.

При сооружении крупных производственных объектов строителям приходится выполнять большие объемы работ по бетонированию фундаментов. В тресте Ижорстрой этот трудоемкий процесс механизирован. При укладке бетонной смеси здесь применяются автобетононасосы. Это практически исключило потери бетона и сократило трудозатраты на 1 тыс. м³ укладываемого бетона на 51 чел.-дн. Внедрен в тресте метод бетонирования фундаментов в вытрамбованных котлованах. Только при сооружении эстакады энергетических коммуникаций производственного объединения

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

«Ижорский завод» благодаря применению этого метода удалось сэкономить 4 т металла, 51 т цемента, 38 м³ лесоматериалов.

При выполнении бетонных работ большое значение имеет вид используемой опалубки, а также степень ее оборачиваемости в процессе производства. Не так давно на строящихся объектах в ходу была обычная деревянная опалубка, требующая большого количества пиломатериалов и затрат ручного труда. Ныне на многих объектах производственного объединения «Ижорский завод» строители треста № 35 стали применять универсальную металлическую опалубку. Она используется многие десятки раз и позволяет экономить большое количество материалов и времени. Особенно эффективной оказалась самонесущая комбинированная опалубка типа Главзапстрой. За счет ее применения на 1 тыс. м² поверхности экономится 1,52 м³ лесоматериалов, почти 1,5 т металла. Трудозатраты сокращаются на 81 чел.-дн.

В передовом тресте внедряются и другие достижения научно-технического прогресса, способствующие повышению темпов строительного производства и экономии материальных ресурсов.

Интересно сотрудничество Белоцерковского ДСК с учеными по изысканию путей экономии сырья и материалов. Так, совместно с ними заводчанами проведены результативные работы по снижению материалоемкости, а также улучшению теплофизических параметров конструкций домов. Это дало возможность не только снизить себестоимость выпускаемой продукции, повысить ее качество, но и значительно сократить расходы на последующую эксплуатацию жилья.

Ученые Днепропетровского инженерно-строительного института помогли производственникам автоматизировать подачу бетонной смеси на формовку изделий. Потери бетона сократились на 3...4%. Специалисты Московского конструкторско-технологического бюро Стройиндустрия Министерства строительства в южных районах СССР оказали белоцерковским домостроителям действенную помощь в разработке более производительного оборудования для процессов армирования панелей. Потери металла при этом сведены к минимуму.

Экономии материалов и ресурсов в немалой степени способствует и то, что на ДСК на общественных началах действует отдел технической информации, в котором активно работают 20 человек. Они изучают поступающую техническую информацию, литературу. Все, что может представлять интерес для предприятия, немедленно передается в бюро экспертизы. Пригодные для применения технические новшества включаются в график внедрения. Необходимые материалы на них передаются для использования в общественное конструкторское бюро.

Представленный на ВДНХ СССР опыт лучших строительных организаций по бережливости заслуживает самого пристального внимания. Его необходимо как можно скорее внедрять в практику, что будет способствовать успешному выполнению решений XXVII съезда КПСС.

Н. М. АЗАРКИН, инж.

Библиография

УДК 693.547.6

Книга о бетонных работах в сложных климатических условиях

Миронов С. А., Малинский Е. Н. **Основы технологии бетона в условиях сухого жаркого климата.** — М.: Стройиздат, 1985. — 316 с.

В последние два десятилетия специфике производства бетонных работ и качеству бетонных и железобетонных конструкций и сооружений в сухом жарком климате уделяется большое внимание. Это вызвано тем, что условия сухого жаркого климата весьма неблагоприятно влияют на технологию бетонных работ и свойства затвердевшего бетона.

Неучет влияния этого климата, особенно при производстве работ, приводит к резкому снижению качества конструкций и сооружений, а иногда и просто к их разрушению. Примеров подобного рода имеется достаточно много при строительстве различных объектов как в южных районах нашей страны, так и за рубежом.

В связи с этим весьма своевременным является издание рассматриваемой монографии видных советских специалистов. Она является практически первой работой, в которой обобщены новейшие научные исследования, практический опыт и приведены необходимые рекомендации для строителей.

Особенности технологии бетона в условиях сухого жаркого климата следует рассматривать как с точки зрения выбора материалов и составов бетона для конструкций и сооружений, эксплуатирующихся в районах с сухим жарким климатом, так и собственно технологии бетонных работ в жаркую погоду. Именно так и сгруппирован материал монографии. Вслед за изложением требований к материалам в главе I в последующих главах рассмотрены основные особенности технологии бетонных работ и поведения бетона в сухом жарком климате.

Изложение этих вопросов авторы монографии начали с проблемы обеспечения требуемой при укладке подвижности бетонной смеси в жаркую погоду. С этой проблемы и начинаются особенности технологии бетона в жаркую погоду, и от ее решения в значительной степени зависит качество бетона в конструкциях. На основе обследования заводов товарного бетона дается объективный анализ состояния этого вопроса. Показано пагубное последствие практики добавления воды в бетонную смесь на месте ее укладки. Авторы справедливо подчеркивают, что только с использованием пластифицирующих и других подобного рода добавок можно обеспечить требуемую при укладке подвижность бетонной смеси без обычного в этих условиях перерасхода цемента.

Следует отметить, что обеспечение требуемой подвижности бетонной смеси и ее качественная укладка в форму еще не гарантируют требуемых свойств бетона конструкции — сказывается негативное влияние жаркой и сухой погоды. Поэтому естественно, что авторы монографии, прежде чем рассматривать вопросы ухода за бетоном, останавливают внимание читателей на физических процессах, происходящих в свежеуложенном бетоне. В результате интересных экспериментальных работ авторы объяснили многие аспекты физики твердеющего бетона и четко выявили температурно-влажностные условия их возникновения. Весьма подробно описана так называемая «пластическая усадка» бетона, являющаяся одним из указанных выше физических процессов, происходящих в незатвердевшем бетоне при низкой влажности и высокой температуре окружающей среды. Глава, посвященная физическим процессам в свежеуложенном бетоне, является одной из основных, поскольку в ней авторы впервые как в отечественной, так и в зарубежной литературе, на основе собственных исследований дают полное и ясное объяснение физическим явлениям в твердеющем бетоне и их результату — нарушению структуры бетона.

Основываясь на результатах исследований, полученных при изучении физических процессов твердеющего бетона, авторы монографии ориентируют читателей на тщательный уход за уложенным бетоном в условиях сухого жаркого климата, особенно в начальный период его твердения. Важность этого периода подчеркивается введением понятия «начальный уход». Длительность последующего ухода за бетоном определяется также новым критерием «критической относительно влагопотерь прочностью бетона». Рассматривая основные способы ухода за бетоном, авторы книги при описании способов влажностного ухода справедливо отвергают способ периодического полива как вредный, рекомендуя вместо него постоянный влажностный режим твердения бетона. В качестве безвлажностных способов ухода за бетоном подробно рассмотрено применение пленкообразующих составов и готовых полимерных пленок. Особенно важным в этом разделе является описание гелиоформ и гелиопокрытий. В настоящее время применение эффективных методов гелиотехнологии получило большое признание, и жаль, что их описание сделано весьма кратко.

Естественным продолжением и обобщением вопросов по собственно технологии бетона является глава, посвященная твердению его в специфических ус-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ловиях сухого жаркого климата. В ней рассмотрены процессы гидратации цемента, его тепловыделение в бетоне и влияние температуры на твердение бетона. Следует отметить, что наряду с теоретическими вопросами здесь приведены важные практические рекомендации о необходимой величине отпускной прочности бетона в условиях сухого жаркого климата. На основании большого количества экспериментов и обобщения заводской практики авторы рекомендуют соответствующие величины отпускной прочности тяжелого и легкого бетонов.

Вопрос долговечности бетона в сухом жарком климате до настоящего времени является «белым пятном» в технологии бетона. В рецензируемой монографии ее авторами четко и ясно изложены вопросы долговечности бетона в континентальном климате с сухим жарким летом и холодной зимой. Впервые изложен критерий долговечности — «термоморозостойкость бетона» и выявлены факторы, влияющие на величину этой характеристики. Показаны пути получения бетона повышенной долговечности — это, прежде всего, применение химических добавок, выбор надлежащих цементов и крупного заполнителя.

Необходимо подчеркнуть, что данная монография нацеливает строителей на применение наиболее современных методов приготовления, укладки, ухода за бетоном, а также способов обеспечения его долговечности. Так, например, из монографии видно, что в монолитном строительстве в условиях сухого жаркого климата практически невозможно без применения химических добавок обеспечить требуемую подвижность бетонной смеси, ее качественную укладку и долговечность бетона. Кроме того, это обеспечивает значительный экономический эффект, складывающийся из сокращения расхода цемента, повышения качества и долговечности конструкций. Один из авторов рецензии, применяя на практике изложенные в монографии рекомендации, обеспечил высокое качество конструкций ряда объектов, возводимых советскими строителями за рубежом.

Таким образом, оценивая монографию в целом, следует считать ее очень полезной и нужной работой, которая доведет до строителей в обобщенном виде новейшие достижения науки и практического опыта, что позволит им эффективно и качественно возводить различные строительные объекты из сборного и монолитного бетона и железобетона в условиях сухого жаркого климата.

К сожалению, приходится констатировать, что до широкого круга строителей эта книга не дойдет, так как она издана весьма малым тиражом (всего 1670 экз.) и, не успев выйти в свет, стала библиографической редкостью. Необходимо эту ценную и полезную книгу переиздать значительно большим тиражом. Ею интересуются специалисты стран — членов СЭВ и других зарубежных стран, выполняющих работы в районах с сухим жарким климатом.

При переиздании книги ее желательно дополнить данными исследований и рекомендациями по тепловлажностной обработке бетонных и железобетонных изделий на полигонах, а также монолитных конструкций с использованием солнечной энергии.

А. Е. ФЕДОРОВ, д-р техн. наук,
А. С. ДМИТРИЕВ, канд. техн. наук

УДК 666.9.015.45

Своевременная монография

Мчедлов-Петросян О. П., Ушеров-Маршак А. В., Урженко А. М. Тепловыделение при твердении вяжущих веществ и бетонов. — М.: Стройиздат, 1984. — 224 с.

Опыт разработки и внедрения новых методов интенсификации твердения вяжущих, снижения материало- и энергоемкости производства убедительно свидетельствуют о необходимости углубления знаний и физико-химической природе сложных превращений и использования новых подходов к управлению процессами твердения вяжущих веществ и бетонов.

Одним из наиболее перспективных направлений на этом пути представляется изучение тепловыделения как результата комплекса элементарных физико-химических реакций взаимодействия вяжущих с водой. В принципе тепловыделение довольно хорошо изучено, его параметры используются в технологии бетона и железобетона. Вместе с тем монографии, касающиеся тепловыделения и тепло- и массопереноса в бетоне, были изданы в нашей стране еще в конце 60-х — начале 70-х годов. Вопросы тепловыделения при твердении вяжущих вообще в подобной литературе не освещены ни в СССР, ни за рубежом.

Восполнить этот пробел во многом удалось авторам монографии «Тепловыделение при твердении вяжущих веществ и бетонов». В книге впервые представлен обширный материал, обобщающий исследования авторов, а также результаты, полученные советскими и зарубежными учеными. В строгой логической последовательности изложены данные по тепловыделению при твердении кальциевой и магнезиальной извести, строительного гипса, обычных и специальных цементов в широких интервалах температур, давлений, в присутствии индивидуальных и комплексных химических добавок.

При этом представляется весьма существенным органичное единство фундаментальных представлений термохимии, кинетики гетерогенных реакций и калориметрии с чисто прикладными задачами технологии вяжущих веществ, материалов и изделий на их основе. Особого внимания заслуживает специфика гетерогенных взаимодействий при твердении вяжущих, для изучения которых на протяжении многих лет авторами создавалась уникальная база исследований, аппарат обработки и интерпретации данных. Описание конструкций дифференциальных микрокалориметров, устройств для регистрации и обработки калориметрических данных, объединенных в автоматизированные измерительно-вычислительные комплексы термокинетического анализа носит элементы существенной новизны.

Основательная современная база проведения исследований позволила количественно оценить влияние многих технологических факторов, действующих на стадии получения вяжущих — химического и минерального составов, режимов синтеза, дисперсности, вводимых затравок, добавок на тепловыделение при гидратации. Для гидратации мономинеральных вяжущих типа строительного гипса и трехкальциевого силиката выполнен термокинетический анализ с вычислением кинетических констант — энергии активации, скорости реакции и др.

При изложении авторами результатов изучения кинетики тепловыделения при твердении цементов сделана успешная и полезная попытка оценить взаимосвязь тепловых эффектов с другими характеристиками процессов твердения — количествами свободной и связанной воды, концентрацией новообразований, контракцией, расширением, а также прочностью. Многофакторность этих зависимостей делает затрудненным поиск универсальных взаимосвязей. Поэтому авторам следовало бы подвести аналитический итог дискуссионным воззрением по этому одновременно крайне сложному и важному теоретически и практически вопросу.

Хотелось бы отметить, что еще сравнительно недавно тепловыделение при твердении цементов интересовало технологов преимущественно при возведении гидротехнических и некоторых специальных сооружений из монолитного бетона. Авторы совершенно справедливо отмечают успехи в этой области, достигнутые благодаря усилиям советской научной школы. В настоящее время в связи с тен-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

денциями интенсификации твердения бетона и широкому использованию химических добавок данные о кинетике тепловыделения реакции гидратации, особенно на ее ранних стадиях, приобретают безусловную актуальность, как в заводской технологии, так и при возведении монолитных железобетонных сооружений. Именно поэтому сведения, приведенные в монографии о влиянии дисперсности, минералогического состава, содержания гипса, шлаков, активных минеральных и других добавок, будут служить ценным справочным подспорьем технологам цементникам и бетонщикам.

Весьма своевременно затронута проблема, решение которой направлено на эффективность использования цементов в бетонах, подвергаемых термообработке. Авторы приводят данные о температурной восприимчивости цемента, твердеющего в изотермических и неизотермических условиях, с привлечением комплексного калориметрического анализа. Этим самым они как бы продолжают дискуссию, развернувшуюся в свое время на страницах журнала «Бетон и железобетон» по вопросу о температурном факторе и времени приложения тепловых воздействий.

Материалы, приведенные в главе по кинетике тепловыделения при твердении цемента и в главе о роли тепловыделения в технологии бетона, даны в сжатом виде и имеют реферативный характер. Однако излишне сжатое изложение в данном случае не достоинство, а недостаток. Мы обращаем на него внимание, как пожелание авторам хорошо написанной монографии, которую отличает глубокий научный уровень, всесторонний охват широкого круга теоретических и практических задач в технологии вяжущих и бетонов, в следующем издании избежать подобной реферативности.

Пожелание переиздать единственную в научно-технической литературе монографию о тепловыделении основывается на двух обстоятельствах.

Первое — книга была выпущена по подписке крайне недостаточным тиражом (1383 экз.).

Второе — монография вошла составной частью в серию работ «Термокинетический анализ неорганических строительных материалов», в области строительного материаловедения впервые удостоенной высокой награды АН СССР за 1985 г. — премии имени создателя физико-химического анализа, академика Н. С. Курнакова. В связи с этим можно искренне поздравить ее авторов.

И. Б. ЗАСЕДАТЕЛЕВ, д-р техн. наук, проф.

УДК 69.3.56.061.3

Десятый конгресс ФИП

В феврале текущего года в Индии в Нью-Дели состоялся X конгресс Международной федерации по предварительно напряженному железобетону (ФИП), в работе которого приняли участие 2200 специалистов из 47 стран мира. Впервые конгресс ФИП был проведен в Азии, что способствовало привлечению к работе федерации специалистов стран Азии и Африки. Советская делегация, состоящая из представителей различных ведомств и республик, приняла активное участие в мероприятиях конгресса; члены делегации сделали шесть докладов и подготовили 18 печатных сообщений по отдельным вопросам исследования, проектирования и возведения железобетонных конструкций.

За пять дней работы конгресса было проведено четыре семинара, 13 сессий, 8 заседаний технических комиссий, организован показ технических фильмов. Была развернута выставка, в которой участвовало 33 фирмы девяти стран, организован зал для стендовых докладов и выставка новых книг в области бетона и железобетона.

Образцы новых материалов, приборов и механических устройств, проектные решения инженерных сооружений и способы их возведения демонстрировались на выставке, в которой участвовали фирмы из Индии, Франции, Англии, ФРГ, Италии, США, Японии, Голландии и Венгрии.

В программе конгресса много внимания было уделено вопросам, представляющим особый интерес для развивающихся стран, в том числе энергетике, ирригации, транспорту, жилищному строительству.

Проектированию и возведению мостов был посвящен первый семинар и доклады на других сессиях.

Представленные материалы иллюстрируют использование в зарубежном мостостроении из преднапряженного железобетона широкой гаммы индустриальных конструкций пролетных строений, в том числе заводского изготовления пролетом до 40 м, стандартных сечений для разрезных и комбинированных систем пролетами более 60 м и соответствующих им опалубочных форм и оборудования для различных условий производства работ.

Ведущими зарубежными фирмами разработаны и рекламируются современные конструктивные формы пролетных строений и опор, стандартизированные системы преднапряжения, комплекты оборудования для строительства мостов методами навесной сборки, навесного бетонирования, попролетного бетонирования, продольной надвижки. Эти разработки довольно универсальны и содержат элементы, которые можно эффективно использовать в мостостроении как при индивидуальных конструктивных решениях (арочные, вантовые и криволинейные в плане мосты), так и при индивидуальных технологиях (методы поворота, проталкивания, шарнирно-опускной метод и др.). Удачным примером высокой индустриализации с одновременным обеспечением архитектурной выразительности сооружения является строительство виадука Уэрна в Испании длиной 492 м с наибольшим пролетом 40 м и высотой опор до 38 м. Типовые элементы для опор и пролетные балки высотой 2 м изготовляли на заводе. Большое внимание уделялось координации процессов изготовления конструкций, их транспортирования и монтажа с учетом условий работы в горах. Жесткий заводской контроль, точность изготовления сборных деталей и высокая квалификация монтажников позволили выполнить сборку виадука за 5 мес.

Последние годы характерны дальнейшим расширением строительства вантовых мостов с железобетонными и стальными балками жесткости. Этим системам мостов было уделено большое внимание, начиная с вводного доклада проф. Леонгардта. К числу выдающихся мостов вантовой системы следует отнести мост во Флориде (США) со схемой пролетов 165+366+165 м (рис. 1). Балка жесткости высотой 4,5 м коробчатого сечения имеет ширину верхней плиты 29 м, которая в пролете между двумя наклонными стенками подкреплена подкосами. Ряд вантовых мостов, в том числе пешеходных, с преднапряженными балками жесткости построены во Франции, Мексике, ФРГ, Японии и других странах.

Значительное число докладов было посвящено инженерным сооружениям из преднапряженного и обычного железобетона. Получило дальнейшее развитие строительство цилиндрических изотермических резервуаров для хранения сжиженных газов и химических продуктов вместимостью до 80 тыс. м^3. Внутри такие резервуары облицовывают сталью с высоким содержанием никеля, стенки армируют преднапряженными пучками по системе ББРВ в горизонтальном, а иногда и в вертикальном направлении. Существенно расширилась география строительства таких резервуаров, разработаны и осуществлены различные методы их возведения.

Цилиндрические резервуары для воды выполняют из преднапряженного железобетона, а прямоугольные в плане резер-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

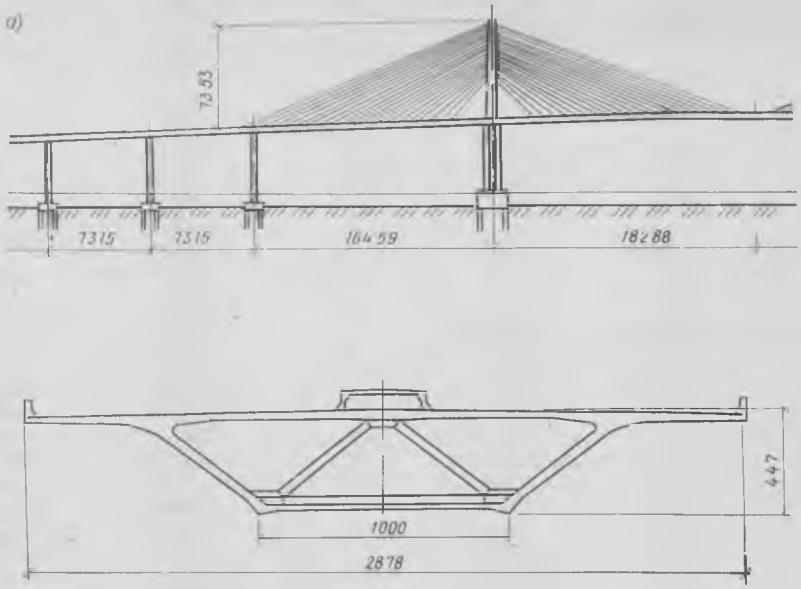


Рис. 1. Вантовый мост пролетом 335 м во Флориде (США)
а — схема моста; *б* — поперечное сечение проезжей части

вуары — из обычного железобетона. Выполненный в ФРГ анализ 210 резервуаров общей вместимостью 2,86 млн. м³ позволил разработать рекомендации по унификации различных типов резервуаров, выбору формы, учету взаимодействия с грунтами, деформации стыков, обеспечения непроницаемости и долговечности. Во многих странах возводят водонапорные башни различной вместимости, к внешнему виду которых предъявляются высокие архитектурные требования.

В последние годы было проведено много исследований прочности и надежности конструкций защитных оболочек и корпусов реакторов атомных электростанций из преднапряженного железобетона. В целом способность железобетонных оболочек обеспечивать защиту от радиационных воздействий в аварийных ситуациях значительно выше, чем было установлено ранее. Выполнены теоретические исследования и модельные испытания защитных оболочек при комплексе силовых и температурных аварийных воздействий на прочность, трещиностойкость и газонепроницаемость. В отдельных странах проводится углубленный анализ аварийных ситуаций и уточняются требования, обеспечивающие сохранение целостности защитной оболочки. Разработаны предложения использовать на новых АЭС двойную защитную оболочку (рис. 2): внутренняя запроектирована из преднапряженного железобетона, а внешняя — из обычного железобетона, стальная облицовка не предусматривается. Продолжается успешное строительство градирен, опор ЛЭП и освещения с применением напрягаемой арматуры. В ФРГ разработан и находится в стадии промышленного освоения новый метод безопалубочного изготовления преднапряженных свай на длинных стендах.

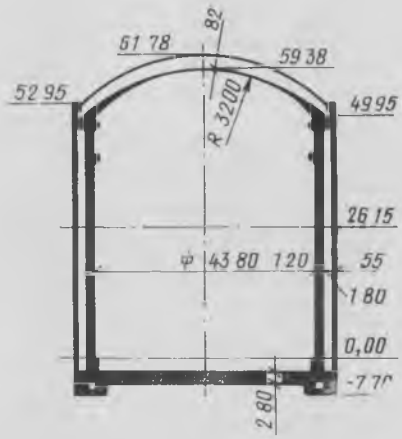


Рис. 2. Основные размеры двухслойной защитной оболочки АЭС мощностью 1300 MW в Ст. Албани (Франция)

Материалы конгресса свидетельствует о расширении областей использования преднапряженного железобетона в морских сооружениях. К ним относятся гравитационные платформы для добычи нефти, искусственные острова, загрузочные терминалы, причалы, плавучие волноломы, газоводы и др. В последнее время для таких сооружений успешно применяют высокопрочный бетон на пористых заполнителях. В этой области строительства активно работают фирмы Норвегии, США, Японии, Англии, Франции и др.

Сборный железобетон, в том числе преднапряженный, по-прежнему широко используют при возведении гражданских и промышленных зданий. В некоторых странах наметилась более четкая тенденция применения в промышленных зданиях так называемых модульных, т. е. унифицированных элементов (Финляндии, Венгрия и др.). В каркасах одноэтажных зданий используют преднапряженные двутавровые двухскатные балки пролетом до 24 м. Представляет интерес по технико-экономическим показателям пример построенного в Индии промздания целиком из сборного железобетона пролетом 30 м с кранами грузоподъемностью 75 т (рис. 3). Каркас здания выполнен из двухветвевых колонн высотой 16,5 м, подкрановых балок пролетом 12 м и ферм пролетом 30 м; масса элементов 23...27,5 т. Приведенный расход материалов на 1 м² здания составляет 0,21 м³ бетона и 19,3 кг стали. Для перекрытий и покрытий применяют многопустотные и ребристые плиты, в том числе плиты на пролет.

Ведущие строительные фирмы Европы, Японии и Индии ведут большое строительство в нефтедобывающих странах Ближнего Востока, возводя из сборного и монолитного железобетона объекты различного назначения. Сборные изделия имеют высокое качество и не требуют каких-либо косметических исправлений после монтажа (рис. 4).

Достаточно широко на конгрессе были представлены новые разработки в области дальнейшего совершенствования бетонов и арматуры. Для улучшения свойств бетонов применяют различные

Рис. 3. Возведение каркаса промздания пролетом 30 м в Балгалоре (Индия)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 4. Общий вид зданий университета в Кашаре (Аравийский п-ов)

полимерные добавки, в том числе суперпластификаторы. Для повышения водонепроницаемости и долговечности бетонов рекомендуется вводить микрокремнезем, являющийся отходом производства ферросилиция; накоплен положительный опыт использования этой добавки при возведении морских буровых платформ. Приведены примеры успешного изготовления и применения большого числа преднапряженных свай-стоек длиной до 21 м, в бетоне которых 25% цемента заменены золой-уносом. Постепенное развитие получают изделия из стеклофибробетона; они успешно внедрены в гидромелиоративное строительстве в виде лотков, которые эксплуатируются уже несколько лет. Повышенное внимание к экономии энергозатрат при производстве сборного железобетона отмечено в докладах советских и китайских специалистов об успешном использовании солнечного тепла для ускорения процесса твердения бетона.

Впервые на конгрессе ФИП были представлены материалы по неметаллической напрягаемой арматуре. В ФРГ строится автодорожный мост с двумя пролетами по 21 м; пролетные строения армированы преднапряженными пучками, состоящими из 19 высокопрочных стеклопластиковых стержней диаметром 7,5 мм (рис. 5). Стеклопластиковая арматура, условно названная «Полисталь», имеет следующие технические характеристики: временное сопротивление разрыву 1520 МПа, удлинение при разрыве 3,3%, модуль упругости 51000 МПа, плотность 2,0 т/м³. Стержни состоят из продольно-ориентированных стеклянных волокон, связанных в монолит полиэфирной смолой. Поверхность стержней имеет специальное шероховатое резинобитумное покрытие, которое защищает волокна от щелочной среды твердеющего бетона и обеспечивает хорошее сцепление с ним. Строительство и эксплуатация этого моста определяет дальнейшие перспективы использования такой арматуры.

В Голландии разработана напрягаемая неметаллическая арматура на базе высокопрочного искусственного органического волокна с высокой степенью кристаллизации. Композит из таких волокон и эпоксидной смолы, получивший название «Арапри», изготовлен в виде полосы с соотношением поперечных размеров примерно 1:10. Технические характеристики этого материала: временное сопротивление разрыву — кратковременное 3150 МПа, долговременное 2000 МПа, модуль упругости 125000 МПа, удлинение при разрыве 2%, плотность 1,45 т/м³, максимальная рабочая температура 250°С. Опыта практического применения такой арматуры в преднапряженных конструкциях еще нет.

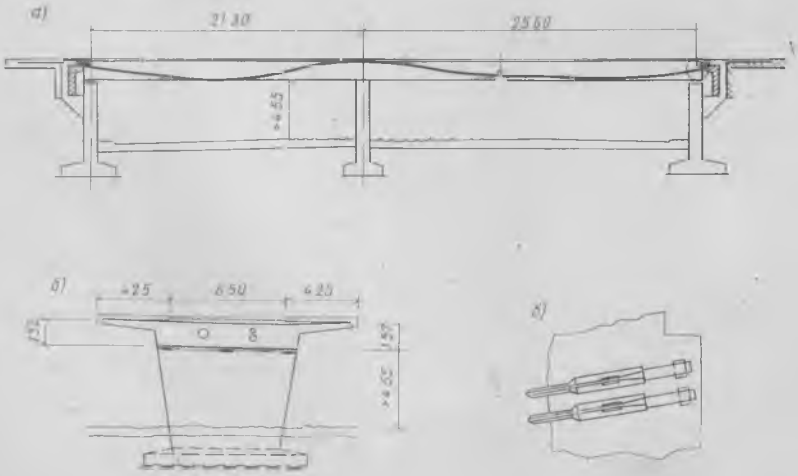


Рис. 5. Автодорожный мост под нагрузку 60/30 т в Дюссельдорфе (ФРГ), армированный преднапряженными пучками из стеклопластиковых стержней ∅ 7,5 мм

а — продольный разрез; *б* — поперечный разрез; *в* — деталь анкеровки пучков

В области стальной арматуры заслуживает внимания разработка и использование в обычном железобетоне термомеханически упрочненной арматуры с пределом текучести не менее 550 МПа. Благодаря низкому содержанию углерода (0,2%) эта сталь хорошо сваривается, характеризуется высокой пластичностью и коррозиестойкостью. Определены рекомендуемые области ее внедрения. Этот вопрос был освещен в докладах советских и западно-германских специалистов.

Особенностью программы X конгресса является значительное внимание, уделенное долговечности сооружений и способам их ремонта и усиления в процессе эксплуатации. В представленных докладах рассмотрены различные методы оценки долговечности конструкций и сооружений на стадии проектирования, изложены результаты проведенных исследований и накопленного опыта усиления различных инженерных сооружений. Повышенный интерес к этому вопросу объясняется накоплением числа сооружений из преднапряженного железобетона, длительное время находящихся в различных условиях эксплуатации. Часто встречаются случаи коррозии напрягаемой арматуры, которая за рубежом выполняется, как правило, из углеродистой высокопрочной проволоки. При ремонте конструкций широко и успешно используют различные полимерные материалы, в том числе эпоксидные смолы.

Больше внимания, чем прежде, уделяется контролю качества при производстве железобетонных конструкций. Характерным в этом отношении является доклад японских специалистов о системе контроля качества шпал.

Очередной X конгресс ФИП в Нью-Дели прошел успешно и выявил новые перспективные направления в развитии бетона и железобетонных конструкций. К ним можно отнести создание высокопрочной неметаллической арматуры на базе органических и неорганических материалов, использование зол и различных добавок в бетонах преднапряженных конструкций, применение в мостостроении вантовых конструкций с увеличенными пролетами до 400 м, дальнейшее совершенствование конструкций с напряжением на бетон, в том числе частично преднапряженных, разработка широкой гаммы способов ремонта и усиления различных железобетонных конструкций и др. Использование богатого международного опыта будет способствовать ускорению научно-технического прогресса в области бетона и железобетонных конструкций.

С подробным научно-техническим отчетом советской делегации и опубликованными трудами конгресса можно ознакомиться в НИИЖБ и ВНИИИС Госстроя СССР.

К. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, проф.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.972.16.061.3

Симпозиумы по добавкам в бетоны

В апреле и мае 1986 г. в НИИЖБе состоялись два симпозиума по химическим добавкам в бетон.

Первый из них, который проводился фирмой «Бритиш Петролеум Кемикалс», был посвящен вопросам производства, физико-химическим свойствам и областям применения гидроксиэтилцеллюлозы «Целлобонд».

Неионогенные водорастворимые простые эфиры целлюлозы являются наиболее эффективными поверхностно-активными веществами, обеспечивающими повышенную связность, однородность и регулируемую вязкость дисперсных систем. Они широко применяются в производстве строительных материалов (штукатурные и кладочные растворы, гипсовые и асбоцементные изделия, сухие смеси), керамики, клеевых композиций, красок на водной основе, полимерных дисперсий и т. д. Годовое потребление их в мире составляет около 100 тыс. т. Наибольший сбыт находят метилцеллюлоза (МЦ), метилгидроксиэтилцеллюлоза (МГЭЦ), этилгидроксиэтилцеллюлоза (ЭГЭЦ) и гидроксиэтилцеллюлоза (ГЭЦ).

ГЭЦ «Целлобонд» является продуктом реакции этиленоксида с облагороженной хлопковой или древесной целлюлозой. Фирма «Бритиш Петролеум» производит 20 различных сортов ГЭЦ, отличающихся друг от друга по своему молекулярному весу, а следовательно, вязкости водных растворов, а также скорости растворения в воде. Значения вязкости 2%-ных водных растворов находятся в пределах от 9 МПа·сек до 100 000 МПа·сек. Фирма организовала выпуск ГЭЦ на своем заводе в Антверпене (Бельгия) в 1974 г. при первоначальной мощности 4 тыс. т в год. В 1983 г. она была увеличена вдвое и составляет в настоящее время 8000 т.

Д-р Хибрехтс из отдела развития ГЭЦ в своем сообщении рассмотрел основные физико-химические свойства продукта и его водных растворов, их зависимость от внешних факторов, коллоидные и токсикологические свойства, а также методы исследования эфиров целлюлозы.

Сотрудник научно-исследовательского центра фирмы д-р Бэнстед представил доклад с обоснованием областей применения ГЭЦ в строительстве. Так, например, введение в состав бетонной смеси около 0,5% ГЭЦ по весу цемента предотвращает водоотделение и ее расслаиваемость, снижает водопотребность и улучшает удобоукладываемость.

В кладочных и штукатурных растворах ГЭЦ повышает пластичность смесей, связывает воду, улучшает адгезию к поверхностям. Краски с применением ГЭЦ обладают повышенной сегрегационной устойчивостью, улучшенной кроющей способностью, причем весьма хорошие результаты получаются при окрашивании подводных конструкций.

Объем производства и применения водорастворимых неионогенных эфиров целлюлозы в СССР в настоящее время крайне ограничен, хотя потребности в таких продуктах год из года продолжают расти.

Значительно более широкий круг вопросов затронул симпозиум швейцарской фирмы «Сандоз А. Г.» и ее дочерних компаний «Мастер Билдерс» (США) и «Мак» (Италия). Строительная химия — сравнительно новое для фирмы направление, получившее мощный импульс в последние годы в связи с разработкой семейства эффективных модификаторов бетонных смесей и бетонов. Основное внимание фирма «Сандоз» уделяет добавкам для бетонов и строительных растворов, составам для ремонтно-восстановительных работ, материалам для покрытий и полов.

Проф. Коллепарди (фирма «Мак») в своем докладе представил модель действия суперпластификаторов в бетонных смесях и рассмотрел опыт фирмы в их разработке и применении. Фирма располагает широкой гаммой суперпластификаторов «Реобилд» на основе продуктов конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида. Так, в сборном железобетоне применяется «Реобилд 1000» и «Реобилд 878», для монолитного бетона в жарком климате используется «Реобилд 561», в умеренных климатических условиях — «Реобилд 716», а при низких температурах — «Реобилд 1000».

Значительный интерес вызвало сообщение о суперпластификаторе «Тиамак», применяемом для получения нерасслаивающихся легкобетонных смесей, в том числе на заполнителях типа керамзита.

Г. Бобровски (фирма «Мастер Билдерс») в докладе «Гидратация цемента при низких температурах с помощью ускорителей» рассмотрел состав и свойства портландцементов и особенности их гидратации, а также влияние ускорителей твердения на интенсивность нарастания прочности бетона при низких положительных и отрицательных температурах. Фирмой «Мастер Билдерс» разработан бесхлоридный ускоритель «Пуццолит 555А», по эффективности не уступающий хлориду кальция. При температурах ниже 0°С с успехом применяется бесхлоридная противоморозная добавка «Пуццутек 20».

Важным достижением фирмы «Мастер Билдерс» является разработка и создание системы добавок, которые в различных сочетаниях применяются в зависимости от внешних условий, требований проекта, используемых материалов и т. п. По сути, это большой ассортимент комплексных добавок смесевого типа, удовлетворяющий широкому кругу требований.

Доклад К. Вильямса «Износостойкость покрытий полов в производственных помещениях» раскрыл общий подход фирмы «Мастер Билдерс» к проектированию и укладке полов. Фирма разработала 3 типа металлосодержащих составов для упрочнения полов. Составы «Мастерплейт» наносятся в виде сухой смеси на поверхность пластичного бетона. Расход материала от 3,7 до 12,2 кг/м² поверхности. Второй тип составов («Мастертоп 100») предназначен для укладки в качестве готового защитного верхнего слоя толщиной от 4 до 13 мм и третий («Анвил-топ») — в виде готовой смеси для создания защитного слоя толщиной от 1,25 до 5 см. «Анвил-топ» можно наносить как на свежеуложенный, так и на затвердевший бетон, используя цементную или эпоксидную стяжку. Интересен также состав светоотражающего покрытия «Мастерплейт 200». Фирма считает, что выполненный из дорогостоящих материалов и с большими трудозатратами пол благодаря низким эксплуатационным затратам и сокращению перерывов в работе предприятий быстро себя окупит.

В развитие изложенной концепции П. Бойер детально рассмотрел все операции по ремонту полов в производственных помещениях с использованием состава «Анвил-топ 2001», предназначенного для получения высокопрочных, ударопрочных и стойких к истиранию металлоцементных полов.

Доклад «Безусадочные цементные растворы» был посвящен группе специальных растворов, предназначенных для подливок под оборудование и несущие конструкции. К таким растворам предъявляются требования по высокой удобоукладываемости, отсутствию усадки, высокой прочности и т. п. «Мастер Билдерс» изготовляет 4 вида таких растворов, в том числе «Эмбеко 885» и «Мастерфлоу МВ-928». Растворы «Эмбеко» содержат металлический заполнитель, а «Мастерфлоу» — заполнители минерального происхождения. Все они поставляются в виде готовых сухих смесей и на стройплощадке требуют только добавления воды.

Свойства, области применения и технологии выполнения ремонтных работ с помощью сухих премиксных безусадочных цементных растворов «Эмако» фирмы «Мак» были представлены проф. Коллепарди. Растворы «Эмако» бывают подвижной и тиксотропной консистенции, что позволяет производить их заливку или нанесение на поверхность набрызгом.

«Мастер Билдерс» ведет интенсивные работы по совершенствованию торкретирования бетонных смесей так называемым «набрызгом», или мокрым способом. Если при сухом способе производительность составляет 3—6 м³/ч при отскоке от 20 до 50% материала, то при мокром способе производительность доходит до 15 м³/ч, а отскок не превышает 10%. Ключом к успешному применению мокрого способа является применение эффективного ускорителя схватывания.

Интерес аудитории вызвал состав безусадочного бетона «Сет-45» для ускоренного ремонта на основе магнезиально-фосфатного вяжущего. На месте производства работ осуществляется введение в сухую смесь необходимого количества воды и укладка состава. «Сет-45» в кратчайшие сроки набирает прочность, обеспечивая сопротивление на разрыв на стыке материалов не менее 4 МПа.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Для повышения выхода смеси можно вводить до 25% крупного заполнителя. Ввиду экзотермического характера реакции ремонтные работы можно производить при температуре до —30°С.

В заключение симпозиума был представлен доклад «Контроль качества бетона», в котором изложен опыт США по организации службы контроля качества бетона и действующие нормативные положения.

Специалисты НИИЖБ представили на симпозиуме доклады по основным направлениям применения химических добавок в СССР и ремонту конструкций низковязкими полимеризующимися композициями.

Оба симпозиума вызвали интерес у широкого круга специалистов, были проведены на высоком научном и организационном уровне, и, безусловно, будут способствовать дальнейшему развитию исследований и внедрения в практику строительства химических добавок.

В. Г. БАТРАКОВ, В. Р. ФАЛИКМАН, В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ

На ВДНХ СССР

УДК 627.751.4

Технологическая линия по производству безнапорных труб

На ВДНХ СССР в объединенных павильонах «Строительство» на выставке «Производство новых эффективных строительных материалов и конструкций с использованием ресурсосберегающих технологий» ВНИИстройдормашем представлена технологическая линия для изготовления безнапорных железобетонных труб диаметром 1000, 1200 и 1500 мм.

Линия включает три специализированных поста. Ее обслуживают два бетонораздатчика, в которые смесь подается от автономного тракта, представляющего собой ленточный конвейер, попеременно загружающий бетонораздатчики. Один бетоноукладчик обслуживает два специализированных поста, на которых изготовляют трубы диаметром 1000 и 1200 мм, другой пост предназначен для труб диаметром 1500 мм.

Производительность линии 13 000 м³. Трудозатраты в промышленном производстве составляют 4...50 р/м³, себестоимость — 62...60 р/м³. Экономический эффект заключается в улучшении качества труб и повышении производительности труда.

Основным технологическим оборудованием линии являются вибросердечник, бетоноукладчик, два козловых крана.

Линия внедрена на заводе ЖБИ № 15 ПО Мосспецжелезобетон (109383, Москва, ул. Иловайская, 6).

Зарубежный опыт

УДК 693.546(430.2)

Оборудование для изготовления бетонных элементов

Тесное сотрудничество фирмы «Баукема» (ГДР) с различными предприятиями стран — членов СЭВ способствует созданию мощных, надежных и эргономичных машин современных форм и конструкций. Многочисленные золотые медали и дипломы, полученные образцами продукции фирмы на весенней Лейпцигской ярмарке, свидетельствуют об их высоком техническом уровне.

Среди новых видов продукции были представлены бетоносмесители К 75, К 140 и К 150 гравитационного действия с опрокидывающимися барабанами. Эти бетоносмесители широко используются при реконструкции зданий и сооружений, при реставрационных работах, а также на небольших стройплощадках при возведении домов усадебного типа, одноэтажных гаражей, различных зданий сельскохозяйственного, промышленного и транспортного назначения.

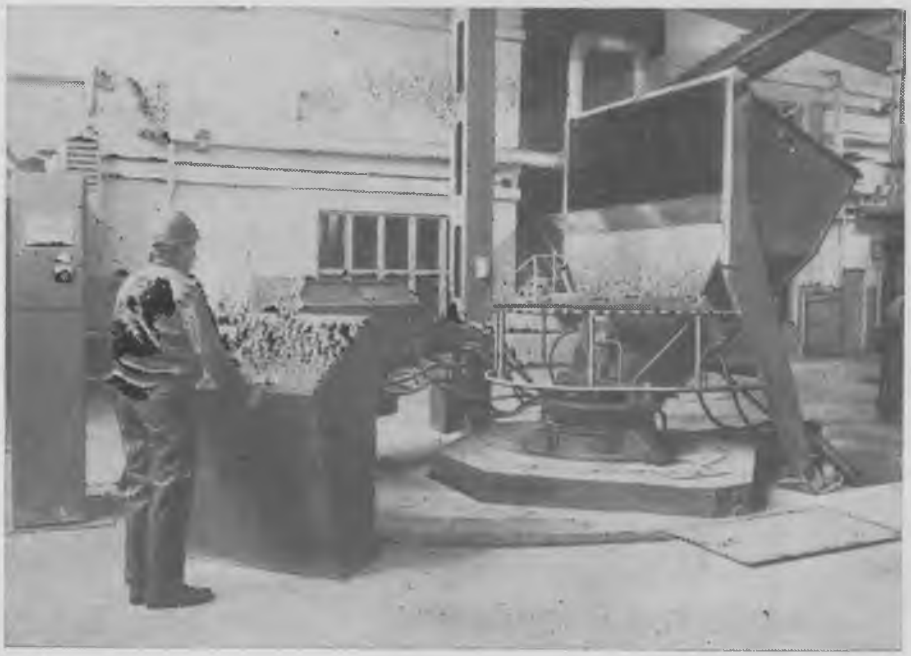
Подшипники и приводы этих бетоносмесителей не требуют особого ухода, так как защищены от загрязнения и запыления; благодаря прямому приводу смесительного барабана в них заметно улучшена шумоизоляция, а наличие 11 различных положений барабана допускает возможность обслуживания установок с обеих сторон. Они эргономичны (для опрокидывания барабана необходимо небольшое ручное усилие), безопасны из-за отсутствия открыто работающих приводных элементов, довольно устойчивы. Благодаря небольшим габаритам они легко транспортируются. Питание смесителей возможно от сети с напряжением 220 В.

Представляет интерес раздел выставки, в котором экспонировались различные установки по изготовлению бетонных плит, камней, блоков, бетонных труб.

Гидравлическая установка ХБСФ 2000 — работающий в автоматическом режиме передвижной агрегат для изготовления малогабаритных бетонных плит из легкого и тяжелого бетона. Это новая разработка предприятия «Баумеханизирунг» (г. Галле), обеспечивающая непрерывное производство бетонных плит высотой от 60 до 300 мм с прочностью на сжатие до 30 МПа.

В гидравлической установке ХБСФ 1200/3 для изготовления сплошных и многощелевых камней бетон подается с помощью любых транспортных средств (например «Мультикара», вилочного погрузчика с бункером и т. д.). В машине

Рис. 1. Пульт управления и скиповый подъемник для загрузки бетонной смеси установки А 2,5 для вертикального формования бетонных труб



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

из бетонной смеси прессуются камни высотой до 260 мм, которые затем укладываются на ровную, не имеющую стыков рабочую поверхность. Передвижение установки обеспечивается гидравлическим приводом ходовой части, причем скорость передвижения может плавно регулироваться. Бетон уплотняется силовой вибрацией. Непроизвольное опускание виброштампа предотвращается соответствующим набором гидравлических элементов. Управление машиной осуществляется с помощью бесконтактных концевых выключателей по принципу последовательного управления.

В последнее время в различных странах мира стали пользоваться широкой популярностью экономичные и эффективные неармированные бетонные элементы, в том числе трубы различного диаметра. Для их изготовления применяются стационарная установка А 2,5 (рис. 1) и передвижная установка БРФ 1400 (рис. 2).

Изготовляемые вибропрессованием бетонные трубы диаметром от 400 до 1400 мм и длиной от 1 до 2,5 м используют в промышленном и гражданском строительстве, при осушении грунта и для отвода грунтовых и сточных вод. Складирование бетонных труб для последующего твердения показано на рис. 3.

Представляют интерес демонстрировавшиеся «Баукемой» наружные вибраторы. Они давно оправдали свое применение в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и в строительстве. Наружные вибраторы успешно применяются для уплотнения легкого, обычного и тяжелого бетона, а также для очистки фильтрующих установок и транспортировки, уплотнения, рыхления и отрыва таких сыпучих материалов, как известь, цемент, песок и уголь. Вибраторы могут применяться в любом положении и отличаются минимальной массой и большим сроком службы.

Для рациональной подачи свежеприготовленного бетона при бетонировании фундаментов, стыков, подпорных стен, перекрытий, при подземном строительстве фирма «Баукема» рекомендует передвижной гидравлический бетононасос ХБП 60 Ф и стационарный ХБП 40 Е. Насосы с ручным и полуавтоматическим управлением высокопроизводительны и гарантируют быструю подачу бетона по трубопроводам на высоту до 80 м и на значительные расстояния. Производительность насосов 40—60 м³/ч.

Много лет фирма «Баукема» экспортирует комплектное оборудование для непрерывного бетонирования с применением скользящей опалубки, а также осуществляет технические консультации, всевозможные сервисные услуги и монтажные работы, гарантируя оптимальное использование поставляемого оборудования. В него входят гидравлические подъемники для перемещения вверх и вниз тяжелых грузов, рабочих площадок, элементов опалубки перекрытий и т. д. Специальная система управления обеспечивает синхронность хода скользящей опалубки даже при одновременной эксплуатации нескольких подъемных механизмов. Подъемники оборудованы гидравлической системой выравнивания нагрузки. Стандартная система опалубки БМЖ 4,0/68 может бетонировать стенки толщиной от 150 до 600 мм при любой форме их сечения.

Внимание посетителей привлек четырехколесный бетоновоз ВАРАН 1501 с 4-цилиндровым дизельным двигателем. Он малогабаритен, имеет яркую расцветку и оригинальную форму кузова емкостью 1,5 т. Для облегчения работы водителя из кабины обеспечен максимальный обзор благодаря обширному остеклению. Бетоновоз, используемый зимой и летом на равнинных и горных дорогах, предназначен для перевозки бетонной смеси на небольшие расстояния.

Л. Д. КОЗЛОВА

Рис. 3. Складирование бетонных труб

Рис. 2. Передвижная установка БРФ 1400 для изготовления вибропрессованных бетонных труб

Авторские свидетельства

№ 25

1242380. СКБ НПО Прокатдеталь. А. И. Невхоров, Ф. Я. Каменский, Н. Е. Киселев и др. **Вибропрокатная конвейерная линия для изготовления железобетонных изделий.**

1242381. ИСиА Госстроя БССР. Г. Д. Трухан, Д. Г. Трухан и И. Е. Платонов. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.**

1242383. Харьковский завод ЖБК № 5 ПО Харьковжелезобетон. Г. В. Малик, Б. В. Кострюков, Э. М. Тувивович и В. Д. Наметченко-Орданский. **Способ формования трубчатых изделий.**

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 624.073.001.5
Лишак В. И., Киреева Э. И., Татарута М. Г. **Исследования многопустотных плит перекрытий, опертых по трем сторонам** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 5—7.
Освещены испытания преднапряженных многопустотных плит размером 2,4×6,4 м, опертых в крупнопанельных жилых домах на две короткие и одну длинную стороны. Предложены формулы для их расчета с учетом работы на изгиб из плоскости в двух направлениях. Получена экономия рабочей стали на 20...25% по сравнению с плитами, работающими по балочной схеме. Ил. 3, табл. 1.

УДК 666.972:69.025
Ахвердов И. Н., Батяновский Э. И. **Быстротвердеющий бетон сухого формования** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 7—9.
Изложены результаты исследований беспропарочной технологии изготовления бетонных и железобетонных изделий способом сухого формования бетона с применением предварительного разогрева сухой бетонной смеси и введением в нее добавок-ускорителей твердения. Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.869.82:693.56
Преднапряженные стальные поддоны для заводов сборного железобетона / Г. С. Митник, Е. В. Богачев, Н. А. Савинский и др. // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 9—10.
Рассмотрены предпосылки применения преднапряженных поддонов и их конструктивные решения. Описан серийно выпускаемый Черкасским заводом Строммашина поддон СМЖ-548А для изготовления многопустотных панелей. Приведены результаты его испытаний и опыт эксплуатации на заводах. Ил. 3. — Библиогр.: 6 назв.

УДК 69.057.2
Зурабян А. С., Ильяшенко В. А., Станчик Г. И., Кайданов Г. Л. **Формование ребристых объемных блоков «колпак» из малоподвижных и жестких бетонных смесей** // Бетон и железобетон.— 1986. — № 11. — С. 11—13.
Приведен опыт формования ребристых объемных блок-комнат «колпак» методом подъема щитов. Формование осуществляли на установке, смонтированной на Минском ДСК-3. Применяемая технология позволяет, по сравнению с кассетной, снизить расход цемента на 100...150 кг/м³ бетона, сократить время ТВО. Появляется возможность формовать блоки с монолитной многослойной наружной стеновой панелью, имеющей практически любую отделку. На основе такой технологии возможно создание производства, превосходящего по основным показателям крупнопанельное домостроение.

УДК 691.327:666.9.046
Малинина Л. А., Работина М. В. **Тепловлажностная обработка бетонов с химическими добавками** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 13—14.
Описано применение химических добавок для бетонов, подвергающихся тепловой обработке. Показано, что применение химических добавок является эффективным технологическим приемом, позволяющим регулировать длительность отдельных переделов производства, сокращать энергоемкость, улучшать строительно-технологические свойства бетонов. — Табл. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 691.327:539.4:666.97.035.51
Крылов Б. А., Кузьмин А. В. **О повышенной распалубочной прочности бетона при электропрогреве** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 15—17.
Рассматриваются особенности электропрогрева бетона с добавками-электролитами. Показан характер изменения удельного сопротивления в процессе прогрева, даются рекомендации по количеству добавок и режимам прогрева бетонов на разных представительных цементах. Ил. 3, табл. 2. — Библиогр.: 4 назв.

УДК 624.072.2
Сабалдырь В. П., Лещинский М. Ю. **Упрочнение свай навивкой волокон** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С.
Приведены результаты лабораторных исследований увеличения прочности бетона за счет навивки на образцы волокон. Описан опыт применения свай упрочненных навивкой стекложгута. — Табл. 1, ил. 1. — Библиогр.: 2 назв.

УДК 624.072.2
Мамедов Г. М., Алиев Р. Д. **Новая расчетная схема балок при действии поперечных сил** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 18—19.
Исходя из физического характера работы элемента предложена расчетная схема в виде наклонной полосы, расположенной между опорой и грузом, геометрические параметры которой определяются в зависимости от преднапряжения и диаметра продольной арматуры. Она дает результаты, близкие к опытным, не только по величине, но и по характеру изменения расчетной несущей способности. Ил 2.

УДК 624.15
Краковский М. Б., Шапиро А. В. **Вероятностный расчет подколонников типовых монолитных фундаментов** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 19—20.
Показано, что при учете условий надежности расчетную несущую способность подколонников можно повысить по сравнению с расчетом по СНиП из-за малой вероятности одновременного неблагоприятного сочетания свойств материалов — бетона и арматуры. Приведены методика расчетов и полученные результаты. Ил. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.322
Рогатин Ю. А., Дмитриев А. С. **Методика расчета потребности в заполнителях с учетом региона строительства** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 23—25.
Приведена методика расчета потребности в крупных и мелких заполнителях с использованием их усредненных расходов на 1 м³ в зависимости от вида бетона и железобетона (тяжелый обычный и преднапряженный, легкий обычный и преднапряженный, ячеистый). Методика позволяет оценивать эффективность применения заполнителей с учетом их качества и транспортных расходов. Табл. 3. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 691.327:539.4
Кудрявцев А. А., Мурзабеков Е. Р. **Длительная прочность бетона на безобжиговом зольном гравии** // Бетон и железобетон. — 1985. — № 11. — С. 29—30.
Приведены результаты исследований длительной прочности и ползучести бетона на безобжиговом зольном гравии. Отмечено, что на эти характеристики бетонов на БЗГ большое влияние оказывает содержание цемента в бетоне. Бетон на БЗГ марки М300 и выше по длительной прочности не уступает тяжелому бетону. — Табл. 2, ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 620.193.47
Карлина И. Н., Кондрацкая С. И. **Коррозия бетона в растворах цитрата и гидроцитрата натрия** // Бетон и железобетон — 1986. — № 11. — С. 30—31.
Комплексными натурными исследованиями зданий и сооружений предприятий лекарственных препаратов установлена агрессивность растворов солей цитрата и гидроцитрата натрия по отношению к бетону строительных конструкций. Изучен механизм коррозии бетона при воздействии этих растворов. Предлагаются мероприятия по повышению стойкости бетона.

УДК 624.012.35:69.059.4
Обеспечение долговечности узлов сопряжений сборных конструкций / / С. Н. Алексеев, А. М. Подвальный, В. Я. Флакс, Г. Л. Кац // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 31—32.
Анализируется современное состояние проблемы антикоррозионной защиты стальных узлов сопряжений сборных железобетонных конструкций. Намечаются дальнейшие пути рационализации системы защиты, направленные на уменьшение применения металлических покрытий. Проведен системный анализ факторов, влияющих на выбор антикоррозионной защиты. Приведены примеры рационализации решений по антикоррозионной защите для различных серий жилых и гражданских зданий. Ил. 1, библиогр.: 3 назв.

УДК 624.075.25.012.45
Попов Н. Н., Трекин Н. Н., Матков Н. Г. **Влияние косвенного армирования на деформативность бетона** // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 33—34.
Представлены результаты статических и динамических испытаний бетонных призм с косвенным армированием в виде сварных сеток и продольной высокопрочной арматурой. Получены полные диаграммы сжатия бетона в условиях стеснения поперечных деформаций. Рекомендована методика расчета прочности центрально сжатых косвенно армированных элементов при кратковременном динамическом воздействии. На основании экспериментальных данных предложена зависимость по аналитическому описанию диаграммы сжатия бетона в таких конструкциях. Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК [693.542+693.546].006
Новый стандарт на бетонные смеси / И. Н. Нагорняк, К. М. Королев, В. Г. Довжик, В. А. Дорф // Бетон и железобетон. — 1986. — № 11. — С. 35.
Приведены основные отличия нового ГОСТ 7473—85: введены 8 марок смеси по ее удобоукладываемости и допустимые пределы по расслаиваемости смеси; регламентировано обязательное введение химических добавок для определенных марок смесей по удобоукладываемости; указаны порядок загрузки исходных компонентов в смеситель и периодичность контроля технологических свойств смеси; введена новая индексация смесей. Табл. 1.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

CONTENTS

Lishak V. I., Kireeva E. I., Taratuta M. G. Researches of multivoided slabs of floors supported by three sides

Akhverdov I. N., Batjanovsky E. I. Fast-hardening concrete of dry moulding

Mitnik G. S., Bogatcheuv E. V., Savinsky N. A., Pistrjak N. Ph., Oksenenko A. N. Prestressed steel vessels for precast reinforced concrete plants

Zurabjan A. S., Iljashenko V. A., Stantchik G. I., Kajdanov G. L. Moulding of rib-volumetrical pulley-blocks of type «cap» from not-mobile and strict concrete mix

Malinina L. A., Rabotina M. V. Thermo-humide treatment of concretes with chemical admixtures

Krylov B. A., Kuzmin A. V. Heightened de-timbering strength of concrete when electro-heating

Sabaldyr V. P., Leshtchinsky M. Yu. Rein forcing of piles by fibres twisting

Mamedov G. M., Aliev R. D. New calculating scheme of beams under action of transversal forces

Demtchenko N. S. Calculating of triangular slab weaked by hole

Phajner M. Sh. Power capacity of high-shrength concretes

Tsvetkov I. L., Brusser M. I., Mitnik G. S. Influence of deviation from plane of control cubes sides on estimation of concrete strength and deformability

Kudrjavtsev A. A., Murzabekov E. R. Long strength of concrete on roastingless ashen gravel

Karlina I. N., Kondratskaja S. I. Concrete corrosion in solutions of citrates and hydrocitrates of sodium

Alexeev S. N., Podvalny A. M., Phlax V. Ya., Kats G. L. Ensuring of durability of conjugate junctions of precast structures

Popov N. N., Frekin N. N., Matkov N. G. Influence of inderect reinforcement on concrete deformability

CONTENU

Lichak V. I., Kireeva E. I., Taratouta M. G. Les études des dalles de plancher à plusieurs vides appuyées par trois côtés

Mitnik G. S., Bogatcheuv E. V., Savinsky N. A., Pistrjak N. Ph., Oksenenko A. N. Les palettes précontraintes en acier pour les usines du béton armé préfabriqué

Akhverdov I. N., Batjanovsky E. I. Le béton à durcissement accéléré de formage à sec

Zourabjan A. S., Iljachenko V. A., Stantchik G. I., Kajdanov G. L. Le formage des ensembles nervures volumétriques du type «cloche» produits en mélange du béton peu mobile et en mélange du béton ferme

Malinina L. A., Rabotina M. V. Le traitement par le chauffage dans la vapeur des bétons avec des adjuvants chimiques

Krylov B. A., Kouzmine A. V. Sur la résistance augmentée du béton pendant le decoffrage sous le chauffage électrique

Sabaldyr V. P., Lechtchinsky M. Yu. Le renforcement de pieux par l'enroulement des fibres

Mamedov G. M., Aliev R. D. Le nouveau diagramme de calcul des poutres sous l'action des forces transversales

Demtchenko N. S. Le calcul de dalle triangulaire affaiblie par une ouverture

Phajner M. Ch. La capacité d'absorption de l'énergie des bétons à hauhe resistance

Tsvetkov I. L., Brousser M. I., Mitnik G. S. L'influence des écarts de planéité des faces des cubes de contrôle sur l'évaluation de la resistance et de l'homogénéité du béton

Koudrjavtsev A. A., Mourzabekov E. R. La résistance de longue durée du béton sur le gravier non — calciné avec cendres

Karlina I. N., Kondratskaja S: I: La corrosion du béton dans les solutions des citrates et des hydrocitrates de sodium

Alexeev S. N., Podvalny A. M., Phlaks V. Ya., Kats G. L. L'assurance de la durabilité des joints de raccordement des structures préfabriquées

Popov N. N., Trekine N. N., Matkov N. G. L'influence de renforcement indirect sur la déformabilité du béton

INHALTSVERZEICHNIS

Lischak W. I., Kirejewa E. I., Taratuta M. G. Untersuchungen über hohlraumreiche dreiseitig gestützte Deckenplatten

Achwerdow I. N., Batjanowskij E. I. Schnellerhärtender Beton von trockener Formgebung

Mitnik G. S., Bogatschjow Je. W., Sawinskij N. A., Pistrjak N. F., Oksenenko A. N. Vorgespannte Stahlunterböden für Montagestahlbetonwerke

Surabjan A. S., Iljaschenko W. A., Stantschik G. I., Keidanow G. L. Formgebung der gerippten Raumzellen vom Typ «Haube» aus steifen und Betongemischen von geringer Fliessfähigkeit

Malinina L. A., Rabotina M. W. Warmfeuchtbehandlung von Betonen mit chemischen Zusatzmitteln

Krylow B. A., Kusjmin A. W. Erhöhte Ausschalungsfestigkeit des Betons bei Elektroerwärmung

Sabaldyrj W. P., Lestschinskij M. Ju. Vesfestigung von Pfählen durch Faserflechten

Mamedow G. M., Alijew R. D. Neues Berechnungsschema von Balken unter Einwirkung von Querkräften

Demtschenko N. S. Berechnung der dreieckigen durch Öffnung abgescwächten Platte

Feiner M. Sch. Energieaufwand von hochfesten Betonen

Zwetkow I. L., Brusser M. I., Mitnik G. S. Einfluss der Kantenflächenabweichungen von Prüfwürfeln auf Festigkeits — und Gleichartigkeitsbewertung des Betons

Kudrjawzew A. A., Mursabekow Je. P. Dauerfestigkeit des Betons unter Einsatz des ungebrannten aschenhaltigen Kieses

Karlina I. N., Kondrazkaja S. I. Betonkorrosion in Lösungen des Natriumzitrats und Natriumhydrozitrats

Aleksejew S. N., Podwaljnyj A. M., Flaks W. Ja., Kaz G. L. Dauerhaftigkeitssicherheit von Verbindungsknoten in Fertigteilkonstruktionen.

Popow N. N., Trekin N. N., Matkow N. G: Einfluss der Spiralbewehrung auf Verformbarkeit des Betons

Редакционная коллегия: **И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, 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 *Е. Л. Сангурова* Корректор *Т. Г. Бросалина*

Сдано в набор 12.09.86. Подписано в печать 13.10.86. Т-19821
Формат 60×90 1/8. Печать высокая. Усл. печ. л. 6,0 Усл. кр.-отт. 6,75 Уч-изд. л. 9,01
Тираж 14 330 экз. Зак. 386

Почтовый адрес редакции: 101442, ГСП, Москва, Каляевская, 23а
Тел. 292-41-34, 292-62-05

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам полиграфии, издательств и книжной торговли
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 26

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Железобетонные элементы быстромонтируемых зданий

На Светловодском заводе конструкций быстромонтируемых зданий ПО Днепроэнергостройпром внедрена линия, предназначенная для изготовления комплексных железобетонных элементов пространственных секций широкой номенклатуры пролетом 12 м. Она разработана на опытном производственно-техническом предприятии Энерготехпром Минэнерго СССР и изготовлена на Пестовском опытно-механическом заводе ОПТП Энерготехпром Минэнерго СССР.

Структурной основой быстромонтируемых зданий (БМЗ) являются П-образные секции, включающие одну кровельную и две фасадные стеновые панели. Из таких секций можно набрать здания любой длины, кратной 3 м. Стеновые панели могут быть глухими либо с оконными, дверными проемами.

Технологическая линия состоит из двух независимых трехъярусных станов с общим коридором технического обслуживания камер тепловой обработки изделий.

Трехъярусный стан — железобетонное сооружение с рельсовыми путями в трех уровнях, оснащенное подъемно-транспортным и технологическим оборудованием, а также комплектом форм-вагонеток.

На двух нижних ярусах стана расположены щелевые камеры для тепловой обработки изделий.

На верхнем ярусе размещены зоны предварительного подогрева и ускоренного охлаждения изделий, а также посты распалубки (с распалубщиком грузоподъемностью 30 т); армирования (с установкой электронагрева стержневой напрягаемой арматуры); формовочный (с виброплощадкой грузоподъемностью 30 т с многокомпонентными колебаниями и бетоноукладчиком с бункером вместимостью 3 м^3, с вибролотковым питателем); укладки утеплителя и раствора (с растворoукладчиком вместимостью 3 м^3).

Все операции транспортного цикла выполняются в автоматическом режиме.

Производительность линии 172 тыс. м^2 пола зданий, 55,5 тыс. м^3 конструкций. Расход электроэнергии в год 1500 тыс. кВт·ч.

При работе в две смены численность основных производственных рабочих составляет 58 чел. Масса технологического оборудования 1320 т, в том числе форм-вагонеток 950 т.

При оснащении линии соответствующими формами-вагонетками на ней можно выпускать железобетонные изделия широкой номенклатуры размером до 12×3,0×0,5 м при общей массе формы с изделиями до 30 т.

Секции быстромонтируемых железобетонных зданий с перегородками из сборных панелей предназначены для размещения в них энергетических, промышленных и складских объектов различного назначения.

Основным конструктивным элементом зданий является секция, состоящая из двух трехслойных ребристых железобетонных стеновых панелей с утеплителем, совмещающих несущие и ограждающие функции, и одной преднапряженной ребристой железобетонной кровельной плиты. В качестве перегородок применены крупнопанельные железобетонные плиты размерами 4×3 и 6×3 м, толщиной 0,06 м.

Пролет секции 12 м, ее высота 6 м, а масса 17 т. Сейсмостойкость 7 баллов. Грузоподъемность подвесного крана 5 т.

Секции рассчитаны для эксплуатации в IV снеговом и IV ветровом районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 40°С. В зависимости от грунтовых условий для них используют различные фундаменты — ленточные, свайные и из сборных блоков.

Секционный принцип позволил более чем в 7 раз сократить число монтажных элементов по сравнению с каркасно-панельным зданием. Расход металла снизился на 10%, трудозатраты — в 3 раза, доля ручного труда уменьшилась с 60 до 20%.

Новая конструктивная схема позволяет собирать здания из укрупненных монтажных элементов высокой заводской готовности. Она была внедрена трестом Электростройподстанции при сооружении Ясеневской электроподстанции 220 кВ в Москве. Экономический эффект составил 18 р. на 1 м^2.

Унифицированные сборно-разборные здания из секций складывающегося типа предназначены для размещения в них производственных и складских помещений на объектах энергетического и промышленного строительства.

Основным конструктивным элементом здания является секция, состоящая из двух полусекций. Последняя включает в себя кровельную и стеновую панели, объединенные шарнирно в заводских условиях и совмещающие функции несущих и ограждающих конструкций.

Поперечная жесткость рамы здания обеспечивается жесткими узлами, которые образуются автоматически в стыках колонн и ригелей при монтаже секций. Продольная устойчивость обеспечивается жесткостью профилированного стального листа в кровле и в стеновых панелях типа «сэндвич».

Трехслойные панели типа «сэндвич» состоят из двух стальных обшивок и среднего слоя пенополиуретана толщиной 50 мм.

Каркас кровельных панелей представляет собой раму, состоящую из главных и поперечных балок. К раме с помощью самонарезающихся болтов прикрепляется профилированный лист. К профилированному листу методом термоконтактного прогрева крепится паротеплогидроизоляционный блок.

Каркас стеновой панели состоит из рамы, в которую входят две полуколонны, сваренные с элементами фахверка. К раме с помощью болтов крепятся панели типа «сэндвич».

Различный набор секций (с окнами, воротами, вентиляционными отверстиями, с дверьми) позволяет укомплектовать здания различного назначения.

Здания оборудованы подвесными кранами.

Техническая характеристика здания: пролет 18 м, высота 9 м. Степень огнестойкости третья. Сейсмичность 9 баллов, грузоподъемность кранов 5 т. Здания рассчитаны на эксплуатацию в IV снеговом и III ветровом районах с расчетной температурой воздуха до минус 40°С.

Расход материалов на 1 м^2 общей площади: стали 95 кг, профилированного листа 32 кг, утеплителя 58,6 кг.

Экономический эффект составляет 3,34 р/м^2.

Унифицированные сборно-разборные здания построены при сооружении Нижневартовской и Уренгойской ГРЭС.

При строительстве объектов энергетического, промышленного и административно-бытового назначения применяются также двухэтажные быстромонтируемые железобетонные здания.

Основным конструктивным элементом их является секция шириной 3 м, состоящая из кровельной и двух стеновых панелей, двух панелей перекрытия и колонны. В секцию могут входить лестничные площадки и марши. Стеновые панели имеют оконные, дверные и специальные проемы.

Пролет зданий 12 м; нагрузка на перекрытие второго этажа 500, 800, 1000 кг/м^2; максимальная масса одного элемента БМЗ 3 т.

Расчетная температура наружного воздуха минус 40°С. Район нагрузки IV снеговой и IV ветровой.

По сравнению со зданиями из типовых конструкций (серия ИИ-041) при строительстве двухэтажных быстромонтируемых зданий экономится 9 кг металла, 0,12 м^3 бетона, трудозатраты сокращаются на 0,12 чел.-дн. на 1 м^2, а сметная стоимость — на 5 р. на 1 м^2. Экономический эффект от внедрения составляет 7 р/м^2.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

К СВЕДЕНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

С 27 мая по 5 июня 1987 г.
в Москве состоится
2-я Международная выставка

«Технология изготовления строительных материалов и конструкций»
СТРОЙИНДУСТРИЯ-87

ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- средства автоматизации производственных процессов на предприятиях стройиндустрии;
- изделия химической промышленности для промышленного, сельскохозяйственного и жилищно-гражданского строительства;
- технологические процессы и оборудование для производства прогрессивных строительных материалов и конструкций, в том числе энергосберегающие;
- индивидуальные и групповые средства защиты работающих;
- механизированный инструмент для строительных и монтажных работ;
- строительные манипуляторы;
- микропроцессорная техника для бетоносмесительных, асфальтосмесительных и других установок;
- приборы для экспресс-диагностики, контроля расхода топлива, тахографы;
- строительные материалы;
- спецодежда строительных рабочих.

Во время работы выставки организуется цикл научно-технических докладов советских и зарубежных ученых и специалистов и показ кинофильмов по тематике выставки.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru