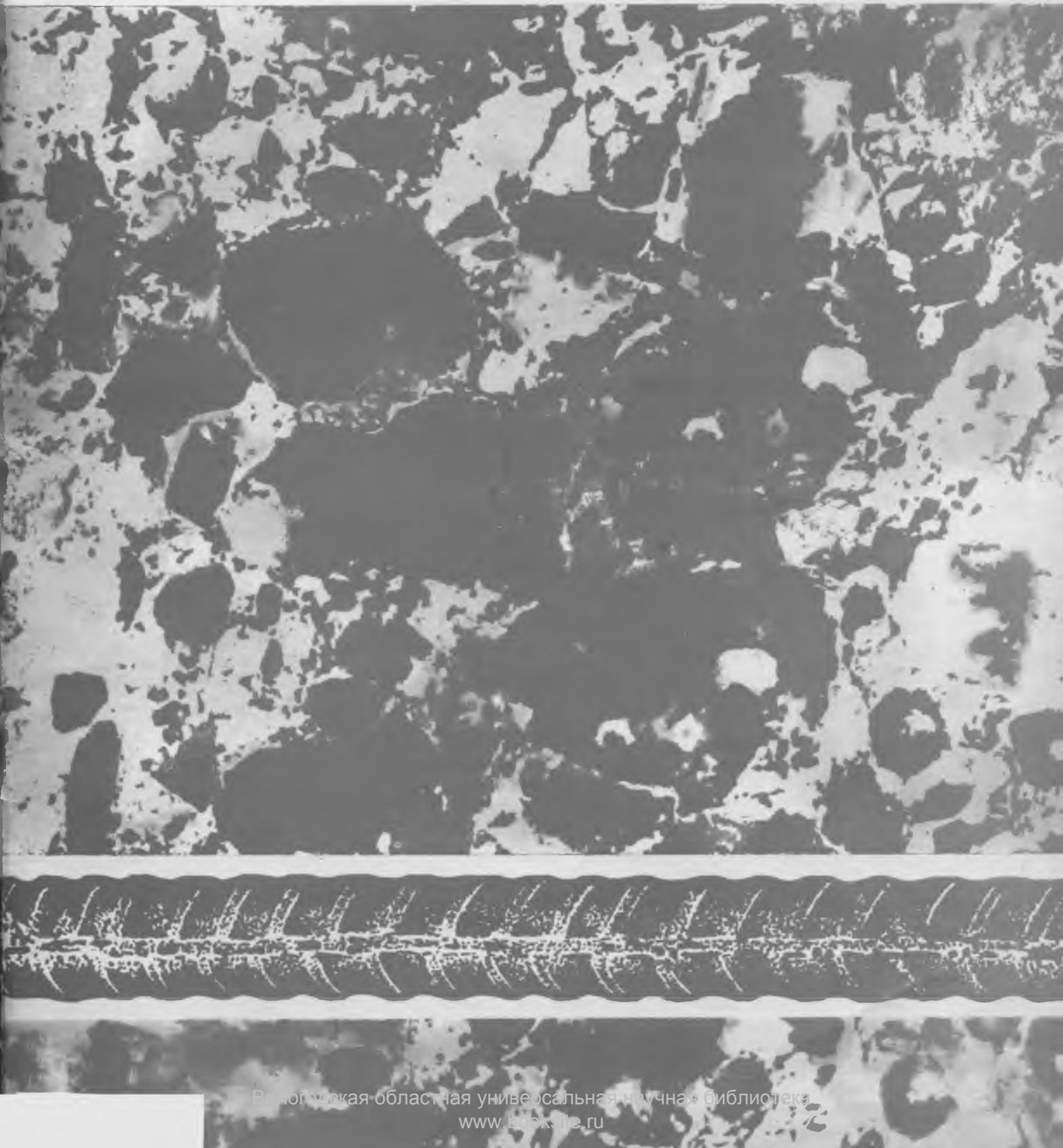


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

3

1996





приглашает Вас принять участие во 2-й международной выставке



"ЭКСПОГОРОД-96"

22—26 июля 1996 г.

Москва, Выставочный комплекс на Красной Пресне, пав. № 2

На выставке Вы ознакомитесь с достижениями городов России, СНГ, с передовым опытом больших и малых городов мира.

Тематика выставки:

- тенденции и перспективы развития современных городов и градостроительства
- городское хозяйство
- муниципальная медицина
- развитие промышленности
- муниципальные и правоохранительные службы
- регулирование уличного движения
- пожарная безопасность
- защита окружающей среды
- информатика
- реклама
- бытовая техника, предметы интерьера

Время работы выставки: с 10 до 18 часов.

Выставка организуется ЗАО "Экспоцентр" под патронажем правительства и мэрии Москвы, при поддержке Российского союза промышленников и предпринимателей, Комитета РФ по машиностроению, Министерства строительства РФ.

За справками обращаться по адресу:

123100, Москва, Краснопресненская набережная, 14, ЗАО "Экспоцентр", фирма "Межвыставка", "Экспогород-96",

ф а к с (095) 205-60-55, т е л е ф о н (095) 255-37-38

Проезд: ст. метро "Улица 1905 года", далее авт. № 12 или 12-экспресс до остановки "Выставочный комплекс"

Учредители:
НИИЖБ, ВНИИжелезобетон, АК «Полимод»

СОДЕРЖАНИЕ

Вопросы реконструкции и восстановления

*Новгородский В.И., Ли А.Д., Шишкин В.Я., Карпунин Л.А.,
Внукова Л.А.* Усиление монолитного железобетонного
перекрытия 2

Бетоны

*Лагойда А.В., Гныря А.И., Подласова И.А., Дудка Б.В.,
Саркисов Ю.С.* Прогнозирование внутреннего неизотермического
массопереноса на начальном этапе выдерживания бетона 7
Топильский Г.В., Алданов Е.А., Фролова Л.Н. Клеевые
минеральные композиции для строительных изделий 11

Строительное производство

Рериха Я., Амбарцумян С., Шапиро А., Мартиросян А.
Прогрессивная опалубка 14

Использование промышленных отходов

Багров Б.О., Васильева Т.Д., Серых Р.Л. Бетоны на безобжиговом
капсулированном заполнителе на основе осадка станций аэрации . . . 16

Долговечность

Степанова В.Ф. Проблема долговечности железобетона
в современном строительстве 18

Стандарты и нормативные документы

Коршунов Д.А., Собко В.И. О комплексе технических условий
на сборный железобетон 20

Зарубежный опыт

Хаятин Ю.Г. Повышение плотности бетона за счет создания
“кристаллизационного барьера” 21
Иссерс Ф.А., Сасонко Л.В. Реконструкция многоэтажных зданий
в центре города 25

Информация

Нурмиев Г.Н. “Стройтех-95” 27

Библиография

Интересная монография 31



Москва

Издательство
литературы
по строительству

УДК 69.025.222:69.059.3

В.И. НОВГОРОДСКИЙ, А.Д. ЛИ, кандидаты техн. наук (ЦНИИЭПсельстрой);
 В.Я. ШИШКИН, канд. техн. наук (АОЗТ НПП "Фундаментстройпроект");
 Л.А. КАРПУНИН, Л.А. ВНУКОВА, инженеры (АОЗТ "Рот-Фронт")

Усиление монолитного железобетонного перекрытия

Карамельный цех АОЗТ "Рот-Фронт" расположен в 4-этажном каркасном здании размером в плане 18х72 м с цокольным этажом, который ис-

пользуется как склад сахара. Здание построено и введено в эксплуатацию в 30-е годы. Несущие элементы каркаса выполнены из монолитного железобе-

тона и включают колонны и ребристое перекрытие с балочными плитами (рис. 1). Шаг колонн в продольном направлении составляет 5,5 м и поперечном — 6,0 м. Склад сахара расположен в осях 6—8/А—Г и имеет габариты 11х18 м. Главные балки длиной 18 м являются трехпролетными неразрезными, а второстепенные балки с шагом 2 м — двухпролетные с шарниром в зоне температурного шва (в виде ступенчатой консоли). Железобетонные конструкции армированы сталью класса А-1 $\varnothing 20$ —22 мм, плита — сетками из холодносплюсненной проволоки $\varnothing 6$ —8 мм. Стены самонесущие из глиняного кирпича и шлакоблоков толщиной 0,5 м, фундаменты ленточные под стенами и в виде отдельных подушек под колоннами. Основанием являются пески желтые, преимущественно мелкие, местами глинистые, уровень грунтовых вод находится на глубине 3,4—3,5 м.

При эксплуатации на строительные конструкции сиропного отделения воздействуют газообразная среда, технологические жидкости, содержащие сахар и органические кислоты, а также сахарная пыль. Влажностный режим эксплуатации помещений оценивается по СНиП II-3-79 как влажный на складе сахара и мокрый в сиропном отделении. Кроме того, постоянные испарения из технологических емкостей и сбросы пара приводят к выпадению конденсата на поверхность конструкций и образованию плесени. Сахар, растворяясь в воде или в жидкой фазе бетона, может окисляться с образованием органических кислот, которые заметно снижают прочно-

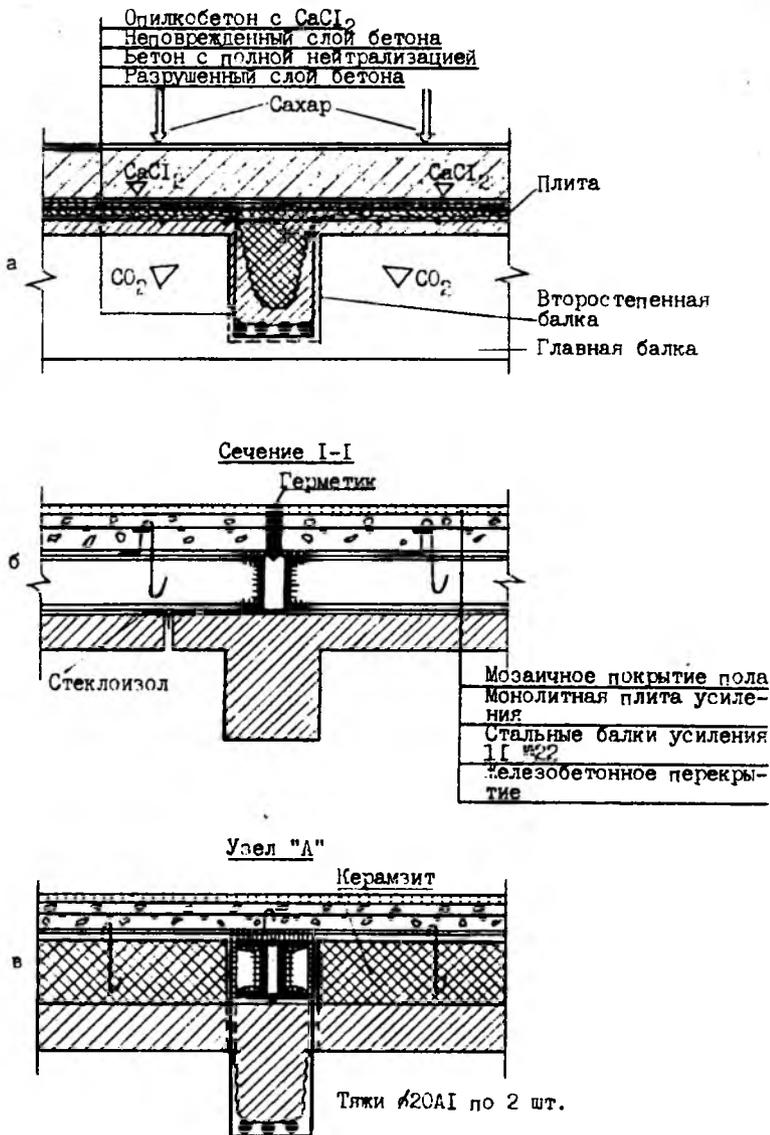


Рис. 1. Коррозионное повреждение монолитного железобетонного перекрытия и схема его усиления

а — схема коррозионного повреждения монолитного железобетонного перекрытия; б — усиление перекрытия в районе деформационного шва; в — усиление второстепенной балки

Оценка состояния арматуры, баллы	Характер коррозионного повреждения	Величина коррозии, %, по площади/по сечению
0	Поверхность чистая	0/0
1	Поверхностный налет ржавчины	10/<1
2	Слоистая коррозия или язвы	25/<5
3	Слоистая коррозия	50/<15
4	Слоистая коррозия, обрыв стержней	100/>15

сть бетона. С учетом вышеизложенного, на элементы строительных конструкций воздействуют среды: слабоагрессивная — колонны (выше отм. +0,5 м) на складе сахара и перекрытия; среднеагрессивная — нижняя часть колонн и полы на складе сахара, все конструкции сиропного отделения.

Работы по обследованию состояния железобетонных конструкций выполнялись МНИИТЭ-Пом в 1992 г., НИИЖБом в 1994 г., ЦНИИЭПсельстроем в 1995 г. и обусловлены сильными повреждениями и необратимыми деформациями перекрытия склада сахара.

В настоящей статье изложены результаты обследования ЦНИИЭПсельстроя. Методика обследования была общепринятой — на первом этапе состояние конструкций оценивали по внешним признакам, далее — по внутренним характеристикам с определением следующих параметров: прочность по ГОСТ 22690—88, толщины защитного слоя бетона по ГОСТ 22904—78, деформаций конструктивных элементов по ГОСТ 8829—85, ширины раскрытия трещин и категорий состояния конструкций по методике НИИЖБа [1]. При этом коррозионное состояние стальной арматуры оценивали по табл. 1.

Результаты обследования показали, что прочность бетона в элементах конструкций чаще всего является достаточно высокой (300—350 кг/см²) в колоннах, балках и несколько ниже в плите (около 250 кг/см²). Однако интенсивное разрушение защитного слоя бетона произошло повсеместно во второстепенных балках со стороны сиропного отделения (при этом ступенчатые консоли разрушены полностью)

и частично в главных балках. Плита перекрытия повреждена в меньшей степени, но в связи с разрушением консолей второстепенных балок в зоне температурного шва деформации перекрытия составили 200—250 мм и были ограничены элементами усиления, которые частично опи-

рались на технологические емкости.

Причиной разрушения защитного слоя бетона является его глубокая нейтрализация кислотными газами (преимущественно CO₂) при неблагоприятном температурно-влажностном режиме эксплуатации (рис. 2, табл. 2).

Длительность полной нейтрализации (t_2) защитного слоя бетона (X_2) оценивали по формуле $t_2 = t_1(X_2/X_1)^2$, где X_1 — глубина нейтрализации бетона в возрасте t_1 [2].

Расчеты по приведенной выше формуле показали, что длительность полной нейтрализации защитного слоя бетона для различных конструктивных элементов неодинакова (см. табл. 2). При этом интенсивная коррозия

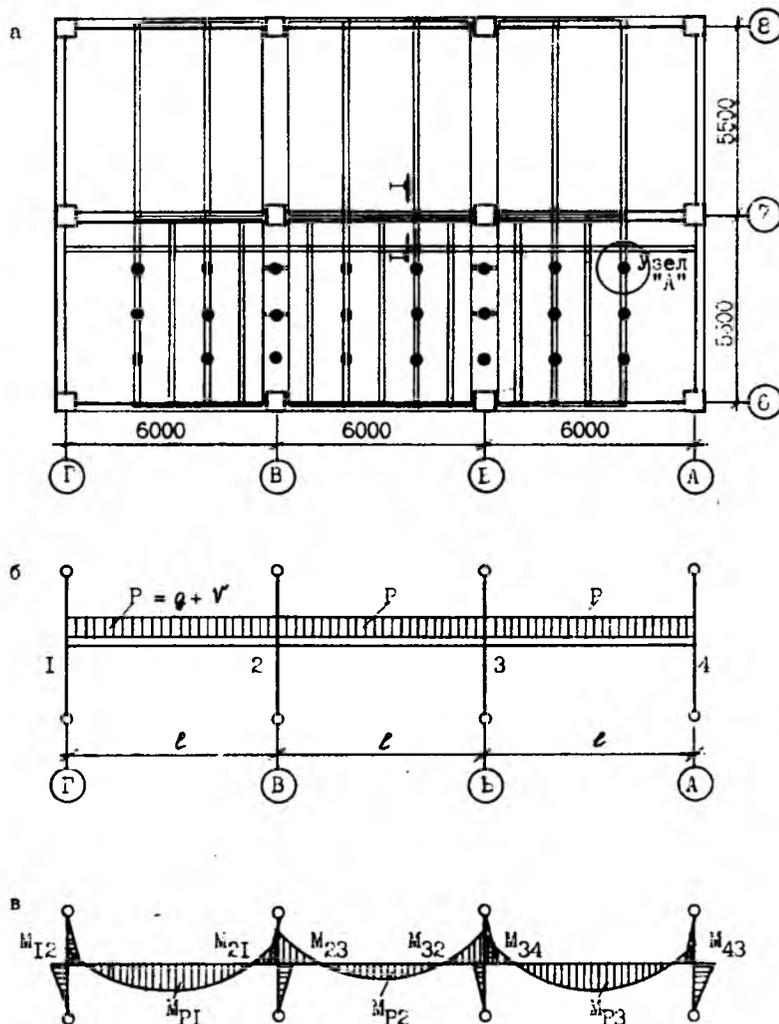


Рис. 2. План перекрытия сиропного отделения со схемой усиления

а — схема расстановки стальных балок усиления; б — расчетная схема главной балки; в — эпюра моментов

Таблица 2

Элементы конструкций	Толщина защитного слоя бетона, мм	Глубина нейтрализации бетона, мм	Длительность полной нейтрализации защитного слоя, годы	Расчетная величина уменьшения диаметра арматуры, мм*
Балки:				
главные	25–27	50–60	13,5	3,3
второстепенные	20–25	50–60	10,1	4,0
Плита:				
снизу	20–25	30–35	28,8	2,2
сверху	15–20	13–15	60,0	0
Колонны:				
до отм. +0,5	40–45	50–60	32,8	1,8
выше отм. +0,5	40–45	20–25	113,0	0

*Примечание. Скорость коррозии арматуры в среднеагрессивной среде 0,05 мм/год.

стальной арматуры с раскрытием продольных трещин начинается в этих условиях еще через 10 лет после достижения "фронтом" нейтральной поверхности арматуры.

При вскрытии пола было установлено, что выравнивающий слой местами выполнен из опилкобетона, содержащего значительное количество хлористого кальция (до 2% по массе). В условиях продолжительного контакта с плитой из монолитного железобетона хлорид-ионы проникли в защитный слой на глубину до 15 мм и являлись дополнительным возможным стимулятором коррозии арматуры даже при высокой щелочности жидкой фазы бетона.

Разрушающее воздействие сахара на бетон обнаружено только в нижней части колонн склада сахара и в некоторых колоннах подвала.

Оценивая общее техническое состояние элементов монолитных железобетонных конструкций склада сахара, мы пришли к выводу о том, что аварийное состояние перекрытия в осях обусловлено полным разрушением (V категория) ступенчатых консолей второстепенных балок, а крайне неудовлетворительное состояние второстепенных балок и нижней части колонн (категория IV) потребовало разработки мероприятий по их разгрузке или усилению. Плита перекрытия и главные балки (категория состояния III) могли быть использованы при соответствующем их восстановлении и включении в работу перекрытия.

Несущая способность конструктивных элементов, имеющих отмеченные выше коррозионные повреждения, определена по известным нормативным документам, при этом приняты следующие исходные данные (табл. 3).

Расчетные схемы главных и второстепенных балок, находящихся под действием постоянных и временных (полезных) нагрузок, приведены на рис. 2, а возникающие в них максимальные моменты показаны в табл. 4.

Проверочные расчеты железобетонных конструкций сироп-

ного отделения, выполненные после их инструментального обследования с учетом фактических размеров сечений элементов и характеристик материалов, показали, что несущая способность главных балок снизилась на 25–30%, а второстепенных балок — на 30–35%.

Учитывая существенное снижение несущей способности конструкций и то, что в районе температурного шва перекрытие находится в аварийном состоянии, было рекомендовано провести реконструкцию перекрытия с усилением его конструкций. На основании разработанных предложений руководство АОЗТ "Рот-Фронт" приняло решение о срочном проведении ремонтно-восстановительных работ, которые выполнены строительной организацией АОЗТ НПП "Фундаментстройпроект". Авторский надзор осуществлялся сотрудниками лаборатории долговечности конструкций ЦНИИЭПсельстроя.

При подготовке и проведении работ учитывали необходимость их выполнения в течение месяца (период остановки производства), а также насыщенность помещений сиропного отделения

Таблица 3

Конструкции	Нагрузка P + v	Прочность бетона, кг/см ²		Диаметры арматуры, мм класса А-1	
		расчетная в исходном состоянии	фактическая в период обследования	в исходном состоянии	с учетом коррозионных повреждений
Колонны	33 т	200	300	20	18,2
Главные	11 т/м.п.	200	320	22	18,7
балки	5,5 т/м.п.	200	320	20	16,7
Второстепенные балки	4 т/м.п.	200	350	20	16,0
Плита перекрытия	2 т/м ²	200	250	8	5,8

Таблица 4

Конструктивные элементы	Максимальные моменты, тм	
	пролетный	опорный
Главные балки:		
по оси "6"	12,70	18,02
по оси "7"	25,40	39,60
по оси "8"	12,70	18,02
Второстепенные балки:		
по оси А/6–7	3,51	6,25
по оси А/7–8	2,09	4,16
по оси Б/6–7	7,03	12,50
по оси Б/7–8	4,17	8,33

технологическим оборудованием. С учетом этого была предложена и реализована следующая схема усиления перекрытия:

а — дробление и удаление слоев бетона и опилкобетона толщиной 150—350 мм до поверхности монолитной железобетонной плиты перекрытия;

б — установка балочных клеток (см. рис. 2) из спаренных швеллеров, рассчитанных на восприятие полной нагрузки;

в — выравнивание деформированной консольной части перекрытия до первоначального положения при помощи 10-тонных гидродомкратов с их установкой на металлические балки (см. рис. 2). При этом тяжи из арматурной стали А-1 \varnothing 20 мм после подъема перекрытия приваривали к металлическим балкам, благодаря чему положение монолитного железобетонного перекрытия фиксировалось на требуемом уровне;

г — устройство монолитной железобетонной плиты толщиной 80 мм по стальным балкам с предварительной засыпкой пространства между балками слоем керамзита (200 мм).

Применение балочных клеток из достаточно мощных металлических элементов обеспечивает надежное восприятие и передачу нагрузок на главные балки. Благодаря свободному опиранию балочных клеток на главную балку по оси "7" вся конструкция, расположенная на старой железобетонной плите перекрытия между осями "6" и "7", может перемещаться в пределах ширины деформационного шва, т.е. сохраняется прежняя схема работы конструкций.

Основной объем работ по усилению и реконструкции перекрытия выполнялся сверху, над усиливаемым перекрытием в помещении склада сахара, относительно свободно от технологического оборудования, а не внизу в сиропном отделении, насыщенном громоздким технологическим оборудованием, в стесненных условиях, под перекрытием, находящимся в аварийном состоянии. В сиропном отделении выполнялись только работы, связанные с усилением главных балок по осям "6" и "7".

Балка по оси "6" усиливалась путем установки снизу рамных конструкций из металлического проката и располагаемых под растянутой зоной в каждом пролете балки.

Для разгрузки балки по оси "7" была использована система опор из стальных труб и рамных конструкций из стального проката, которая была установлена ранее под консольной частью второстепенных балок рядом с температурным швом для ограничения дальнейшей деформации перекрытия.

Под воздействием эксплуатационных нагрузок элементы перекрытия деформируются, и система включается в работу. На нее передается нагрузка от консольной части второстепенных балок, при этом уменьшается грузовая площадь на главную балку по оси "7", и она в значительной степени разгружается. В результате нагрузка снижается с 11,0 до 6,7 т/м.п., и несущая способность главной балки по оси "7" обеспечивается.

Вся работа по реконструкции с усилением перекрытия сиропного отделения была проделана бригадой из 6 человек (АОЗТ НПП "Фундаментстройпроект") за август 1995 г. и позволила запустить производство в планируемые сроки.

АОЗТ НПП "Фундаментстройпроект" выполнил также усиление грунтов оснований фундаментов вафельного цеха и сиропного отделения в соответствии с требованиями проекта, разработанного НИИОСП им.Н.М. Герсеевича под руководством д-ра техн. наук, проф. П.А. Конова.

Проектом предусматривалось устройство наклонных щебеночных свай фундаментов методом уплотнения, запатентованным 23.03.93 г. (патент № 2026926). Принцип усиления состоит в проходке наклонных скважин вдоль ленточных фундаментов с помощью пневмопробойников диаметром 130 мм. Проходку скважин заканчивают на глубине активной зоны, что в данном случае составляет 1—1,5 м ниже подошвы фундамента. После реверсирования пневмопробойники извлекают и в скважины засыпают щебень мелкой фракции.

Затем проходку повторяют и снова засыпают щебень до получения требуемого его объема по расчету. В результате под подошвой фундамента образуется уплотненная зона грунта с необходимыми параметрами, которые определяются путем варьирования типов пробойника, глубиной скважин и объемом щебня в них.

Качество уплотнения грунта в скважинах контролировали зав. лабораторией НИИОСП, д-р техн. наук, проф. В.И. Шейнин и канд. техн. наук Э.А. Мотовилов. На основе данных об уплотнении грунта и в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83 выполнили расчеты грунтов оснований по деформациям. Расчетное сопротивление грунта основания после уплотнения составляет 566—603 кПа (6 кгс/см^2), что превышает давление по подошве фундаментов.

Примененный метод усиления конструкций и производства работ по сравнению с другими, например с усилением железобетонных конструкций методом наращивания сечений, имеет определенные преимущества, так как не требует выполнения: большого объема арматурных и бетонных работ; опалубочных работ; устройства большого числа отверстий в старом железобетонном перекрытии; специальной подвижной бетонной смеси с заполнителем мелкой фракции; продолжительных технологических перерывов.

Способы и методы производства работ, использованные при реконструкции и усилении перекрытия сиропного отделения карамельного цеха АОЗТ "Рот-Фронт" (устранение деформаций перекрытия путем поддомкрачивания, устройство нового перекрытия с использованием балочных клеток из металлического проката, обеспечение работы деформационного шва), могут быть применены и на других объектах при выполнении аналогичных работ.

Для повышения долговечности конструкций и эксплуатационных качеств покрытия пола рекомендуются следующие мероприятия:

1 — восстановление защитного слоя железобетонных кон-

струкций специальными ремонтными составами из мелкозернистого бетона с добавками стабилизаторов ржавчины;

2 — нанесение на поверхность металлических элементов усиления лакокрасочных покрытий группы ШХ-4(110) из материалов, разрешенных для предприятий пищевой промышленности;

3 — устройство покрытия пола из мозаичного бетона толщиной 20—25 мм с гидрофобизирующими добавками.

При выполнении работ по усилению и восстановлению монолитных ребристых перекрытий с балочными плитами в помещениях, насыщенных технологическим оборудованием, при дефиците времени рекомендуется использовать системы из металлических элементов для усиления второстепенных и главных железобетонных балок. Плиту следует использовать в качестве подвесного потолка при установке металлических элементов усиления над перекрытием или восстанавливать ее работоспособность методом наращивания железобетона сверху (при размещении металлических элементов усиления под перекрытием).

Применение ступенчатых консолей второстепенных балок в зоне температурного шва в условиях воздействия повышенных температуры и влажности воздуха является основной причиной значительных разрушений и деформаций перекрытия. Такое конструктивное решение неремонтопригодно и не рекомендуется к применению при строительстве производственных зданий.

Библиографический список

1. Рекомендации по оценке состояния железобетонных конструкций при эксплуатации в агрессивных средах. М., НИИЖБ, 1984.

2. Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. // "Бетон и железобетон" — 1969. — № 4.

3. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. М.: 1985.

4. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. М., Стройиздат, 1985.

Перечень международных и российских научно-технических конференций, проведение которых намечено в 1996 г.

Наименование	Место проведения	Время проведения
Новые материалы в машиностроении, строительстве, сельском хозяйстве	г.Вологда, Вологодский политехнический институт	Июнь
Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта	103005 Москва, ул.Образцова, 15, Московский государственный университет путей сообщения	Сентябрь
Архитектура и рынок	620219 г.Екатеринбург ул.К.Либкнехта, 23, Уральская государственная архитектурно-художественная академия	Сентябрь
Современные проблемы строительного материаловедения	г.Казань, 420043 ул.Зеленая, 1, Казанская государственная архитектурно-строительная академия	Сентябрь
Автоматизированные информационные системы при строительстве и эксплуатации зданий, сооружений и объектов жизнеобеспечения	443001 г.Самара, ул.Молодогвардейская, 194, Самарская государственная архитектурно-строительная академия	Сентябрь
Энергообработка смесей в строительстве	600026 г.Владимир, ул.Горького, 87, Владимирский государственный технический университет	Октябрь
Современные проблемы совершенствования и развития металлических, деревянных и пластмассовых конструкций	г.Самара, СамГАСА	Октябрь
Лессовые просадочные грунты: исследование, проектирование, строительство	656099 г.Барнаул, просп.Ленина, 46, Алтайский государственный университет им.И.И.Ползунова	Октябрь
Проблемы инвестиционно-строительной деятельности	г.Владимир, 600029, ул.Горького, 87 Владимирский государственный технический университет	Октябрь

Более подробные сведения о перечисленных мероприятиях можно получить в Головном совете Госкомитета высшей школы РФ у Костина Ивана Христофоровича (тел. 183-34-29) или у Ученого секретаря Отделения строительных наук РААСН Римишина Владимира Ивановича (тел. 926-80-81)

А.В. ЛАГОЙДА, д-р техн.наук, проф. (НИИЖБ), А.И. ГНЫРЯ, д-р техн.наук, проф., И.А. ПОДЛАСОВА, канд.техн.наук, Б.В. ДУДКА, канд.физ.-мат.наук, Ю.С. САРКИСОВ, канд.хим.наук (Томская ГАСА)

Прогнозирование внутреннего неизотермического массопереноса на начальном этапе выдерживания бетона

Массоперенос в капиллярно-пористых телах возможен при наличии градиентов температуры, влажности и давления [1]. Из них для свежееотформованного бетона наиболее существенным является градиент температуры. Это обусловлено тем, что выдерживание бетона в основном производят при нормальном атмосферном давлении, а технологией производства работ предусматривается защита открытой поверхности конструкций, практически исключая влажностный градиент за счет испарения. Температурный градиент по сечению конструкций при существующих способах выдерживания бетона исключить практически невозможно. Вызванный теплообменом с окружающей средой или в результате тепловой обработки, он обуславливает перемещение влаги в область с пониженной температурой. В итоге изменяется водоцементное отношение цементной пасты по направлению температурного градиента, формируется неоднородный це-

ментный камень с направленной пористостью [2].

Для прогнозирования процесса массопереноса, то есть для расчета влажностных полей, применялся метод математического моделирования. Массоперенос рассматривался применительно к цементной пасте, как наиболее активной и важной составляющей бетона, формирующей его микроструктуру. Задача неизотермического внутреннего массопереноса формулировалась в виде системы следующих уравнений теплопроводности и массопереноса [1, 3]:

$$\partial T / \partial \tau = a_1 \partial^2 T / \partial x^2 + f_1, \quad (1)$$

$$\partial U / \partial \tau = \partial (D_U \partial U / \partial x + D_T \partial T / \partial x) / \partial x - f_2, \quad (2)$$

где: T – температура; U – влажность; τ – время; a_1 – коэффициент температуропроводности бетонной смеси; D_U, D_T – коэффициенты изотермического и неизотермического массопереноса; f_1, f_2 – функции тепловыделения цемента и связывания воды.

Основная проблема в решении задачи состояла в определении коэффициентов массопереноса цементной пасты. Они характеризуют количество влаги, переместившееся за единицу времени через единичное сечение под действием единичного градиента влажности $\partial U / \partial x$ или температуры $\partial T / \partial x$. Как правило, в материалах со сложившейся структурой D_U и D_T измеряют экспериментально в зависимости от влажности, температуры, вида материала и других параметров. После накопления достаточного количества значений D_U и D_T данные обобщают набором математических функций для конкретных видов материала [3, 4]. К меняющейся структуре цементной пасты применение этого подхода затруднено не только малым количеством данных по этим коэффициентам, но и отсутствием совершенной методики их измерения. Поэтому определение коэффициентов массопереноса осуществляли расчетным путем, а эксперимент

использовали в качестве проверки надежности расчета.

Так как цементную пасту с момента затворения характеризуют как высоковлажное капиллярно-пористое тело [5], то массоперенос в такой системе рассматривали как фильтрацию, то есть движение влаги в пористом теле под действием градиента приложенного давления. Тогда коэффициенты массопереноса представлялись в виде скорости фильтрации V , описываемой законом фильтрации Дарси:

$$V = K \delta P / \delta x = (k/\mu) (\delta P / \delta x), \quad (3)$$

где: K - коэффициент фильтрации; P - давление; k - проницаемость; μ - вязкость.

Возможность применения уравнения фильтрации для определения коэффициентов массопереноса в цементных пастах обусловлена соответствием границ и условий применения этого закона: наличием капиллярно-пористой структуры; наличием заполненных капилляров; отсутствием турбулентности потока вследствие большой инертности системы; соответствием величин скорости переноса [6, 7].

Такой подход, называемый микрогидродинамическим [1, 8], применим для расчета коэффициентов массопереноса, если

известны геометрические (структурные) характеристики системы и давление, вызванное градиентами температуры и влажности. Для этого требовалось разработать методику расчета структурных характеристик и величины давления, вызванного изменением температуры и влагосодержания системы.

Характерной особенностью цементной пасты до схватывания является ее тиксотропность, то есть обратимость структуры без изменения ее свойств при разрушении, которая обусловлена наличием пленки продуктов гидратации на цементных частицах, временно замедляющей твердение. На этом основании цементная паста представлялась в виде системы одинаковых шарообразных оводненных частиц. Жидкая фаза располагалась в сольватных оболочках цементных частиц и в капиллярах, ими образованными. Плотность ρ_2 и количество адсорбированной жидкости K_2 принимали равными [9]:

$$\rho_2 = \rho_3 Z / (Z - 0,292), \quad (4)$$

$$K_2 = 0,876 K_{н.г.} \quad (5)$$

$$Z = (B/\Omega) / K_{н.г.} \quad (6)$$

где: ρ_3 - плотность капиллярной воды; Z - безразмерный

коэффициент; $K_{н.г.}$ - коэффициент нормальной густоты цемента (нормальная густота/100%); B/Ω - водоцементное отношение.

Тип упаковки шарообразных частиц и пористость m такой структуры определяются углом упаковки φ [10]:

$$m = 1 - \pi/6(1 - \cos\varphi) x$$

$$x(1 + 2\cos\varphi)^{1/2}. \quad (7)$$

Предельные значения пористости (0,5 и 0,255) соответствуют величинам угла $\varphi = 90^\circ$ для кубической и $\varphi = 60^\circ$ для гексагональной упаковок. Зная объем, занимаемый адсорбированной жидкостью, определяемый по (4,5) и объем, занимаемый частицей цемента, можно определить пористость цементной пасты:

$$m = \xi (V_3 - V_1) / (V_1 + V_2 + V_3), \quad (8)$$

где: V_1, V_2, V_3 - объемы частицы цемента, адсорбированной жидкости и капиллярной воды; ξ - коэффициент, учитывающий уменьшение пористости за счет образования зон застойной жидкости [10], здесь:

$$\xi = 1 - 0,114(1 - m)/m, \quad (9)$$

$$V_1 = \pi d_1^3 / 6, \quad (10)$$

$$d_1 = 6S / \rho_1, \quad (11)$$

где: d_1 - диаметр частицы цемента; S - удельная поверхность цемента; ρ_1 - плотность цемента.

Диаметр частицы цемента с учетом адсорбированной жидкости составит:

$$d_2 = d_1 (1 + 0,876K_{нг} \rho_1 / \rho_2)^{1/3}. \quad (12)$$

Приравнивая свободную от оводненных частиц площадь сечения элементарной ячейки к площади сечения цилиндрического капилляра, пронизывающего эту ячейку, получим формулу для расчета его радиуса:

$$r = d_2 (\sin\varphi / \pi - 0,25)^{1/2}. \quad (13)$$

Угол φ находится из формулы (7). Если его величина близка к 60° , то в ячейке образуется два капилляра с радиусом $r' = r/2$. Когда он близок к 90° , в ячейке один капилляр с радиусом r . Согласно нашим исследованиям, при $V/C < 1,65K_{нг}$ ячейку пронизывают два капилляра.

В табл. 1 приведены размеры радиусов капилляров, рассчитанные по различным методикам. Как видно, расчет по предложенной методике не противоречит полученным ранее результатам.

Кроме пористости и радиуса капилляра, другой важной

структурной характеристикой, необходимой для расчета фильтрации, является проницаемость, которая отражает свойство материала пропускать через себя жидкость под действием приложенного давления.

На основании анализа известных зависимостей [10, 11] проницаемость цементного теста k рассчитывали по формуле Терцаги:

$$k = \epsilon m^2 d_2^2 / (1 - m)^{2/3}, \quad (14)$$

где: ϵ - коэффициент, учитывающий характер поверхности частиц, для цементных частиц принимаемый равным 1,0.

Так как объем адсорбированной жидкости зависит от количества воды затворения, то радиус капилляра, пористость и проницаемость также зависят от влагосодержания цементной пасты. С его ростом значения указанных величин возрастают как за счет утолщения сольватных оболочек частиц цемента, так и за счет изменения угла упаковки. При значениях $V/C > 1,65K_{нг}$ происходит разрушение системы - имеет место заметное водоотделение цементной пасты [9].

Как видно из уравнения (2), общий поток влаги в свежоотформованном бетоне рассматривается как сумма двух составляющих - изотермической

($D_0 \partial U / \partial x$) и неизотермической ($D_T \partial T / \partial x$). Такое разделение в большой степени условно, поскольку в реальных системах эти потоки взаимосвязаны и могут влиять друг на друга.

На основании анализа возможного механизма неизотермического потока в свежоотформованном бетоне наиболее вероятным представляется термокапиллярно-менисковый, так как он не исключает, а предполагает высокую влажность, в том числе и наличие заполненных капилляров в сочетании с достаточно высоким содержанием вовлеченного воздуха, обуславливающего существование менисков. Кроме того, явление гистерезиса смачивания, осложняющего термокапиллярно-менисковый поток в жестких структурах, может полностью исключаться наличием оводненных стенок капилляров.

Экспериментальные данные [2] свидетельствуют о существовании термокапиллярно-менискового потока в бетонах с противоморозными добавками. Это позволяет говорить о действии рассматриваемого механизма вплоть до температур замерзания раствора затворения, в то время как верхней температурной границей его действия является, видимо, температура $90^\circ C$, так как при

Таблица 1

В/Ц	Радиус капилляра, $r \times 10^{-6}$ м, по			
	данным работы			формуле (13)
	[5]	[7]	[10]	
0,4	1,5	2,1	5,5	0,6
0,7	5,0	3,9	7,5	3,1

больших ее значениях становиться более значимым "пузырьковый" механизм термопереноса влаги [7].

Термокапиллярно-менисковый механизм основан на капиллярной теории и представлении пористого тела системой капиллярных трубок, заполненных водой, образующей мениски. В неизотермических условиях жидкость перемещается вследствие разности поверхностных натяжений менисков, а значит и капиллярных давлений. Если жидкость в капиллярном теле находилась в равновесии, возникновение градиента температуры, нарушающего первоначальные температурные условия, приведет к появлению перепада гидравлического давления:

$$\Delta P_s = (\partial P_s / \partial T) \Delta T = (P_s / G) \Delta T (\partial G / \partial T), \quad (15)$$

где: P_s - капиллярное давление; G - поверхностное натяжение; ΔT - разность между равновесной и новой температурой в области мениска [3].

Это давление вызывает пуйазелевский поток жидкости в сторону меньшей температуры, по природе совершенно такое же, как давление, вызванное любым другим способом. Ледообразование может увеличить поток влаги в холодную сторону за счет дополнительного

механизма переноса в зоне "лед-вода" [3].

Изотермический перенос жидкости, связанный с перепадом влажности, может быть вызван как неоднородностью структуры (капиллярное впитывание), так и градиентами концентрации (осмос) и электрического заряда (электроосмос). При этом имеются в виду заполненные капилляры, так как случай пленочного состояния жидкости для рассматриваемой системы неприменим.

Осмотическое или капиллярно-осмотическое течение обусловлено тангенциальными напряжениями сдвига, возникающими в жидкости в зоне диффузионных адсорбционных слоев. Электроосмос, связанный с действием градиента электрического потенциала, появляется при неоднородности распределения подвижных ионов двойного электрического слоя. Такой эффект переноса электрического заряда всегда сопровождается переносом жидкого раствора. В зависимости от соотношения подвижности ионов электроосмос может усиливать или тормозить капиллярно-осмотическое течение.

Так как вода после контакта с цементом представляет собой ионно-солевой раствор, несомненно присутствие этих потоков при появлении гради-

ента влагосодержания [1]. Однако, учитывая небольшую скорость этих потоков [8,12], а также возможность противодействия им термоосмотического и термосамодиффузионного потоков в неизотермических условиях [3], можно без особого ущерба для общего анализа их ролью пренебречь, и в качестве основного механизма изотермического потока принять капиллярное перемещение жидкости. Это течение обусловлено градиентом капиллярного потенциала ψ , вызванного изменением радиусов капилляров:

$$\Delta \psi = 2G / \Delta r. \quad (16)$$

Неоднородность радиусов капилляров r по сечению конструкции будет вызвана термопереносом жидкости, перераспределяющим влагосодержание при наложении температурного поля. Вследствие слабых связей между частицами зависимость $r(U)$ согласно (13) обусловит увеличение радиусов капилляров в области с повышенной влажностью и их уменьшение в менее увлажненной области. Это станет причиной появления градиента капиллярного потенциала - движущей силы изотермического потока.

(Продолжение следует)

Клеевые минеральные композиции для строительных изделий

Омоноличивание строительных изделий клеевыми композициями имеет ряд преимуществ перед традиционными способами омоноличивания. В частности, существует возможность получения в сжатые сроки и при минимальных трудозатратах равнопрочного соединения с бетоном. Приоритетность клеевого омоноличивания изделий подтвердилась и при создании новых технологий строительства энергоэффективных зданий со стеновыми конструкциями из полистиролбетонных опалубочных элементов (ПСБЭ) системы "Юникон", и калиброванных блоков из особо легкого бетона (ОЛБ). Однако

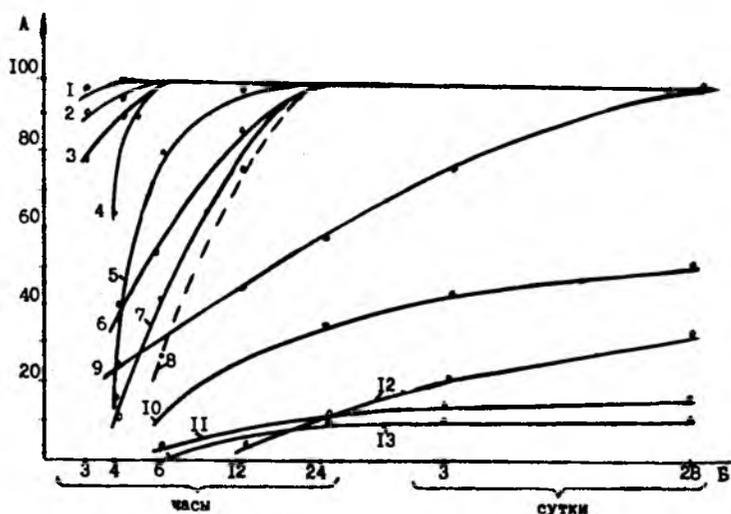
современные строительные клеи дороги, токсичны (эпоксидные, полиуретановые и т.д.) или не отвечают специальным требованиям (цементные, латексные и др.), предъявляемым к клеям для изделий из особо легкого бетона (см. рисунок).

Анализ патентной и технической литературы [1...3] показал целесообразность применения для этих целей жидкостекляных композиций, отличающихся доступной стоимостью, легкостью модифицирования и экологической чистотой. Начиная с 1993 г. во ВНИИжелезобетоне на основе натриевого жидкого стекла разрабатываются

минеральные и полимерминеральные клеевые композиции для ОЛБ с заменой в составе клеев токсичных компонентов (фторсиликата натрия, фурилового спирта и др.) на безопасные белитосодержащие отвердители со спецприсадками. Последние обеспечивают клеям заданные свойства, включая тиксотропность, технологичность при приготовлении и нанесении на изделия, удобные сроки схватывания, ускоренный и регулируемый набор прочности, а также долговечность клеевого соединения (шва). Основными компонентами этих клеев являются отходы топливной, электрометаллургической, нерудной и других отраслей промышленности.

В зависимости от функциональных особенностей разработанные клеи подразделяются на клеи общего назначения (КМК), применяемые для склеивания и ремонта строительных изделий при положительных температурах, клеи зимнего твердения с антифризом (КМК-Х) с температурной областью применения до -20°C и теплозащитные клеи с теплоизоляционным наполнителем (КМК-П) для склеивания изделий из особо легкого бетона. Кроме того, клеи КМК с пигментом могут применяться для шпатлевки и затирки вертикальных и горизонтальных швов, трещин и раковин в потолках, стенах, бетонных полах и лестничных маршах при ремонте квартир и зданий, для приклеивания керамической и цементно-песчаной плитки.

Разработанные композиции относятся к двухупаковочным клеям, содержащим в отдельных потребительских упаковках жидкий и порошкообразный компоненты. Клеи готовят непосредственно перед употреблением путем затворения порошка



Кинематика твердения клеевых соединений (к.с.) образцов полистиролбетона (ПСБ) при $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$

А — Процентное отношение прочности на растяжение клеевого соединения ($R_t^{к.с.}$) к прочности ПСБ ($R_t^{ПСБ} = 0,27 \text{ МПа}$)

Б — Возраст клеевого соединения, $\text{lg} \tau$

Клей: 1 — полимерсиликатный ПСК с отвердителем фторсиликатом натрия (аналог); 2 — минеральный КМК с отвердителем нефелиновым антипиреном; 3 — КМК с добавкой латекса; 4, 5, 7 — водополимерный, соответственно, ЛПМ-3, ЛПМ-1 и ЛПМ-2; 6 — пеноэпоксидный с ГКЖ-94; 8 — полиуретановый импортный (контрольный); 9, 10 — латексный, соответственно БМВ-2 и "Бамбула" (НИИР); 11, 12 — бутилкаучуковый на органическом растворителе; 13 — полистирольный на изоамилацетате

Клеи 1-3, 8 — двухупаковочные, 6 — трехупаковочный, остальные — одноупаковочные

жидким компонентом. Характеристики свежеприготовленного клея (консистенция, конфекционная липкость, жизнеспособность и др.) зависят как от его вещественного состава, так и от массового отношения в клее жидкого компонента (Ж) к порошкообразному (Т) компоненту. Отношение Т:Ж в клее может изменяться от 1,7 до 2,5, расплыв стандартного конуса от 110 до 180 мм, жизнеспособность от 15 до 120 мин. Клей может быть приготовлен в виде пастообразной или жидкотекучей массы, причем последнюю наносят на изделия методом "розлива".

Начальная прочность сцепления (конфекционная липкость) клея с бетоном зависит от отношения Т:Ж и составляет 0,004...0,008 МПа, что обеспечивает стойкость свежесклеенной конструкции стены к резким порывам ветра. Через 30...60 мин после склеивания прочность сцепления клея с бетоном возрастает до 0,04...0,06 МПа. К 28 сут прочность на сжатие клея КМК в зависимости от его состава и условий твердения достигает 12...50 МПа, прочность на изгиб 3...8 МПа, водопоглощение — 10...15 мас.%. Клей КМК-ПС плотностью Д600...Д800 имеет в этом возрасте $R_{сж} = 2,5...4$ МПа.

С повышением температуры среды возрастают скорость твердения и конечная прочность клеев. При сравнительном испытании прочность на сжатие клея КМК (Т:Ж = 2,5) к 28 сут твердения в нормальных и воздушных (без увлажнения) условиях составила 26...28 МПа; подвергнутого воздушно-сыхому прогреву при 40°C (72 ч) — 39 МПа, пропаренного при 80°C — 50 МПа.

Разработанные клеи были испытаны при склеивании полистиролбетона, ячеистого бетона, грунтоблоков и тяжелого бетона. В качестве клея-аналога использовали полимерсиликатную жидкостекольную композицию (ПСК) с отвердителем Na_2SiF_6 и добавкой фурилового спирта.

Результаты испытаний клеевых соединений образцов полистиролбетона приведены в табл. 1, а теплофизические ха-

Шифр клея	Ж:Т	Жизнеспособность, мин	Прочность сцепления (R_c , МПа) с ПСБ в возрасте		
			4 ч	6 ч	1 сут
ПСК (аналог)	1:2,4	50	0,09	0,10	0,17
КМК (2Ш2)	1:1,8	50	0,20	0,23	0,24*
КМК (3Ш2)	1:1,8	30	0,24*	0,25*	0,25*
КМК (2П2)	1:1,8	15	0,17	0,21	0,22
КМК _п (2П2)	1:2,0	15	0,21	0,23	0,24*
КМК-ПС (2П2)	1:1,7	15	0,13	0,16	0,19
КМК-ПС (2Ш2)	1:1,7	55	0,13	0,15	0,18

Примечание. * — разрыв склеенных образцов по полистиролбетону (ПСБ)

Таблица 2

Шифр клея	Плотность, Д, кг/м ³		Влажность, W, мас. %	λ , Вт/(м°C)		$K_{вл}$
	влажного	сухого		влажного	сухого	
КМК	1550	1370	13	0,528	0,383	1,12
КМК-ПС	895	805	11	0,326	0,255	0,63

Примечания. Влажностный коэффициент $K_{вл} = \frac{\lambda_{вл} - \lambda_{сух}}{\lambda_{сух}}$ — коэффициент теплопроводности клея; $\lambda_{ПСБ}$ — с плотностью Д350 — 0,1 Вт/(м°C)

Таблица 3

Шифр клея	Ж:Т	Температура твердения, °С	$R_c^{кв}$, МПа, в возрасте, сут						
			0,17	0,25	1	2	7	14	28
ПСК (аналог)	1:2	-10	0	0	0	0	0,05	0,06	—
КМК (2П2)	1:1,8	-10	0	0	0	0,1	0,16	0,17	—
КМК-Х	1:1,9	-10	0,02	0,03	0,18	0,2	—	—	—
КМК-Х1	1:1,9	-20	—	—	0,17	0,2	—	0,26*	0,26*
КМК-Х	1:1,9	+20	0,20	0,23	0,29*	—	—	—	—

Примечание. * — разрыв по ПСБ.

рактеристики клеев, определенные на установке ИТСМ-1, в табл. 2.

Минеральный клей КМК не может применяться при отрицательных температурах из-за замерзания жидкой фазы. Модификация этого клея по аналогии с "холодными бетонами" для зимнего бетонирования осуществлялась введением в один из компонентов клея противоморозной добавки и ускорителя твердения. Испытания клеевых соединений (к.с.) образцов полистиролбетона, проведенные в СоюздорНИИ, подтвердили эффективность применения модифицированного клея КМК-Х для омоноличива-

ния изделий из особо легкого бетона при температурах до -20°C (табл. 3)

Разработанные клеевые композиции имеют повышенную водостойкость по сравнению с клеем-аналогом ПСК. Помещенные в воду через 7 сут твердения на воздухе, образцы и клеевые соединения КМК и КМК-ПС после 2 мес водного хранения имели коэффициент водостойкости от 0,75 до 0,95, а образцы клея-аналога ПСК — 0,3...0,6.

Атмосферостойкость клеевых соединений ПСБ исследовали по методике, изложенной в [4]. Образцы ПСБ с клеевым соединением различных рецептур после

Таблица 4

Шифр клея	Ж:Т	R_t^{100} , МПа, после циклов			K_{AT}^{100}	Состояние клеевого сое- динения (к.с.)*
		0	50	100		
ПСК	1:2,5	0,25	0,27	0,25	1,00	40
ПСК	1:2,0	0,25	0,22	0,19	0,76	50
КМК (ЗШ2)	1:1,8	0,22	0,26	0,26	1,18	5
КМК (2Ш2)	1:1,8	0,24	0,25	0,24	1,00	5
КМК (2П2)	1:1,8	0,22	0,23	0,29	1,31	10
КМК (ШП)	1:1,8	0,25	0,25	0,25	1,00	5

Примечание. K_{AT}^{100} — коэффициент атмосферостойкости клеевого соединения после 100 циклов; * — площадь к.с., подверженная поверхностному шелушению, процент от всей поверхности.

Таблица 5

Шифр клея	R_t , МПа/%, контрольных образцов	R_t , МПа/%, основных образцов после цик- лов		
		8	20	50
КМК (2П2)	0,25/100	0,23/90	0,22/88	0,21/84
КМК (2Ш2)	0,25/100	0,28/112	0,22/88	0,25/100
КМК-ПС (2Ш2)	0,17*/100	0,14*/82	0,16*/94	0,14*/82

Примечание. * — разрыв по клею

14 сут твердения в комнатных условиях (на воздухе) подвергали попеременному увлажнению и высушиванию. Один цикл испытаний включал насыщение образцов в воде в течение 16 ч с последующей их сушкой при 60°C — 8 ч. По данным табл. 4, разработанные клеи обладают повышенной атмосферостойкостью, в то время как клеевые соединения клея-аналога ПСК интенсивнее подвергаются шелушению и разрыхлению, особенно в поверхностных слоях.

Морозостойкость клеевых соединений образцов полистиролбетона определяли в проектном возрасте по второму методу ГОСТ 10060 с замораживанием (-20°C) и оттаиванием (+20°C) образцов в 5%-ном водном растворе хлорида натрия.

Испытаниями установлено (табл. 5), что клеевые соединения КМК (2Ш2) выдержали 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания в солевом растворе, что соответствует по

указанному стандарту марке морозостойкости F200 при испытании образцов в воде. Остальные клеевые соединения, в том числе содержащие в своем составе гранулированный пенополистирол (ПС), выдержали 20 циклов испытаний в солевом растворе (F100), что превышает нормируемые требования СНиП 2.03.01—84 к минимальной марке бетона по морозостойкости (F75) наружных стен зданий.

Клеевые композиции КМК были испытаны при склеивании тяжелого бетона класса В20. К 3 сут твердения в комнатных условиях (20°C; относительная влажность 45...65%) этот клей обеспечивал равнопрочное соединение бетонных образцов. При этом прочность на изгиб клеевого соединения составляла к 1 сут 3...4,3 МПа, к 3 сут — 4,8...5,3 МПа.

Клей КМК применен для склеивания полистиролбетонных элементов ПСБЭ "Юникон" при монтаже двух коттеджей сборно-

монолитной конструкции в микрорайоне "Жулебино" и калиброванных полистиролбетонных блоков при строительстве торгово-культурного мини-центра в Москве (Пушкинская ул., 1).

Клеевые композиции КМК нетоксичны, негорючи и экологически безопасны. Могут наноситься на склеиваемые поверхности изделий вручную и механизированным способом. Расход клея при средней толщине соединения 2,5...3 мм составляет 4...6 кг при стоимости 1 т клея (по состоянию на 01.01.96 г.) — 1,8...2 млн.р. Стоимость водополимерного клея ЛПМ — 16...17 млн.р/т.

Результаты исследований используются при разработке Технические условия [5, 6] и Технологических регламентов на производство и применение клеевых композиций КМК. На Опытной базе ВНИИжелезобетона ведется монтаж технологической линии для опытно-промышленного производства минеральных клеев мощностью 50...60 т в год.

ВНИИжелезобетон обеспечивает заказчиков технической документацией, оказывает помощь во внедрении и в поставках клеев КМК. Телефоны (095) 306-34-11, 176-75-05.

Библиографический список

1. Козлов В.В. Обеспечение монолитности строительных конструкций клеевыми композициями. — Дисс. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук. — 1990 г. — 388 с.
2. А.с. № 631489 СССР, СО 4 В 19/04. Полимерсиликатная композиция. Ю.И. Нянюшкин, В.А. Тимонин, В.Ю. Пескин, В.С. Эпштейн и др. (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1978. — № 41. — С. 92.
3. Фрейдин А.С. Полимерные водные клеи. — М.: Химия, 1985. — С. 143.
4. Барбакадзе В.Ш., Козлов В.В., Микельский В.Г., Николов И.И. Долговечность строительных конструкций из композиционных материалов. — М.: Стройиздат, 1993. — С. 219.
5. Композиции клеевые минеральные для склеивания полистиролбетонных опалубочных элементов. ТУ 2513-128-00284807-93. — 15 с.
6. Композиции клеевые полимерсиликатные всепогодные теплозащитные для склеивания блоков из особо легкого бетона. ТУ 2513-165-00284807-96. — 14 с.

Я. РЕРИХА, инж. (фирма "РЕСВО"); С. АМБАРЦУМЯН, канд. техн. наук, А. ШАПИРО, инж. (АО "Моспромстрой"); А. МАРТИРОСЯН, инж. (фирма "АСМИ")

Прогрессивная опалубка

Изменившиеся экономические взаимоотношения между заказчиком и подрядчиком в вопросах стоимости готовой строительной продукции привели к естественному увеличению объемов монолитного домостроения в бывших социалистических странах, в России и особенно в Москве.

Желание построить объекты, отвечающие европейским стандартам, заставляет российских заказчиков, как правило, отдавать подряды известным зарубежным фирмам, которые осуществляют функции субподрядчика, одновременно производя и некоторые строительно-монтажные работы. При этом наиболее трудоемкие работы по возведению каркаса здания, как правило, выполняются российскими фирмами.

Опыт последних двух лет показывает, что перспективы российских строительных фирм на рынке подрядов во многом будут зависеть от темпов освоения и внедрения ими монолитного домостроения. Оставив в стороне вопросы архитектуры, можно утверждать, что объемы монолитного домостроения в России в ближайшее десятилетие резко увеличатся. Наиболее трудоемким процессом при использовании монолитного бетона являются опалубочные работы. Следовательно, вопросы, связанные с выбором типа опалубки, ее эксплуатацией и восстановлением, станут все более актуальными. Поэтому все большее число производителей опалубки различных уровней стремятся выйти на наш российский рынок. Это понятно, и происходит это не только с опалубкой, но практически со всем ассортиментом строительных механизмов, технологий и принадлежностей.

В случае опалубки принципиально то, является ли эта система комплексной и решает ли она системным образом вопрос опалубки всех типов конструкций? Тем самым представляется возможность отличной производственной подготовки, которая обеспечит максимальную техническую и экономическую эффективность осуществления всех обшивочных работ. Необходимо подчеркнуть, что только система гарантирует соблюдение последовательности этапов строительства в соответствии с производственной подготовкой (т.е. проекта расстановки, разделения на захватки, операции и т.п.) и одновременно обеспечивает высокую степень безопасности труда.

Системная опалубка — это такая опалубка, которая в данном модульном ряду для вертикальных и горизонтальных конструкций обладает жесткой последовательностью осуществления и исключает возможность неправильной установки. Этого нельзя утверждать о таких видах опалубки, которые основаны на принципе свободных несущих конструкций и самостоятельной формы-оболочки. Это лишь лучшая форма (с лучшими статическими параметрами), к сожалению, нам и сегодня хорошо знакомой опалубки, выполняемой при помощи брусев, клееной фанеры и т.п.

Хорошая системная опалубка — это такая опалубка, которая не влияет на форму и размер конструкции, отличается низкой трудоемкостью, небольшим весом, высоким качеством, длительным сроком службы и соответствующей ценой.

Несмотря на множество попыток, до сих пор не удалось найти альтернативу многослойной клееной фанере в качестве

формы-оболочки. К критериям оценки системной опалубки относятся такие свойства несущей конструкции этой оболочки, которые обеспечат минимальную нагрузку на фанеру как на скручивание, так и на изгиб. В то же время несущая конструкция должна хорошо защитить грань фанеры от механического повреждения и влажности. При соблюдении указанных критериев обеспечивается длительный срок службы фанеры, и тем самым повышается экономический эффект.

Этой проблематикой занимается уже почти четверть века немецкая фирма "МЕВА". Со временем она стала фирмой, не только влияющей, но непосредственно определяющей техническое развитие опалубки в Европе. На первом этапе работы была усовершенствована рама щита опалубки, которая впоследствии по своим параметрам достигла того, что из щитовой опалубки, используемой лишь изредка для легких и облегченных конструкций, она превратилась в систему, которая постепенно вышла на уровень и, наконец, по некоторым параметрам даже превзошла другие аналогичные типы опалубки.

Значительный прогресс в технике опалубки был достигнут благодаря конструкции элемента, соединяющего щиты опалубки — так называемого замка опалубки. Он до сих пор считается наилучшим благодаря своему простому решению: молниеносному соединению щитов при достижении высокой прочности соединения, выравниванию соединяемых щитов заподлицо и автоматической подгонке. Такой замок (он может быть различных размеров) дает возможность оптимально соединять щиты при низкой трудоемкости. Это каса-

ется всех систем опалубки "МЕВА" для вертикальных конструкций — от самых легких до наиболее тяжелых.

В области опалубки потолков фирма "МЕВА" подтвердила свою ведущую роль и недавно выпустила на рынок совершенно новый комплекс (MEVA DEC). Характерным для него является соединение в одно целое трех прежде используемых систем опалубки потолков и достижение таким образом высокой технической и экономической эффективности.

Система "МЕВА" для вертикальных конструкций включает несколько модификаций. Среди них ALU FIX — самая легкая система с алюминиевыми рамами, обеспечивающая простую ручную манипуляцию. Она предназначена для опалубки небольших плоскостей в подземном строительстве. При низком весе (20 кг/м^2) и при самом тяжелом элементе 36 кг она имеет несущую способность 50 kNm^{-2} , что характерно для данного типа опалубок.

ALU STAR — крупноплощадная система с алюминиевыми рамами, предназначенная для монтажа кранами и вручную. Стандартный щит $270/90$ весит лишь 48 кг , однако несмотря на это, система достигает несущей способности 60 kNm^{-2} . ALU STAR полностью совместима с другой системой STAR TEC и обладает при высотах 90 , 135 и 270 см широким диапазоном щитов шириной от 20 до 135 см .

Среди производителей опалубки фирма "МЕВА" начала первой в мире использовать комбинацию стали и алюминия. Таким образом, возник щит $270/90 \text{ см}$, весящий лишь 68 кг и выдерживающий давление бетона 70 kNm^{-2} . Эта опалубка при установке вручную или краном позволяет покрыть самый широкий диапазон поверхностей вертикальных конструкций. Размерная серия при высотах 90 , 135 и 270 — от 20 до 90 или 135 см , а в стальном исполнении рам — $270/135$, $270/240$ и $270/270 \text{ см}$.

MAMMUT — система, занимающая особое положение. Благодаря своей исключительной

прочности (97 kNm^{-2}) при монтаже краном ее можно использовать как для промышленных конструкций, так и для обычных надземных строений. Благодаря своей массивности эта система весьма износостойка и используется обычно более 10 лет. Интересно, что и эта система легко соединяется при помощи одного лишь замка опалубки. Размерный ряд этой системы при высотах 125 , 250 и 300 см такой же, как у ранее описанных систем, но она содержит крупноплощадные элементы размером $250/250$ и $300/250 \text{ см}$.

Все указанные системы опалубки вертикальных конструкций обладают широким набором комплектующих принадлежностей, т.е. углами, шарнирными углами, вставками для круговой (полигональной) опалубки, мостками, консолями, опорными консолями для односторонней опалубки и т.п. Все эти элементы взаимно соединяются, а системы имеют оптимальное решение для обеспечения любого размера конструкции вне модульного ряда.

Круговая опалубка колонн диаметром от 20 до 80 см в типовом ряду вполне обычна. Многогранные колонны можно выполнять при помощи стеновых щитов и углов из всех стеновых систем. Для этого имеется система опалубки колонн CARO S, которая позволяет осуществлять плавную установку размеров без каких-либо дополнительных изменений при помощи замка (вплоть до высоты $7,5 \text{ м}$) при прочности 140 kNm^{-2} . Эта опалубка имеет также свою легкую альтернативу в алюминиевом исполнении — CARO A с прочностью 110 kNm^{-2} .

Система опалубки потолков MEVA DEC объединяет три ранее известные системы подобного назначения:

1. Систему падающих головок, несущих элементов и щитов опалубки — эта система уже фигурировала в производственной программе МЕВА.

2. Систему самостоятельных щитов опалубки на стойках.

3. Систему падающих головок, главных несущих элементов, второстепенных несущих

элементов и свободной формы-оболочки.

Система MEVA DEC объединяет все вышеуказанные в один комплекс так, что для отдельных систем использует одинаковые щиты, а также позволяет комбинировать эти системы в одной конструкции опалубки. Тем самым достигается наиболее экономное и во всех вариантах сто процентное системное решение. Для определенных (совершенно специфических) нужд и в предложении МЕВА есть деревянные клееные несущие элементы $\text{H } 20$ со всеми принадлежностями.

Фирма MEVA Schalungs-System GmbH с местонахождением в Гайтербахе под Штутгартом в ФРГ была основана в 1970 г . В течение нескольких лет было открыто девять филиалов и шестьдесят магазинов. За рубежом фирму представляет в отдельных странах шесть собственных дочерних обществ, а в других странах — девять торговых партнеров. В течение нескольких лет МЕВА стала одной из наиболее популярных импортных опалубок.

За последние два года АО "Моспромстрой" приобрело опалубки МЕВА в комплекте: стены — 4770 м^2 ; перекрытия — 9250 м^2 ; ригели; колонны квадратные и круглые; леса и расходные материалы. В этой опалубке построены объекты на ул. Тверской, в Столешниковом переулке, ведутся бетонные работы на Храме Христа Спасителя и на других объектах АО "Моспромстрой". Для продления срока службы опалубочного парка АО создает базу по хранению, ремонту и комплектации новых объектов современной инвентарной опалубкой.

В перспективе, совместно с ведущими строительными фирмами Москвы, при координации работ департаментом "Строительством" целесообразно создание отечественной инвентарной опалубки, отвечающей всем требованиям технологии производства бетонных работ. Предварительные расчеты показывают, что опалубка, произведенная в России, будет как минимум в $1,5...1,7$ раза дешевле, чем завозимая из Германии.

Бетоны на безобжиговом капсулированном заполнителе на основе осадка станций аэрации

Разработанная технология основана на экологически безопасном способе утилизации осадков городских очистных сооружений (станций аэрации), содержащих окислы тяжелых металлов, и представляет собой альтернативу захоронению этих отходов.

Один из существующих способов обезвреживания или утилизации таких осадков (высокотемпературное сжигание) приводит к загрязнению воздушного бассейна диоксидами, газообразными летучими окислами тех же тяжелых металлов, проблема улавливания и обезвреживания которых не решена повсеместно, а также связан со значительными тепло- и энергозатратами.

Другой способ обезвреживания осадков (захоронение их на специальных полигонах) — дорогостоящая операция, которая в принципе не решает для окружающей среды проблемы изоляции осадков.

Ряд лет НИИЖБ в содружестве с Люберецкой станцией аэрации Москвы проводили исследования характерных особенностей осадка с целью возможной утилизации его при производстве строительных материалов. До настоящего времени отходы этой станции складировались на полигонах техногенных городских отходов, что в принципе не исключает возможности вторичного загрязнения грунтовых и поверхностных вод активно мигрирующими органическими соединениями тяжелых металлов, содержащимися в этих осадках. Достигнуты определенные результаты, показывающие принципиальную возможность утилизации осадка наиболее экологически чистым способом при изготовлении различных бетонов.

Большой объем производства бетонов и их весьма значительная материалоемкость позволяют даже при малом проценте утилизации добиться реального эффекта по общему объему используемого для этих целей осадка станций аэрации.

Было разработано несколько способов утилизации осадка:

переработка его для использования в качестве добавки, корректирующей удобоукладываемость бетонной смеси;

непосредственное введение его в сырьевую смесь для изготовления бетонов;

получение безобжигового капсулированного заполнителя для использования его в бетоне.

Эти способы отличаются как технологией утилизации осадка, так и общим его количеством, используемым при этом процессе. Большое значение имеет также и вид вяжущего, применяемого для приготовления бетона.

В первом случае осадок, обработанный обычным образом на станции аэрации, перерабатывался с введением ряда компонентов в добавку, которая обеспечивала улучшение удобоукладываемости бетонной смеси как на традиционных, так и на нетрадиционных (бесцементных) вяжущих. Расход утилизируемого осадка составляет 3—5% массы цемента, используемого при изготовлении бетонной смеси.

Во втором случае осадок вводили непосредственно в бетонную смесь с водой затворения; при этом его расход достигал 1—2% массы цемента.

В третьем случае из осадка готовили гранулы в смеси с дисперсными алюмокремнеземистыми материалами (суглинком, цемянкой, топливной золой и т.д.), известью и гипсом, а также с рядом других компонентов. Это

обеспечивало определенный набор прочности гранулы и связывание в нерастворимые соединения катионов тяжелых металлов. Затем гранулы покрывались капсулой на основе различных минеральных вяжущих и отверждались при температуре до 100°C. Капсула обеспечивала вторичную упаковку обработанного осадка и исключала попадание его в окружающую среду. В этом случае объем утилизируемого осадка достигал 50—70% массы остальных компонентов бетонной смеси в зависимости от толщины стенок капсулы.

Санитарно-гигиенические исследования, проводившиеся в течение ряда лет, показали полное отсутствие выноса соединений тяжелых металлов из бетонов, полученных с применением осадка, а также биологического заражения и повреждения структуры такого бетона. Следует отметить, что максимальный процент утилизации осадка достигался при использовании бесцементных вяжущих систем: шлакощелочных [1] и безобжигового вяжущего на основе биотехнологии (биогенного вяжущего) [2]. Эти вяжущие обеспечивали более высокие физико-механические показатели бетонов с использованием осадка и экономию энергозатрат на 30—50%.

В таблице приведены некоторые физико-механические характеристики бетонов, полученных с добавкой осадка, введенного в их состав различными способами. Тепловую обработку бетонов проводили по одинаковым режимам в автоклаве при давлении 0,8 МПа. Для изготовления контрольных составов бетонов, а также бетонов без использования капсулированного безобжигового заполнителя применяли традиционный керамзит,

Бетон на вяжущем	Способ введения осадка	Расход осадка, %	Прочность, МПа, при	
			сжатии	изгибе
Цементном	—	—	19,4	4,0
То же	В виде спецдобавки	2	19,5	4,1
"	С водой затворения	1	18,7	3,8
Шлакощелочном	—	—	23,5	5,1
То же	В виде спецдобавки	3	24,1	5,5
"	С водой затворения	2	20,8	5,7
Биогенном	—	—	23,1	4,9
То же	В виде спецдобавки	5	24,9	5,6
"	С водой затворения	3	21,4	5,8
Цементном	В виде капсулированного заполнителя	50	19,8	3,8
Шлакощелочном	То же	70	23,1	5,1
Биогенном	"	70	22,7	5,5

обладающий примерно теми же основными характеристиками, что и новый вид заполнителя на основе осадка станции аэрации. Морозостойкость бетонов F 100—150. Расход вяжущего и показатели удобоукладываемости бетонной смеси были одинаковы.

Из приведенных в таблице данных следует, что бетоны, которые изготавливались на бесцементных вяжущих, имеют более высокие показатели. Расход утилизируемого осадка при использовании такого типа вяжущих также более значителен. В частности, это характерно для бетона на биогенном вяжущем. Наибольший расход осадка обеспечивает способ его утилизации в виде безобжигового капсулированного заполнителя. Насыпная

плотность такого вида заполнителя колеблется от 500 до 800 кг/м³, плотность зерна заполнителя в куске достигает 1,1—1,15 кг/м³, прочность при сжатии в цилиндре в зависимости от толщины капсулы и ее состава колеблется от 0,4 до 3,5 МПа. В случае необходимости для придания заполнителю более высоких физико-механических характеристик поверхность капсулы пропитывается (модифицируется) традиционными (применяющимися в России) упрочняющими составами как на основе стандартных продуктов, так и на основе промотходов. Такой вид обработки позволяет повысить, в частности, прочность заполнителя в 1,5—2 раза без значительного увеличения его насыпной плотности.

Использование капсулированного безобжигового заполнителя на основе осадка станции аэрации при изготовлении бетона осуществляется традиционным способом путем введения его в смеситель взамен обычного заполнителя. Более эффективно использование легкобетонных смесей с применением капсулированного безобжигового заполнителя на основе осадка станций аэрации для укладки их в конструктивные (или технологические) пустоты в бетонных или железобетонных изделиях с последующим их "запечатыванием" традиционным цементно-песчаным раствором.

Выводы

1. Разработан новый способ утилизации осадка станции аэрации в виде капсулированного безобжигового заполнителя для изготовления бетонов.

2. Полученные бетоны с использованием такого вида заполнителя обладают близкими к традиционным физико-механическими характеристиками.

3. Объем утилизации осадка при использовании его в качестве основы заполнителя для бетонов достигает 50—70% массы других компонентов бетонной смеси.

Библиографический список

1. Глуховский В.Д. и др. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев, "Будівельник", 1978, 184 с.

2. Багров Б.О. Вторичные технологические продукты промышленности для изготовления ячеистых бетонов//Бетон и железобетон. - 1988. — № 7. С. 16.

**ВНИМАНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ
АО "ПАРТНЕР"
ИТЦ "КОНТРОС"
МГП "СТРОЙПРИБОР"**

ПРЕДЛАГАЮТ:

широкий выбор ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ для контроля:

- качества вяжущих, заполнителей, бетонной и растворной смеси, бетонов
- технологических процессов производства сборных и монолитных конструкций
- технологических процессов для обследования строительных конструкций и сооружений

АДРЕС: 109428 Москва, Рязанский пр-т, 30/15, АО "ПАРТНЕР"
141500 г. Солнечногорск, Московской обл., ул. Революции, 3 ИТЦ "КОНТРОС"
Контактные телефоны: (095) 176-72-06, (095) 539-36-03, факс (095) 923-01-63

Проблема долговечности железобетона в современном строительстве

Многолетние исследования и опыт эксплуатации железобетонных конструкций наглядно показали, что длительная эффективность и безаварийная их эксплуатация обусловлены комплексом факторов, основными из которых являются:

сохранение бетоном первоначальных свойств, установленных требованиями проекта;

сохранность арматуры в бетоне в течение всего срока эксплуатации зданий и сооружений;

выбор специальных мер защиты бетона и арматуры применительно к условиям эксплуатации.

Для нормального плотного бетона на портландцементе без добавок—стимуляторов коррозии стали и предназначенного для работы в неагрессивных средах проблем с его долговечностью, как правило, не возникает. Однако круг таких конструкций из бетона и железобетона очень ограничен. Для обеспечения длительной безремонтной эксплуатации железобетонных конструкций был разработан СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии", а также в развитие его ряд нормативных документов, позволяющих обеспечить необходимую коррозионную стойкость традиционных и новых видов цемента, заполнителей, арматуры.

Выполнение требований нормативных документов для всех государственных предприятий бывшего СССР было обязательным. Однако за последние 10 лет произошли серьезные изменения в структуре строительной отрасли, подходе к выполнению требований и разработке новых нормативных документов. Поэтому сложившаяся ситуация в технологии производства бетона не позволяет обеспечить качество строительной продукции, а следовательно, и долговечность зданий и сооружений.

В последнее время широкое применение в строительных из-

делях и конструкциях находят новые материалы — отходы промышленности, сельского хозяйства, химического производства и т.п. (золы, шлаки, отходы производства древесины и др.). Они используются в качестве добавок в цемент в виде мелкого и крупного заполнителей, а также химических добавок в бетон. Использование вторичных продуктов в строительной индустрии во всем мире уделяется серьезное внимание. В соответствии с европейскими стандартами любой новый нетрадиционный материал для бетона проверяется не только по физико-механическим характеристикам, но и по параметрам долговечности (влияние на коррозию арматуры, стойкость бетона при воздействии агрессивных сред, атмосферных воздействий и т.д.).

В последние годы в России на строительном рынке все чаще появляются материалы, долговечность которых не изучена. Одна из причин этого кроется в резком сокращении финансирования на научные исследования, что в первую очередь скажется на долговечности строительных конструкций.

В 1993 г. нами совместно с б. Госстроем РФ было проведено обследование построенных в 1992 г. жилых домов в Тульской области, разрушение которых началось после первой зимы. Было установлено, что основной причиной разрушения 240 домов послужило применение основных металлургических шлаков в составе гипсового вяжущего.

Недопустимое использование гранулированного основного шлака в гипсовом вяжущем и в качестве заполнителя привело к развитию коррозионных процессов, протекающих с образованием фазы этtringита, и неустойчивости этого соединения под действием диоксида углерода (СО₂) воздуха с последующим образованием новой фазы таумазита. С увеличением доли шла-

ковой составляющей в бетоне деструктивные процессы проявляются рано, а разрушение более интенсивное.

В 1993 г. причиной преждевременного разрушения поверхностного слоя бетона блоков ограждений МКАД, происшедшего в течение 6—9 мес после монтажа, послужило, на наш взгляд, отсутствие технических условий на изготовление данной продукции, где были бы сформулированы требования к бетону и средствам его защиты. В 1994 г. по инициативе НИИЖБа, МАДИ и СоюздорНИИ на блоки МКАД были разработаны технические условия. Однако осуществляемая их поверхностная защита вызывает сомнения у ряда специалистов, так как применяемые зарубежные и отечественные покрытия не были проверены по российским стандартам для данных условий эксплуатации, а условия эти достаточно агрессивны (морозно-солевая агрессия).

Учитывая происходящее потепление климата на планете, необходимо обратить внимание еще на одну серьезную причину разрушения бетона железобетонных конструкций, особенно с использованием новых материалов для бетона — это раннее размораживание бетона. Оно порой совмещается с внутренней коррозией бетона, вызываемой использованием цемента с повышенным содержанием щелочей, смешанных вяжущих и реакционноспособных крупных и мелких заполнителей. В качестве примера можно привести преждевременное разрушение свайных оснований и фундаментов жилых домов в Новгороде, Пскове, Ярославле, которые происходили через 1—2 года после их возведения.

Часто преждевременное коррозионное разрушение бетона и железобетонных конструкций наносит огромный экономический ущерб народному хозяйству. Представляется, что обеспе-

чение долговечности строительных конструкций позволит экономить значительные средства за счет увеличения сроков межремонтного периода зданий и сооружений и значительно сократить расходы на ремонт при преждевременном разрушении конструкций.

Сейчас многие организации получили лицензии на право испытания и производства строительной продукции. Справедливости ради необходимо отметить, что редко кто из них имеет понятие, по каким показателям решается выбор материалов для бетона и железобетонных изделий и устанавливаются требования к конструкциям для той или иной агрессивной среды. А ведь 75% конструкций работают под воздействием природных и техногенных агрессивных сред.

В течение ряда десятилетий в нашей стране применяются термически упрочненные арматурные стали. С самого начала выпуска такой арматуры строители столкнулись с коррозионным растрескиванием — особенно опасным видом коррозии, проявляющимся при воздействии растягивающих напряжений и некоторых агрессивных сред.

В практике отечественного строительства имеются случаи обрушения предварительно напряженных железобетонных конструкций. Основная причина — склонность к коррозионному растрескиванию арматуры в сочетании с хлоридами. Несмотря на существующие в нормативных документах запреты на применение хлористых солей в преднапряженных конструкциях имеются факты случайного загрязнения хлоридами заполнителей (например, перевозка в плохо очищенных вагонах). Объектами таких разрушений могут быть конструкции, эксплуатируемые в нормальных условиях. Так, в 1987 г. в Псковской обл. по этой причине обрушилось покрытие зрительного зала сельского Дома культуры на участке площадью 12x12 м. Несущие конструкции покрытия — железобетонные 12-метровые балки ЗБСО 12-Ч с параллельными поясами. Период монтажа конструкции — 2,5 года, период эксплуатации — 1 год. Обрушение произошло внезапно, без признаков предаварийного состояния; обрывы арматуры хрупкие, без потери сечения.

Совместными усилиями металлургов и специалистов НИИЖБа эту проблему удалось решить. Были разработаны специальные арматурные термомеханические упрочненные стали, стойкие против коррозионного растрескивания (стойкость более 100 ч при напряжении $0,9 \sigma_{0,1}$), понижена чувствительность против хрупкого коррозионного разрушения обычной термомеханически упрочненной арматуры (в 7—10 раз).

В течение многих лет специалисты по арматурным сталям совместно со специалистами по коррозии арматуры изучали влияние химсостава сталей и технологических параметров на комплекс механических и эксплуатационных (в том числе коррозионных) свойств, разрабатывали новые виды арматуры. Однако в последние годы, очевидно, в связи с нехваткой финансирования и отсутствием соответствующего контроля, меняются технологические параметры выпускаемой на металлургических заводах арматуры, что приводит к значительному повышению склонности ее к коррозионному растрескиванию и порой к неожиданному обрушению конструкций.

В БСТ № 5, 1994 г. приводятся данные о применении вновь созданных арматурных сталей А400с и А500с несмотря на то, что исследований их склонности к коррозионному растрескиванию не проводилось. Учитывая серьезность возможных аварий и 25-летний опыт применения высокопрочных сталей, не учитывать, а тем более не знать данного показателя недопустимо.

В бетоне находят широкое применение новые материалы, в том числе местные природные вулканические заполнители, химические добавки на базе отходов химических производств, металлургические, доменные, отвалы и другие шлаки, отходы ТЭЦ (золы и шлаки), древесностружечные материалы, отходы шинорегенерационного производства, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности. Исследование вопросов долговечности новых строительных материалов, изделий и конструкций должно стать важной и первоочередной задачей и предшествовать использованию этих материалов в массовых бетонных и железобетонных конструкциях.

В рамках Государственного научно-инженерного центра "Строительство" имеется лаборатория долговечности строительных конструкций, которая более 35 лет назад была создана выдающимся ученым нашей страны, профессором, д.т.н., заслуженным деятелем науки и техники, лауреатом государственной премии В.М. Москвиным. В лаборатории имеется экспериментальная база, высококвалифицированные специалисты. Однако в связи с отсутствием должной политики в области решения вопросов долговечности лаборатория выполняет разовые работы для отдельных заказчиков, практически не имея возможности развивать фундаментальные исследования. В то же время в ряде зарубежных стран (США, Канада, Англия, Норвегия, Швеция и др.) ежегодно проходят конференции, посвященные вопросам долговечности строительных материалов и конструкций. В рамках комитета CIB-RILEM имеется постоянная комиссия по долговечности строительных конструкций, объединяющая труды специалистов разных стран и создающая единые нормативные документы, которая проявляет большой интерес к нашим работам.

Анализируя уровень исследований зарубежных авторов последних лет, с горечью приходится констатировать, что мы начинаем резко отставать от мирового уровня, так как не имеем возможности ни проводить большие экспериментальные работы, ни обновлять наше оборудование по физико-химическим, электрохимическим, рентгеноструктурным и другим методам ускоренных коррозионных исследований, ни совершенствовать автоматизированную с использованием компьютерных программ обработку экспериментальных данных, ни осуществлять компьютерную печать.

В заключение хочется обратиться внимание Министерства науки и Министерства строительства на необходимость создания нормативных актов по лицензированию предприятий и сертификации выпускаемой продукции по показателям качества и долговечности с участием специалистов данного профиля и разработки специальной Государственной программы, направленной на производство долговечных строительных конструкций.

О комплексе технических условий на сборный железобетон

Создание украинской нормативной базы в строительстве потребовало анализа ее современного состояния. В области железобетона такая работа поручена киевскому НИИ строительных конструкций. Прежде всего выявилось чисто количественное различие комплексов нормативных документов (ГОСТ и ТУ), которые устанавливают технические условия (далее они названы НД) для конструкционных изделий из:

бетона — 65 ГОСТов и более 700 ТУ (только на Украине), металла — 15 ГОСТов и 45 ТУ, дерева — 10 ГОСТов и 15 ТУ, других материалов — 10 ГОСТов и 15 ТУ.

Первый комплекс явно выпадает из общего ряда, что не может быть объяснено лишь ведущей ролью железобетона в строительстве. Здесь сказались конкретная техническая политика. Она определилась тем, что установленные рядом редакций ГОСТ 13015 общие технические условия всегда предназначались не для прямого использования в производстве сборного железобетона, а только для разработки частных НД на отдельные виды изделий. Такой подход был подкреплен ГОСТ 15.901—85, где технические условия включены в комплект технической документации (заметим, что общетехнический ГОСТ 15.001—88 ее перечня вообще не дает). Дальнейшему расширению рассматриваемого комплекса НД способствовали ограничения области распространения большинства ГОСТов только оговоренными типовыми изделиями. Поэтому, например, ГОСТ 19804—91 на железобетонные сваи сопровождаются на Украине еще 12 ТУ; мало того, предписано обязательное согласование таких документов с головной организацией — Фундаментпроектом, что сегодня малореально.

Между тем, рассматриваемый вид НД вовсе не является

основным техническим документом на конструкционные изделия: их всегда изготавливают по рабочим чертежам (РЧ), которые должны содержать все необходимые для этого указания. Тогда для НД остаются практически только общие правила контроля, приемки и документирования их результатов. Анализ содержания многих НД на конкретные виды изделий свидетельствует о том, что большинство их положений повторяет указания РЧ и группы ГОСТ 13015. Исключение составляет конкретизация:

допускаемых отклонений от номинальных геометрических размеров и форм, а также усилий предварительного напряжения арматуры. Но этим характеристикам место в РЧ;

категории поверхностей. Ее также следует указать в РЧ конкретного объекта или в заказе на поставку типовых изделий для него.

В общем случае НД должен включать также:

требования безопасности использования продукции. Но сами рассматриваемые изделия и введенные из них конструкции не представляют реальной опасности. Ведь известно, что аварии строительных объектов сравнительно редки и происходят вследствие грубых ошибок, методика выявления которых отсутствует. Безопасность же производства изделий должна быть отражена в технологической документации;

указания по использованию. Но для конструкционных изделий они содержатся в технической документации строительного объекта. При необходимости их уместно прилагать к паспорту, как это делается для потребительских товаров.

Результаты проведенного анализа позволили разработать взамен группы ГОСТ 13015, утвердить и ввести для непосредственного применения в производстве первый украинский стандарт общих технических условий (ОТУ) на сборный железобетон.

Это послужило основой оптимизации фонда стандартизованных технических условий на рассматриваемую продукцию с целью его существенного сокращения путем отмены большинства стандартов, дублирующих РЧ и ОТУ. Недостаточные положения можно будет конкретизировать в заказе на поставку продукции. Те же стандарты, которые наряду с техническими условиями содержат также РЧ, следует переработать в стандарты вида "конструкция и размеры" со ссылкой на названный стандарт ОТУ. В стандартизованных РЧ должны найти отражение все необходимые в производстве характеристики изделий. Такая работа проводится по заказу строительного ведомства применительно к действующим сейчас 65 ГОСТам.

Так же следовало поступить и с ТУ. Но здесь есть два серьезных препятствия: их слишком много (см. выше) и утверждены они независимыми органами. Поэтому решено в течение 1996 г. провести перерегистрацию действующих ТУ по согласованию со строительным ведомством. Для этого потребуются положительное заключение научно-технической экспертизы, проведение которой поручено разработчику стандарта ОТУ, что должно обеспечить методическое единство обновленного комплекса НД.

Создание отечественного фонда нормативных документов стимулировало пересмотр ГОСТ 15.901—91, которым установлен порядок разработки и постановки на производство строительных материалов и изделий. При этом используются отмеченные выше методические положения.

Возможно, что результаты описанных работ окажутся полезными для межгосударственной стандартизации.

Более подробные сведения по затронутой в статье теме можно получить по адресу: Украина, 252037, Киев, ул. И. Клименко, 5/2. НИИСК, Тел. (044) 276-03-96, телефакс 276-62-69.

Повышение плотности бетона за счет создания "кристаллизационного барьера"

Наряду с известными методами повышения водонепроницаемости бетонных и железобетонных конструкций в последние годы разработан и получает все большее развитие принципиально новый метод, основанный на создании кристаллизационного барьера. Такой метод радикально повышает плотность структуры бетонов и растворов на цементном вяжущем. Это происходит за счет проникновения в капилляры и поры цементного камня, а также в микротрещины в бетоне насыщенных растворов, содержащих химические соединения, образующие при контакте с минералами цемента на стенках пор и капилляров нитевидные игольчатые водонерастворимые кристаллы.

Наиболее распространена технология, реализующая метод кристаллизационного барьера при помощи нанесения на поверхность бетонных и железобетонных конструкций смеси портландцемента и мелкого кварцевого песка с патентованным набором химических добавок. Такая смесь затворяется водой и наносится на влажную поверхность

конструкции обычными методами — кистью, щеткой, малярным валиком, распылителем.

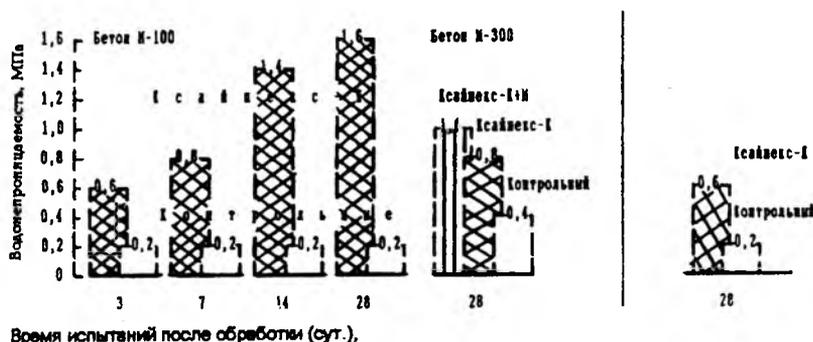
Цементно-песчаная составяющая смеси может рассматриваться как носитель, обеспечивающий равномерное распределение химических добавок по поверхности обрабатываемого бетона. В то время как в цементно-песчаном растворе происходят обычные процессы гидратации, характерные для искусственных камней на цементном вяжущем, на влажной поверхности бетона образуется высококонцентрированный раствор химических добавок. По схеме осмоса растворимые активные химические добавки перемещаются от большей концентрации к меньшей, проникая таким образом в глубь капилляров, пустот и микротрещин в бетонном массиве. Внутрикапиллярное кристаллообразование уплотняет структуру бетона на большую глубину. Наряду с уплотнением структуры за счет новообразований добавки, используемые в некоторых материалах, формирующих кристаллизационный барьер, обеспечивают более вы-

сокую степень гидратации цементных зерен с образованием повышенного объема геля.

Эти процессы приводят к блокированию капилляров, препятствуя фильтрации воды. Однако при этом бетон остается проницаемым для воздуха и, следовательно, его структура не препятствует испарению содержащейся свободной (не связанной) влаги.

На рис. 1 показаны результаты проводимых в Оргэнергострое и НИИЖБе исследований по выявлению влияния на водонепроницаемость бетонов их обработки раствором материала К с а й п е к с - К о н ц е н т р а т . Цилиндрические образцы покрывали этим раствором с одного из торцов. Давление воды при испытаниях прикладывалось к необработанному торцу. Таким образом, испытывалась возможность проведения работ по повышению водонепроницаемости сооружений изнутри, со стороны "сухих" помещений, в отличие от обычных методов гидроизоляционных работ, выполняемых на напорных гранях сооружений. Было выявлено, что Ксайпекс обеспечивает резкое повышение водонепроницаемости бетона во всех возрастах. С увеличением возраста выдерживания эффект увеличивается. Двойное покрытие материалами кристаллизационного барьера (Ксайпекс-Концентрат плюс Ксайпекс-Модифайд) дает дополнительный эффект.

Высокий эффект кристаллизационного барьера, создаваемого с "сухой" стороны, открывает



Ксайпекс-К - однослойное покрытие Ксайпекс-концентратом,
Ксайпекс-К+М - двухслойное покрытие Ксайпекс-концентратом +
Ксайпекс-модифайтом.

Рис. 1. Влияние обработки бетона материалами Ксайпекс на его водонепроницаемость

* Ксайпекс-Модифайд — материал, содержащий меньше, чем в Ксайпекс-Концентрате, количество химически активных добавок и используемый для второго слоя покрытия с целью повышения эффекта кристаллизационного барьера.



Рис. 2. Влияние обработки бетона Ксайпекс-концентратом на его морозостойкость

исключительные возможности повышения водонепроницаемости и ликвидации протечек на построенных и эксплуатируемых сооружениях, где в большинстве случаев напорная грань находится или под засыпкой (подвалы, тоннели, емкости и т.п.) или под водой (гидротехнические сооружения).

Как и следовало ожидать, уплотнение структуры бетона сопровождается повышением его долговечности. Подтверждением этого являются показанные на рис. 2 результаты проводимых в Центре исследований строительных материалов в Токио испытаний образцов бетона на изменение динамического модуля упругости в процессе их замораживания и оттаивания. Эффект резкого повышения морозостойкости в результате обработки бетона Ксайпекс-Концентратом получен также при испытаниях, проведенных в Оргэнергострое.

Процесс осмоса, характерный для материалов, формирующих кристаллизационный барьер, позволяет вводить в капилляры бетона компоненты, обеспечивающие повышение его стойкости к агрессивным средам. Эти возможности используются не всеми фирмами-производителями. В НИИЖБе были проведены сравнительные испытания на проницаемость H_2SO_4 и HCl в бетоны, обработанные четырьмя импортными материалами, рекламируемыми как "материалы

проникающего действия" (рис. 3, 4).

Материалы, обеспечивающие формирование кристаллизационного барьера, производятся весьма ограниченным числом фирм, главным образом в Канаде, США, Бельгии. К ним относятся Ксайпекс, Пенетрон, Вендекс. Все эти фирмы рекламируют свою продукцию для повышения водонепроницаемости бетона. Самый высокий эффект был получен при обработке бетона материалами Ксайпекс. Наиболее известная из упомянутых фирм — "Ксайпекс" утверждает, что выпускаемый ею ма-

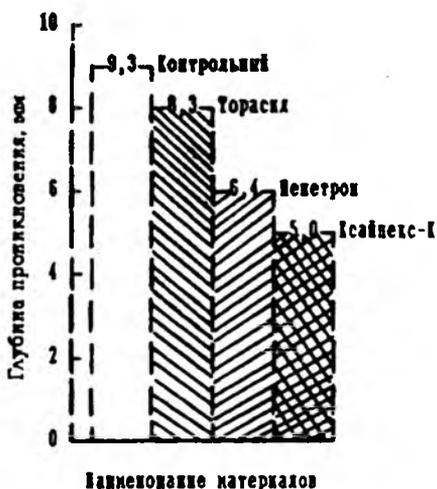


Рис. 4. Влияние обработки бетона материалами кристаллизационного барьера на проницаемость $NaCl$ (выдерживание в 5%-ном растворе соляной кислоты в течение 70 сут после обработки кристаллизационными материалами)



Рис. 3. Влияние обработки бетона материалами кристаллизационного барьера на его стойкость при воздействии 5%-ного раствора H_2SO_4

териал обеспечивает также резкое повышение стойкости обработанного бетона к химическим активным средам: при постоянном контакте — в диапазоне $pH = 3...11$ и при периодическом — в диапазоне $pH = 2...12$. По данным фирмы, преимущества материала Ксайпекс, по сравнению с аналогами других фирм, заключается в том, что включенные в его состав химические добавки вовлекают в реакцию не только $Ca(OH)_2$, но также содержащиеся в цементном камне окислы ряда металлов (магния, алюминия, натрия, калия). Это увеличивает скорость роста и объем кристаллических новообразований.

Образование кристаллизационного барьера было ярко проиллюстрировано работами, проведенными Центральной исследовательской лабораторией Ники Шоджи (Япония). Цилиндрические бетонные образцы (контрольный и обработанный с одного торца раствором Ксайпекс-Концентрат) были выдержаны 10 сут в нормально-влажных условиях, а затем на 14 сут погружены необработанным торцом в ванну с водой. После этого образцы были распилены перпендикулярно образующей на длине 50 мм от торца. На фотографиях шлифа контрольного образца, полученных на электронном микроскопе, хорошо видны кубические и ромбические кристаллы $Ca(OH)_2$. Фотографии шлифов распила образцов, подвергшихся

обработке Ксайпекс-Концентра- том, показывают рост игольчатых кристаллов, зарождающихся на крупных кристаллах $\text{Ca}(\text{OH})_2$; на них также видно, как нитевидные игольчатые кристаллы пронизывают гелевую массу цементного камня. Эти опыты показали, что в условиях влажностного хранения за 21 сут кристаллизационный барьер достигает глубины проникновения в бетоне не менее 50 мм.

Дальнейшие совместные исследования Ники Шоджи и Университета Хосей (Япония) были проведены на кернах высотой 40 см, отобранных из бетонного массива, обработанного материалами Ксайпекс и выдерживавшегося в течение года в естественных условиях. Керна разрезались на 18 дисков равной высоты. По микрофотографиям шлифов этих дисков было сделано заключение, что Ксайпекс проникает в структуру цементного камня со скоростью до 30 см в год. При этом отмечено, что диффузия проходила в образцах бетона высокой водонепроницаемости.

Весьма интересны результаты проведенных институтом Клокнера Чешского технологического университета опытов по изучению влияния обработки бетона Ксайпексом на его проницаемость для различных сред: силосной жидкости, дизельного топлива, трансформаторного масла, бензина. Методика предусматривала подачу на один из торцов цилиндрических бетонных образцов ($\varnothing 100$ мм, $h = 50$ мм) испытательных жидкостей под давлением 0,14 атм. Результаты опытов свидетельствуют о высокой эффективности метода кристаллизационного барьера для создания бетонных и железобетонных конструкций, не проницаемых для самых различных жидких сред.

Особая область применения материалов, формирующих кристаллизационный барьер, была предложена японскими учеными из Токийского исследовательского отдела Управления по защите окружающей среды и Японского исследовательского института атомной энергии. Они показали, что обработка Ксай-

пексом образцов из цементно-песчаного раствора обеспечивает резкое снижение их проницаемости для радиоактивных (содержащих цезий-137 изотопов) жидких сред. Коэффициенты диффузии по концентрации ^{137}Cs в контрольных образцах составлял $9,1 \times 10^{-5}$ см²/сут, в то время как после обработки Ксайпексом — $4,0 \times 10^{-5}$ см²/сут. Содержание ^{137}Cs в глубинных слоях образцов в результате обработки Ксайпексом уменьшилось на порядок. На основании этих данных обработка бетонных поверхностей Ксайпексом широко применяется для зданий и сооружений японских АЭС, включая конструкции хранилищ низкоактивных отходов.

Разнообразные технологические приемы практического использования материалов для формирования кристаллизационного барьера используются как для обеспечения непроницаемости возводимых бетонных и железобетонных конструкций, так и для ремонта и ликвидации протечек эксплуатируемых сооружений.

Как уже указывалось, наиболее простым методом является присыпка или втирание порошкообразных материалов для кристаллизационного барьера на горизонтальные поверхности свежеуложенного бетона. Этот прием используется не только для монолитных конструкций (полов, перекрытий, бетонных кровель, палубы мостовых сооружений и пр.), но также при изготовлении сборных изделий, в том числе криволинейной формы, например конструкций отделки метрополитенов. При этом не требуется дополнительных (кроме необходимых в технологии бетона) мероприятий по уходу: содержащаяся в уложенной бетонной смеси влага обеспечивает прохождение химической реакции.

На вертикальные поверхности после их распалубки наносится водный раствор из материалов кристаллизационного барьера. Предварительно поверхность бетона промывается 5%-ным раствором соляной кислоты для открытия поверхностной пористости, что облегчает

проникание в структуру бетона содержащихся в покрытии химических добавок.

Кроме того, фирма "Ксайпекс" предлагает использовать материалы кристаллизационного барьера в местах, опасных в фильтрационном отношении. Так, водный раствор Ксайпекс наносят на поверхность рабочих швов перед продолжением бетонирования.

Весьма интересна технология по нанесению Ксайпекса в подверженные опасности протечек зоны сопряжения вертикальных и горизонтальных элементов железобетонных конструкций. В этих местах при укладке бетонной смеси заранее устанавливаются временные, извлекаемые после начала схватывания, шпонки сечением 2,5x2,5 см. В образованные канавки вносят материал Ксайпекс землительной консистенции, утрамбовывая его. Такие ленты аккумулируют большой потенциал химической активности добавок Ксайпекс, обеспечивая при подходе к ним влаги энергичное уплотнение прилегающей зоны бетона.

Аналогичные приемы используются в ремонтных работах, особенно в зонах сопряжения монолитных и сборных железобетонных конструкций.

Фирма "Интераква" накопила большой опыт работы с материалами Ксайпекс. Наиболее значительные работы при участии ряда строительных организаций были проведены по герметизации емкостей для воды: в Волгограде (комплекс очистных сооружений), в Брянске (емкости питьевой воды), в Московской области (емкости пожаротушения нефтеперерабатывающего завода, резервуар чистой воды в Красногорске), в Якутии (осветлители питьевого водоснабжения). Характерными местами протечек в этих сооружениях являются швы сопряжения сборных железобетонных элементов емкостей с участками замоноличивания.

Технология работ предусматривала в общем случае следующую последовательность операций:

расчистка и герметизация швов сопряжения конструкций с

**ПРОНИКНОВЕНИЕ ЖИДКИХ СРЕД ВГЛУБЬ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА
(ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ 14 кПа, БЕТОН В-20)**

Шифр образца	Жидкость	Средняя величина проницаемости, мм	Максимальная величина проницаемости, мм
ВК-1	Бензин (не этилированный)	50	50
ВК-2		50	50
ВК-3		50	45
ВМ-1	-- " --	32	40
ВМ-2		28	36
ВС-1		35	42
НК-1	Дизельное топливо	50	50
НК-2		35	45
НК-3		50	50
НМ-1	-- " --	1	1
НМ-2		2	3
НС-1		2	3
ОК-1	Трансформа- торное масло	10	18
ОК-2		9	17
ОК-3		8	21
ОМ-1	-- " --	2	4
ОМ-2		1	3
ОС-1		1	1
СК-1	Силосная жидкость	12	16
СК-2		15	20
СК-3		18	24
SM-1	-- " --	4	5
SM-2		5	6
SM-3		6	8

1. С - образцы обработаны Ксайпекс-Концентратом через 24 ч после изготовления
2. М - образцы обработанные Ксайпекс-Концентратом (см. п.1), после чего (через 3 ч) обработаны Ксайпекс-Модифайдом
3. К - контрольные образцы
4. Выдерживание образцов после обработки 21 сут. при погружении в воду до отметки на 10 мм. ниже обработанной поверхности.
5. Продолжительность испытаний на проницаемость 28 суток.

использованием Ксайпекс-Концентрата и Плага;

создание кристаллизационного барьера в бетоне за счет обработки поверхности конструкций Ксайпекс-Концентратом. При двухслойном покрытии — дополнительная обработка Ксайпекс-Модифайтом.

Ксайпекс-Плаг представляет собой герметизирующую смесь, затворяемую водой и быстро набирающую прочность после укладки. В зависимости от типа Плага он затвердевает в диапазоне от 30 с до 5 мин. В отличие от аналогичных Плагов других фирм, в состав Ксайпекс-Плага внесены такие же химические добавки, как и в Ксайпекс-Концентрат. Это обеспечивает не только высокую водонепроницаемость собственно заделанного участка, но и прилегающей зоны бетона (за счет диффузии в него химических добавок).

Большой объем работ выполняется по ликвидации протечек

в подвальных помещениях зданий, подземных гаражах, где встречаются конструкции, выполненные из сборного и монолитного железобетона, а также кирпичной кладки. Здесь наиболее характерными являются течи в швах примыкания стен к плите пола и перекрытию.

Материалы Ксайпекс были успешно использованы для герметизации чаш фонтанов на мемориальном комплексе парка Победы на Поклонной горе в Москве. Ксайпекс-Концентрат в виде однослойного покрытия был нанесен по внутренней поверхности железобетонных чаш вместо оклеечной гидроизоляции.

Специфические преимущества материалов, формирующих кристаллизационный барьер, были использованы при ликвидации протечек через железобетонные стены чаши плавательного бассейна в Ростове-на-Дону. Особенностью этой работы являлось нанесение Ксайпекс-

Концентрата на внешнюю поверхность чаши, так как внутри была выполнена облицовка из глазурованной плитки.

Представляет интерес опыт применения материалов Ксайпекс на весьма сложном и ответственном опытном участке строящейся линии московского метрополитена.

В результате нарушения сплошности внешней оклеечной гидроизоляции в тоннеле имелись значительные протечки грунтовых вод. Основные протечки наблюдались в местах сопряжения сборных и сборно-монолитных конструкций отделки тоннеля. В монолитных стенах тоннеля просачивалась вода через вертикальные "холодные" строительные швы в местах соединения захваток бетонирования, а также через горизонтальные "холодные" швы, образованные в результате перерывов в бетонировании. Также имелись многочисленные протечки воды через тело монолитного железобетона в стенах тоннеля.

Обследование показало, что на опытном участке тоннеля длиной 109 м "лечению" подлежало 1980 м швов.

Использование материалов и технологии Ксайпекс позволило исключить протечки через швы, дренировавшие воду, поступавшую из-за отделки. Естественным результатом этой работы являлся подъем уровня воды за отделкой. Это выявило большие площади (около 450 м²) отделки с низким качеством уложенного бетона, который стал фильтровать воду внутрь тоннеля и потребовал "лечения" путем уплотнения структуры. Покрытие фильтрующей поверхности Ксайпекс-Концентратом позволило ликвидировать фильтрацию на 90% площади.

В заключение следует отметить, что материалы, обеспечивающие создание "кристаллизационного барьера" в бетонных и железобетонных конструкциях, следует применять не только на стадии аварийно-ремонтных работ, но предусматривать в проектах зданий и сооружений, а также при проектировании производства работ.

Реконструкция многоэтажных зданий в центре города*

Мировая строительная практика в последнее время уделяет большое внимание вопросам реконструкции центральных районов крупных городов. В решении этой проблемы принимают участие ведущие специалисты; она является предметом обсуждения на конгрессах, симпозиумах и т.п.

Анализ зарубежного строительства показывает, что при реконструкции каркаса зданий целесообразно применение монолитного и сборно-монолитного железобетона в сочетании с легкими сборными ограждающими конструкциями.

Строительство в центре Бангкока 70-этажного жилого и торгового комплекса с подвальным помещением в шести уровнях рассматривалось на конференции ФИА в Брисбене [1]. Многоугольное здание сложной конфигурации в плане с максимальными размерами сторон порядка 100 м и площадью 7000 м² возводили на стройплощадке площадью 8000 м². Конструктивной основой здания служит железобетонный рамно-связевой каркас с ядрами жесткости и стенами-диафрагмами. Фундамент здания, расположенный на глубине 20 м, выполнен из буронабивных свай, заглубленных на 60 м от поверхности, которые объединялись железобетонным ростверком толщиной 4 м. Сваи (530 шт.) диаметром 1,5 м устанавливали с шагом 2,5 м при расстоянии между рядами 4,5 м. В связи с большой массой здания (500 тыс. т) нижнюю зону свай бетонировали под давлением до 60 бар, что увеличивало их несущую способность на 25—30%.

Подземная каркасно-безбалочная часть здания включает сталежелезобетонные колонны, армированные уголковыми прокатными профилями и стержне-

вой арматурной сталью, и безбалочные перекрытия. В надземной каркасно-балочной части здания применяли железобетонные колонны. Ядрами жесткости служили лифтовые шахты в центральной части здания. Продольная жесткость каркаса дополнена несколькими стенами-диафрагмами, которые расположены по углам и в узкой части здания.

Конструктивные особенности здания связаны с принятым методом производства работ — одновременного строительства подземной и надземной частей здания (метод "вверх—вниз", по определению авторов).

В процессе изготовления буронабивных свай на часть из них, снабженных арматурными выпусками, устанавливали стальной каркас колонн из про-

катных профилей. При этом пространство между стойкой и стенками скважины заполняли толстым бетоном, который удаляли в процессе производства земляных работ. Одновременно по всему периметру здания на глубину 36 м бетонировали стену-диафрагму толщиной 1 м, поверх которой устраивали обвязочную балку. Последовательность возведения здания показана на рис. 1.

До начала земляных работ была выполнена верхняя плита перекрытия подвала, монолитно связанная с обвязочной балкой и каркасом колонн, что обеспечивало требуемую жесткость конструкции. Качественную нижнюю поверхность верхней и последующих плит перекрытий подвала достигали применением

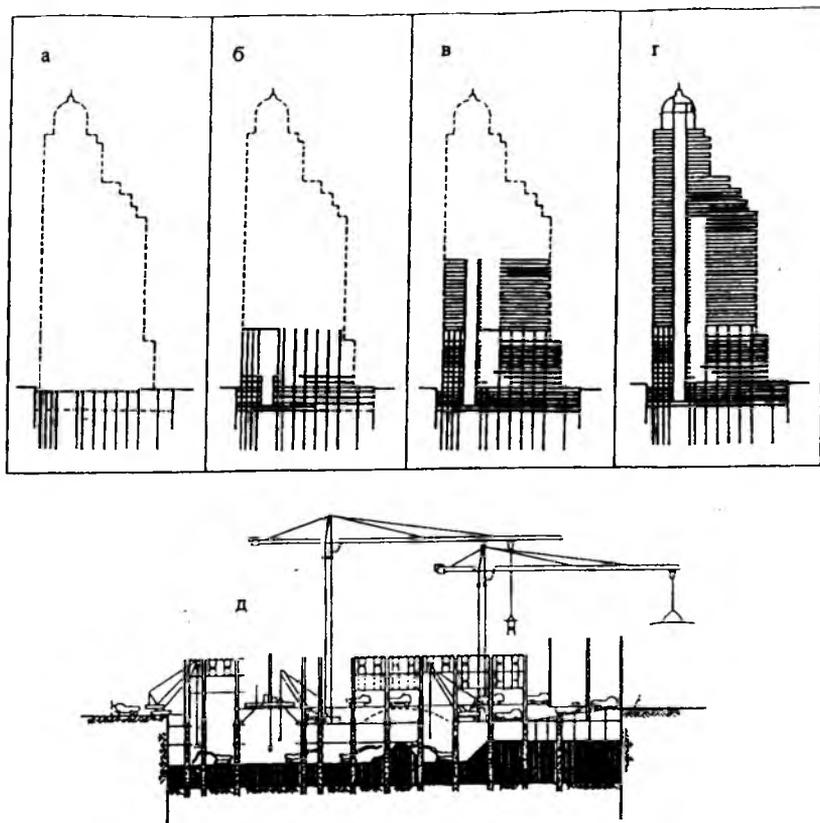


Рис. 1. Схема возведения здания методом "вверх—вниз"
а...г — этапы строительства; д — начальный этап производства работ

* По материалам международной конференции "Бетон-95" в Австралии

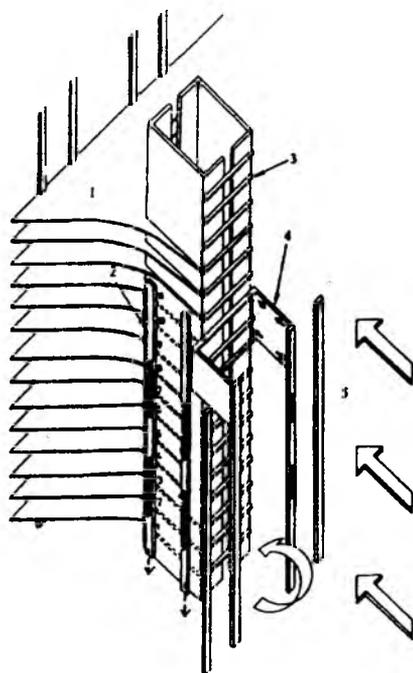


Рис. 2. Схема усиления жилого здания
1 — перекрытия; 2 — канаты; 3 — балки, соединяющие ядра жесткости; 4 — железобетонная стенка; 5 — направление преобладающих ветровых усилий

листов фанеры, укладываемых на подготовку из тощего бетона и песка.

Доступ к отрываемому котловану осуществляли через большие проемы в плитах подвала. Земляные работы проводили одноковшовыми экскаваторами и бульдозерами. Грунт через проемы в плитах вывозили автосамосвалами. По мере углубления проводили бетонирование последующих плит, а затем — ростверка. Одновременно с устройством плит по периметру металлического каркаса колонн устанавливали стержневую арматуру и бетонировали колонны подвала. Пространственную жесткость подземной части сооружения обеспечивали за счет монолитной связи плит с колоннами и стенами-диафрагмами, которые имели необходимые арматурные выпуски, а также системой диагональных распорок.

Одновременно с углубленной частью здания возводили его надземные этажи. Расчетную скорость строительства надземной части здания определяли с учетом обеспечения в процессе

строительства требуемой несущей способности свай и опирающихся на них стоек жесткого каркаса колонн. К моменту окончания строительства подземной части были завершены 20 этажей надземной части здания. Монолитные бетонные перекрытия, колонны, стены-диафрагмы, элементы фасадов бетонировались в инвентарной опалубке, а шахты лифтов — в скользящей.

Опыт строительства показал, что применение метода "вверх—вниз" сократило сроки возведения до 20%; при этом часть здания, включая подземную, была введена в эксплуатацию до завершения строительства всего комплекса.

В практике зарубежного строительства до принятия решения о реконструкции заказчик или инвестор проводят значительные предпроектные проработки: детально изучают конъюнктуру рынка, выполняют обширные экспериментальные и теоретические исследования, разрабатывают эскизные варианты. Решение о строительстве принимают с учетом его экономической целесообразности. Проведенный анализ рынка недвижимости показал, что цена освобождающихся административных зданий за пятилетие (1988—1992 г.) упала вдвое; в то же время жилые здания средней этажности являются перспективными для инвестиций.

Примером такого подхода служит реконструкция 17-этажного административного здания в 27-этажный жилой дом в центре Сиднея [2]. Здание из монолитного железобетона с двумя подземными этажами для парковки машин размером в плане 52х24 м было возведено в 1971 г. Основная сетка колонн каркаса 8х9 м, перекрытия — безбалочные с надколонными капителями 3х3 м. Пространственную жесткость здания обеспечивают два ядра жесткости таврового сечения, в которых размещались шахты лифтов.

При реконструкции было предложено увеличить высоту здания на 10 этажей, придать фасадам современный архитектурный облик и одновременно перепланировать интерьер под жилье повышенной комфортности.

С учетом цены покупки административного здания (29 млн. австралийских долл.) и дополнительных вложений на реконструкцию (40 млн. долл.) стоимость 1 м² площади составила 1900 долл.

Детальное обследование здания, сравнение фактических данных о материалах и нагрузках с принятыми при проектировании, а также поверочные расчеты позволили предложить варианты возведения дополнительных этажей и усиления конструкций. Для 10-этажной надстройки рассмотрели 8 вариантов конструктивных решений, включая перекрытия из сборного и монолитного обычного и легкого бетона, каркас — из монолитного бетона и стали. Аналогично исследовали четыре решения реконструкции фасадов и усиления существующей части здания. Варианты оценивали исходя из архитектурного облика здания, долговечности конструкций, возможностей производства работ и стоимости. При этом относительная стоимость различных решений изменялась в 2,7 раза. Для надстройки здания были приняты балочные железобетонные перекрытия с последующим натяжением арматуры. Балконы по всему периметру здания также решено было выполнять из монолитного бетона. Наибольшее внимание было уделено усилению существующего каркаса здания, исходя из условия минимального изменения объемно-планировочного решения.

Расчеты показали, что с учетом уменьшения полезной нагрузки конструкции не требуют усиления для восприятия вертикальных усилий. Однако в связи с увеличением высоты здания для восприятия дополнительных изгибающих моментов от ветровых нагрузок потребовались определенные конструктивные мероприятия для обеспечения пространственной жесткости каркаса. Во-первых, пришлось существенно увеличить жесткость ядра путем соединения на каждом этаже двух таврообразных ядер жесткости с помощью специальных балок, а также натяжением арматурных пучков, расположенных по углам ядра жесткости и заанкериваемых в

скальном основании. Каждый пучок состоял из 27 канатов диаметром 12,7 мм. Во-вторых, на уровне 9—11 этажей в поперечном направлении здания ядра жесткости были соединены с фасадными колоннами железобетонной стенкой толщиной 0,3 м (рис. 2). И, наконец, на крыше здания установили резервуар с водой вместимостью 100 000 л, который должен был обеспечить частичное гашение ветровых колебаний. С учетом внесенных изменений был выполнен дина-

мический расчет сооружения. Результаты показали, что принятые конструктивные мероприятия и увеличение массы здания уменьшили частоту собственных колебаний системы и значительно повысили жесткость здания.

Принципы реконструкции зданий, используемые в передовой зарубежной практике, в сочетании с применением отечественных конструктивных решений, включая преднапряжение в заводских и построечных условиях, могут существенно сокра-

тить сроки возведения сооружений и дать определенный экономический эффект.

Библиографический список

1. S.L.Lee, Swaddiwudhipong, K.Y. Yong. Up-Djwn Construction of Tall Building with Deep Basement. Cjbcnet 95 Toward Better Concrete Structures. Brisbane, Australia, September, 1995, pp. 1—15.
2. A. Davids, E. Smith, R. Barnes. Highgate Project Sydey-Recycling an Office Building into Apartments. Cjncrete 95 Toward Better Concrete Structures. Brisbane, Australia, September, 1995, pp. 39—45.

ИНФОРМАЦИЯ

“Стройтех-95”

Международная выставка-ярмарка с таким названием, которую организовало и провело в столичном парке культуры и отдыха “Сокольники” российско-германское предприятие “Московская ярмарка”, стала одной из самых замечательных экспозиций минувшего года как по демонстрировавшимся экспонатам, так и по определившимся в ходе ее работы научно-техническим идеям и направлениям развития техники и технологии в строительстве и промышленности строительных материалов. Немало интересного было на выставке и для читателей нашего журнала.

В числе таких экспонатов были изделия Туймазинского завода автобетоновозов (республика Башкортостан), награжденного за вклад в мир бизнеса, за высокую репутацию и профессионализм, подтвержденный высоким качеством изготовления продукции “Аркой Золотой Звезды” в Испании. На стенде предприятия наряду с уже известными его реверсивными автобетоносмесителями СБ-92В-2, СБ-159Б, СБ-172-1 с полезными объемами соответственно 5; 5 и 6 м³, предназначенными для доставки от-

дозированных сухих компонентов бетонной смеси с возможностью приготовления ее в пути следования или по прибытии на строительный объект, а также для доставки готовой бетонной смеси и выдачи ее потребителю, была представлена новая продукция: автобетоносмеситель СБ-227 на базе ЗИЛ-433362. Привод его смесительного барабана — гидромеханический с отбором мощности от двигателя базового шасси. По расходу топлива он в 1,4 раза экономичнее вышеназванных автобетоносмесителей на шасси КамАЗ-55111 с отбором мощности от автономного двигателя. Вместимость его смесительного барабана по выходу готовой бетонной смеси составляет 2,5 м³.

Кроме автобетоносмесителей, Туймазинский завод представил автобетононасосы СБ-170-1, СБ-101А с высотой подачи 22 и 24 м и максимальной подачей (производительностью) на выходе из распределительного устройства 65 м³/ч. Автобетононасосы предназначены для приема свежеприготовленной бетонной смеси от специальных бетонотранспортных средств и подачи ее к месту укладки с помощью бето-

нораспределительной стрелы. При использовании стационарного бетоновоза высота подачи может быть увеличена до 80 м по вертикали. Эти автобетононасосы применяются при возведении зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона и рассчитаны на эксплуатацию в любых климатических условиях. Базовое шасси — надежный и экономичный КамАЗ-53213.

Вызвала интерес у специалистов оригинальная программа московского АОТ “Энерготехпром”. Оно разрабатывает, выпускает и монтирует различные типы быстровозводимых зданий полной заводской готовности, в том числе железобетонные, спроектированные по следующим конструктивным принципам: вертикальная разрезка стен на панели на всю высоту здания; использование ребристых стеновых панелей с эффективным утеплителем, совмещающих несущие и ограждающие функции; применение комплексных кровельных ребристых плит “на пролет”. Разработаны конструкции быстромонтируемых железобетонных зданий пролетами 6; 12 и 18 м, одно- и многоэтажных, одно- и двухэтажных; для

строительства в сейсмически активных районах. Высокая степень огнестойкости позволяет применять их для возведения различных промышленных, административно-бытовых и сельскохозяйственных объектов.

Быстровозводимые железобетонные здания, по сравнению с традиционными типовыми каркасно-панельными конструкциями, дают возможность комплексно поставлять все строительные конструкции с одного завода; сократить затраты труда на монтаже в 2,5—3 раза, расход металла — на 20, бетона — на 30, сметной стоимости — на 15%. В таких конструкциях "Энерготехпром" построены: здания электроподстанций различного напряжения, склады, ремонтные мастерские, гаражи, станции технического обслуживания автомобилей, цехи стройиндустрии, компрессорные, насосные станции, малые котельные для промышленных предприятий, хранилища сельскохозяйственной продукции, заводы по переработке молока, зерна, коровники, свинарники, а также административно-бытовые здания промышленных предприятий, корпуса детских лагерей, пансионатов, домов отдыха, здания столовых, общежития, школы, магазины.

Кроме зданий, "Энерготехпром" представил на выставку механизированные линии и отдельное оборудование для производства сборного железобетона и других строительных материалов, товарные пиломатериалы и шпательный паркет, изделия из электропроводного бетона, полиэтиленовые трубопроводы, цементно-стружечные плиты.

На объединенном стенде польских предприятий акционерное общество (с мая 1992 г.) "Мостосталь-Экспорт" с 40%-ным участием германского капитала, занимающееся промышленным, гражданским и жилищным строительством, продемонстрировало свою совместно с германскими партнерами деятельность в области фундаментостроения, арматурных, бетонных, каменных работ, строительства новых и реставрации старых зданий. С 1991 г. предприятиями объединения построено, отреставриро-

вано, модернизировано несколько десятков жилых (в том числе уникальных по архитектуре) административных, торговых, банковских, больничных и других зданий, а также зданий производственного и социально-бытового назначения на территории Германии.

Свою продукцию самого различного назначения — грунтовки для обработки металлических и деревянных поверхностей перед покрытием эмалями, густотертые масляные краски для отделки внутренних стен, покраски металлических и деревянных изделий, эксплуатируемых внутри помещений и в атмосферных условиях в районах с умеренным климатом, силикатные краски для наружной и внутренней отделки кирпичных, бетонных, оштукатуренных поверхностей — продемонстрировало на выставке московское акционерное общество "СКИМ — Завод строительных красок и мастик". Фасадная краска "Акриал" АО "СКИМ" предназначена для защитной и декоративной отделки бетонных поверхностей фасадов зданий различного назначения, масляная краска на основе хрома — для покраски крыш, фасадов домов и других металлических и деревянных поверхностей, подвергающихся атмосферным воздействиям, различные эмали — для окраски деревянных, бетонных, металлических и оштукатуренных поверхностей. Всеобщим вниманием пользовались составы для покраски окон, дверей, других столярных изделий, а также для защитной и декоративной отделки древесины под ценные породы дерева, мастики для герметизации стыков элементов ограждающих конструкций и защиты сооружений от атмосферной коррозии. Не обошли своим вниманием специалисты также клей для приклеивания рулонных, плиточных, декоративных поливинилхлоридных материалов к различным поверхностям полов и стен зданий.

Хорошими свойствами обладает и представленный Заводом сухих смесей (Москва) шпатлевка ЦПМ (цементсодержащий порошковый материал), применяемая для ремонта штукатурки, панелей, стеновой кладки и т.п.,

а также для заделки трещин, заполнения отверстий, расшивки швов видимой поверхности кладки при строительстве жилых и общественных зданий. Другая шпатлевка — ГПМ, представляющая собой устойчивый, быстротвердеющий раствор для внутренних работ с толщиной слоя от 3 до 30 мм, предназначена для выравнивания наливных полов, бетона и кирпичной кладки. Используется она и в качестве раствора для заполнения неровностей, шпатлевки стен и пола. Вследствие ее быстрого затвердевания последующие работы (тонкая шпатлевка, грунтовка) могут выполняться через 3 ч. В программе Завода сухих смесей (мощностью 100 тыс. т продукции в год) — изготовление высококачественной продукции широкого ассортимента в упаковке, удобной для покупателя, а также высокоэффективных комплексных добавок в сухие смеси и товарный бетон, централизованная доставка этой продукции на строительные объекты. Завод выпускает также товарный бетон различных марок и разного назначения, мелкоштучные изделия (фундаментные и стеновые блоки, тротуарную плитку и т.п.).

С широкой номенклатурой своей продукции ознакомило посетителей выставки АО "Стройиндустрия" (бывший Воскресенский завод железобетонных конструкций и изделий). Это — многопустотные железобетонные плиты перекрытия различных размеров, брусковые железобетонные перемычки для зданий с кирпичными стенами, забивные сваи, железобетонные колонны для одноэтажных промышленных зданий, бетонные блоки для стен подвалов, железобетонные плиты ленточных фундаментов для применения в сухих и водонасыщенных грунтах при расчетной температуре наружного воздуха до минус 40°C, в зданиях и сооружениях с расчетной сейсмичностью до 9 баллов. В обширной номенклатуре — также лестничные марши и площадки, элементы железобетонного забора двух типоразмеров (2,5 и 4 м) и некоторые другие изделия.

АО "Стройиндустрия" — это многопрофильное предприятие.

Оно имеет свой деревообрабатывающий цех по производству окон, дверей, обрезной доски и изделий на заказ, швейный цех по пошиву современной элегантной рабочей спецодежды. По словам работников "Стройиндустрии", продукция предприятия отличается относительно невысокой ценой. Это обусловлено тем, что основным поставщик цемента — завод "Гигант" АО "Воскресенский цемент" — находится всего в 2 км и связан со "Стройиндустрией" внутренней железнодорожной веткой, что существенно снижает транспортные и другие расходы.

Энергосберегающую технологию изготовления сборных бетонных и железобетонных конструкций представила посетителям выставки фирма "Стройкомплекс" (республика Беларусь). В ее производственной программе — также комплексные химические добавки, применяемые в беспропарочной малоэнергоёмкой технологии, камерный насос для вертикальной транспортировки цемента, весовые автоматические дозаторы. Фирма "Стройкомплекс" предлагала также различную техническую документацию и услуги по проектированию и наладке технологических линий по выпуску бетонных изделий, по разработке и изготовлению нестандартизированного оборудования, оказанию технической помощи в освоении энергосберегающей технологии выпуска сборного бетона и железобетона.

Необходимые для всех строительных организаций и их производственных баз продукцию и услуги демонстрировало АО "Проектный институт № 2" (Москва). Оно занимается разработкой для территорий России рекомендаций по структурной перестройке производственной базы строительства и ее инвестированию с анализом состояния базы, расчетом потенциального спроса на выпускаемые строительные материалы с учетом всех федеральных и местных программ, а также потребности населения. ПИ-2 оказывает также методическую помощь, кон-

сультации и обеспечивает необходимой информацией другие организации, разрабатывающие рекомендации по структурной перестройке базы собственными силами; готовит проектную документацию для предприятий стройматериалов и стройиндустрии. В числе уже осуществленных таких проектов малых предприятий — лесопильный цех мощностью 2,5 тыс. м³/г, столярный цех на 2,5 тыс. м³/г, производственный корпус по выпуску изделий КПД для зданий коттеджного типа мощностью 20—25 тыс. м²/г и малоцементного вяжущего в объеме 10 тыс. т/г на базе отходов ТЭС и котельных, ряд производств безавтоклавных ячеистых блоков мощностью по 10 тыс. м³/г, мобильные производственные базы строительных организаций различной мощности, производственный корпус по выпуску изделий для коттеджного строительства мощностью 10 тыс. м²/г. Среди этих разработок — также проекты цеха по производству автоклавных ячеистых блоков мощностью 40 тыс. м³/г, блочных котельных для фермерских хозяйств, малых предприятий различной мощности, мобильной мастерской технического обслуживания и ремонта строительных машин и автомобилей на 100 единиц этой техники.

Многолюдно было в дни работы выставки и у стенда АО "Тверьагрострой", демонстрировавшего сварочный генератор газа "Элга-2". Он предназначен для выработки водородокислородной смеси, сжигание которой в стандартной горелке позволяет резать, сваривать, паять черные и цветные металлы, а также выполнять связанные с высокотемпературным нагревом многие другие операции с различными материалами. Температура пламени горелки 2770°С, эксплуатационная масса генератора 87 кг, габаритные размеры 700х650х300 мм.

Не только для выполнения земляных работ в стесненных условиях, но и для широкого набора других строительномонтажных, погрузочно-разгрузоч-

ных работ в различных отраслях производства, в том числе на предприятиях стройиндустрии, предназначена техника, показанная группой фирм и предприятий разных стран. Здесь особым вниманием пользовался выпускаемый Свердловским заводом "Пневмостроймашина" универсальный малогабаритный погрузчик ПУМ-500 с бортовым поворотом. Эта компактная высокоманевренная машина с дизельным двигателем с воздушным охлаждением мощностью 22 кВт (30 л.с.) предназначена для выполнения работ как в обычных, так и в пространственноограниченных условиях. Погрузчик поставляется с рядом сменного рабочего оборудования.

На этой выставке, как, впрочем, и почти на всех других, свои универсальные высокоманевренные машины показала фирма "Бобкет" (Бельгия). Благодаря удачному конструктивному решению рамы Боб-Тэч, обеспечивающему быструю смену рабочего оборудования, машины этой фирмы на колесном ходу с дизельным двигателем легко трансформируются из одноковшового экскаватора в траншеекопатель, из вилочного погрузчика в агрегат для разрушения бетона, в бетоносмеситель и во многие другие виды погрузочно-разгрузочной, землеройной, строительно-дорожной техники. Всего к машинам "Бобкет" предусмотрено 30 видов сменного и навесного оборудования. Среди них — гидробур, грейдер, бульдозерный отвал, бетоносмеситель вместимостью 270 л, полноповоротные гидравлические ножницы.

Международная выставка-ярмарка "Стройтех-95" продемонстрировала много интересного и полезного. И не только в плане представленных изделий, но и идей, результатов научно-исследовательских, проектно-конструкторских работ, определения направлений поисков и развития производства с целью удовлетворения потребностей общества.

Г.Н. Нурмиев, инж.

Уважаемые строители!
Издательство "СТРОЙИЗДАТ" извещает **ВАС** о выходе в свет
сборника основных официальных материалов

"ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ И НОРМАТИВЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ"
- М.: Стройиздат, 1996.- 496 с.

Федеральные законы, Указы Президента, постановления Правительства, а также ведомственные нормативные акты с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 1996 года систематизированы по следующим главам:

- Общие положения
- Инвестиционная деятельность
- Лицензирование строительной деятельности
- Договорные отношения в строительстве
- Финансовые отношения в строительстве
- Ответственность за правонарушения в области строительства
- Охрана труда в строительстве
- Разрешение споров, связанные с капитальным строительством.

Издание предназначено для руководителей и специалистов строительных организаций, а также для работников лицензионной, юридической, договорной и кадровой служб.

Сборник Вы можете: - приобрести непосредственно в издательстве как за наличный расчет, так и по перечислению (твл.978-32-55);

- получить по почте, предварительно оплатив **65000 руб.**

(стоимость книги + почтовые расходы) и направив купон заказа вместе с квитанцией об оплате в отдел "Книга-почтой" Стройиздата по адресу:
101442 г.Москва, Долгоруковская ул., 23-а.

Расчетный счет Стройиздата: 362106 МФО 201241 в Свердловском отд. МББ г.Москвы, РКЦ ГУЦ БРФ 413161500 МФО 201791, КОД 044583413, ИНН 770708387 (9), уч. 19.

----- ✂ -----

ПРОШУ ВЫСЛАТЬ МНЕ -----
(фамилия, имя, отчество)

сборник основных официальных материалов "ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ И НОРМАТИВЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ" в количестве ___ экз.

ПО АДРЕСУ: -----
(почтовый индекс)

КВИТАНЦИЮ ОБ ОПЛАТЕ ПРИЛАГАЮ

Предъявителю данного купона – скидка 50%.

Интересная монография

Активный член редколлегии нашего журнала, лауреат государственной премии СССР, член-корреспондент Российской инженерной академии, доктор технических наук, профессор В.Г. Батраков Советом директоров Американского биографического института (АБИ) включен в число пятиста мировых лидеров, оказавших существенное влияние на развитие различных видов человеческой деятельности.

Институт, созданный в 1967 г., является крупной организацией в области биографических исследований, в состав Совета директоров которого входят видные ученые и специалисты с мировым именем. На основе экспертных опросов и оценок Совет готовит и издает биографические справочники разного уровня, отслеживает развитие новых направлений в мировой науке и практике.

Как отмечается в письме председателя Совета АБИ, включение проф. В.Г. Батракова является не только признанием его личных заслуг, но и подтверждает также авторитет отечественной науки, строительной профессии и культуры нации.

Том с биографиями признанных научных авторитетов, в том числе с биографией В.Г. Батракова, выйдет из печати в начале 1997 г. и будет разослан в крупнейшие библиотеки мира, научные и культурные центры, ведущие университеты.

Поздравляя нашего коллегу с мировым признанием его заслуг, коллектив редакции и учредители журнала "Бетон и железобетон" единодушно в своих пожеланиях Владимиру Григорьевичу дальнейших научных достижений, а также успехов в воспитании молодых научных кадров.

В настоящее время В.Г. Батраковым подготовлена и в 1997 г. намечена к выходу в свет крупная монография "Модифицированные бетоны. Теория и практика". Книга издается в развитие актуальнейшего направления в области строительства — получение бетонов со специальными свойствами: гидробоных, водо- и газонепроницаемых, особо морозостойких, легких, высокопрочных, коррозионностойких и др.

К этой теме внимание широких кругов научной общественности было привлечено еще в 1990 г., когда вышла книга В.Г. Батракова "Модифицированные бетоны", обобщающая многолетние исследования автора в области бетоноведения. Книга получила высокую оценку отечественных и зарубежных специалистов и стала библиографической редкостью. За прошедшие 6 лет появились новые оригинальные разработки, а ряд

прежних открытий получил более глубокое развитие в свете достижений науки и практики, внедрения новых технологий. Этот ценный материал в совокупности с имеющимися сведениями в области модифицированных бетонов содержится в объемной, хорошо иллюстрированной, фундаментальной книге "Модифицированные бетоны. Теория и практика".

Представляя результаты своих исследований и проведя скрупулезный анализ огромного числа разработок отечественных и зарубежных специалистов, автор книги дал интереснейшие сведения по модифицированию бетонных смесей и бетонов высокоэффективными разжижителями-суперпластификаторами, регуляторами структурообразования и твердения цементных систем, модификаторами воздухововлекающего действия и специального назначения, полифункциональными модификаторами. Подробно показан опыт применения модифицированных бетонов в строительстве.

Удачно сочетая теоретическую и практическую направленность, подлинно научный стиль и ясное доступное изложение, книга будет одинаково интересна как ученым-специалистам, так и проектировщикам, производственникам, преподавателям и студентам строительных вузов.

Более подробные сведения об этой монографии и условиях ее приобретения мы сообщим в последующих номерах журнала.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР "ЗДАНИЯ" АО ЦНИИС

Предлагает новую эффективную конструкцию и технологию изготовления трехслойных панелей с дискретными связями из тяжелого и легкого бетонов, отвечающих повышенным нормативным требованиям по теплозащите. Для организации производства этих панелей используется существующий парк формоснастки.

Перерабатывает проекты для применения этой технологии.

Обеспечивает научно-техническое сопровождение как при проектировании, так и при обработке технологии изготовления этих ограждающих конструкций.

В качестве Испытательного центра зданий и сооружений (свидетельство № РТМ 20.084) проводит работы по контролю качества строительно-монтажных работ, материалов и конструкций.

Выполняет обследования технического состояния зданий и сооружений и разрабатывает меры по усилению строительных конструкций.

*Наш адрес: 129329 Москва, ул. Кольская, 1, НИЦ "Здания" АО ЦНИИС
т. (095) 180-41-95 (095) 180-73-27 факс (095) 180-10-75*

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!

27 июня 1996 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 55 лет научной, педагогической и общественной деятельности доктора технических наук, лауреата государственной премии, профессора Московского государственного строительного университета Григория Ивановича Горчакова — одного из основоположников отечественной школы по проблемам долговечности и теории коррозии бетона и железобетона, строительного материаловедения и метрологии, выдающегося ученого и педагога, внесшего большой вклад в развитие науки о строительных материалах и подготовку высококвалифицированных специалистов.

Григорий Иванович создал более 300 научных трудов, в том числе 7 монографий и 11 учебников, многие из которых переведены и изданы в различных странах. Им подготовлено 56 специалистов высшей квалификации, в том числе 7 докторов технических наук.

Григорий Иванович доброволец, участник Великой Отечественной войны, имеет прави-



ТЕЛЬСТВЕННЫЕ НАГРАДЫ. Всю жизнь он активно занимается и преуспевает в лыжном и конькобежном спорте, шахматах. Живо интересуется политикой, искусством, литературой, садоводством.

Мудрость, знания, жизненный опыт, принципиальность в сочетании со спокойным характером, человеколюбием, сердечностью, добротой — отличительные черты характера Григория Ивановича.

Редакция и редколлегия нашего журнала от души присоединяются ко всем поздравившим юбиляра и желают ему счастья, здоровья, долгой творческой активности.

Редакционная коллегия: Ю.М. Баженов, В.Г. Батраков, В.М. Бондаренко, В.В. Гранев, В.Г. Довжик, А.И. Звездов, Ф.А. Иссерс, Б.И. Кормилицын, К.В. Михайлов, В.А. Рахманов, И.Ф. Руденко, Р.Л. Серых (главный редактор), В.П. Сизов, В.М. Скубко, В.Р. Фаликман, Ю.Г. Хаютин, А.А. Шлыков (зам. главного редактора), Е.Н. Щербаков

Корректор *Н.Я. Шатерникова*

Подписано в печать 24.05.96. Формат 60x88¹/8. Печать офсетная. Бумага книжно-журнальная.
Усл.печ.л. 4,00. Уч.-изд.л. 5,2. Заказ № 770

Адрес редакции:

Москва, Георгиевский пер., д. 1, строение 3, 3-й этаж

Почтовый адрес редакции (экспедиция): 101442, Москва, Долгоруковская ул., 23а

т е л. 292-62-05

Отпечатано в типографии № 9

Комитета РФ по печати

109033, Москва, Волочаевская, д. 40

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



Чешская республика

Экспорт/импорт
48 лет на мировом рынке.

*Крупнейшая в Чехии фирма по экспорту и импорту химической, нефтехимической и фармацевтической продукции.
Успешная работа филиалов фирмы во всех крупнейших странах мира — свидетельство высоких стандартов ее деятельности.*

Хемапол поставляет:

- *лакокрасочные материалы
— автомобильные, фасадные, синтетические, масляные и олифовые, нитроцеллюлозные, акриловые, эпоксидные, полиэфирные, водоземulsionные, порошковые ЛКМ
— инструменты для лакокрасочных работ (щетки, кисти, валики)
- *сантехнику (современные душевые кабины, ванны)
- *деревянные окна и двери высшего класса
- *силиконовые и акриловые герметики, силиконовые ленты

- *фотоматериалы, рентгеновскую пленку
- *материалы для хроматографии, фильтровальную бумагу
- *парфюмерно-косметическую продукцию, зубные пасты, мыло, шампуни, товары бытовой химии, инсектициды
- *неорганические, органические и чистые химикаты

- *автокосметику, любые автомобильные и промышленные масла, смазки
- *полимерные пленки и изделия из них
- *покрытия для полов (линолеумы), отделки стен и потолков

- *различную нефтехимическую продукцию
- *линейные альфа-олефины

- *медикаменты, стоматологические и диагностические средства, медицинские перчатки, соски, презервативы

- *продукты питания, лучшие сорта пива

Ищем региональных дилеров!

Адрес:

СHEMAPOL-ХЕМАПОЛ

г. Москва, 2-я Тверская-Ямская ул., 31/35

тел.: 956-39-23, факс: 251-2636

Представительство Хемапола для Московской области:

Объединение регионального снабжения (ОРС)

г. Дубна, ул. Дачная, 1

тел. 40238 или 46491, факс 47763

Мелкие поставки:

АОЗТ "МОРЕНА"

ул. Дубнинская 79а

тел. 4833126, факс 4832568

Вниманию специалистов!

Проблемы качества строительства, надёжной эксплуатации и ремонта конструкций из бетона, железобетона, природного камня и кирпича Вам поможет решить оборудование швейцарской фирмы *PROSEQ* - лидера на рынке приборов неразрушающего контроля.

Номенклатура приборов и оборудования включает:

- **молотки Шмидта** для контроля прочности любого вида конструкций в диапазоне 0,2-70 Н/мм²;
- систему **DIGI-SCHMIDT**, сочетающую швейцарскую точность измерений молотков Шмидта с новейшими достижениями компьютерной технологии;
- прибор **CANIN** для обнаружения коррозии арматуры;
- прибор **PROFOMETER - 4** для поиска арматуры, измерения её диаметра, определения толщины защитного слоя бетона;
- приборы **DYNA** для измерения адгезии к бетону покрытий любого типа, а также определения усилия на выдергивание/смещение анкеров;
- **прибор Карстена** для определения поверхностного водопоглощения строительных материалов и конструкций;
- прибор **TORRENT** для контроля проницаемости бетона и железобетона

Продукция *PROSEQ* соответствует общеевропейскому стандарту качества ISO 9001, отвечает требованиям нормативных документов Швейцарии, России, Германии, Великобритании, США и др. стран.

По вопросам приобретения и обслуживания обращаться в отдел диагностики фирмы "Триада-Холдинг":

АО "Триада-Холдинг"

- ♦ Диагностика, ремонт, реконструкция сооружений из железобетона и кирпича
- ♦ Гидроизоляция и защита конструкций материалами фирм THORO (Бельгия), Vandex (Швейцария)
- ♦ Дренажные работы материалами фирмы Dorken (Германия)
- ♦ Поставки материалов, выполнение работ
- ♦ Штукатурные станции и бетононасосы фирмы Putzmeister (Германия)
- ♦ Поставка силиконовых герметиков фирмы GE Silicones и технологического оборудования для герметизации строительных конструкций
- ♦ Инжиниринговые услуги

117049, г. Москва, Ленинский просп., 6, МГГУ
тел. (095) 236-94-25 факс (095) 237-67-67