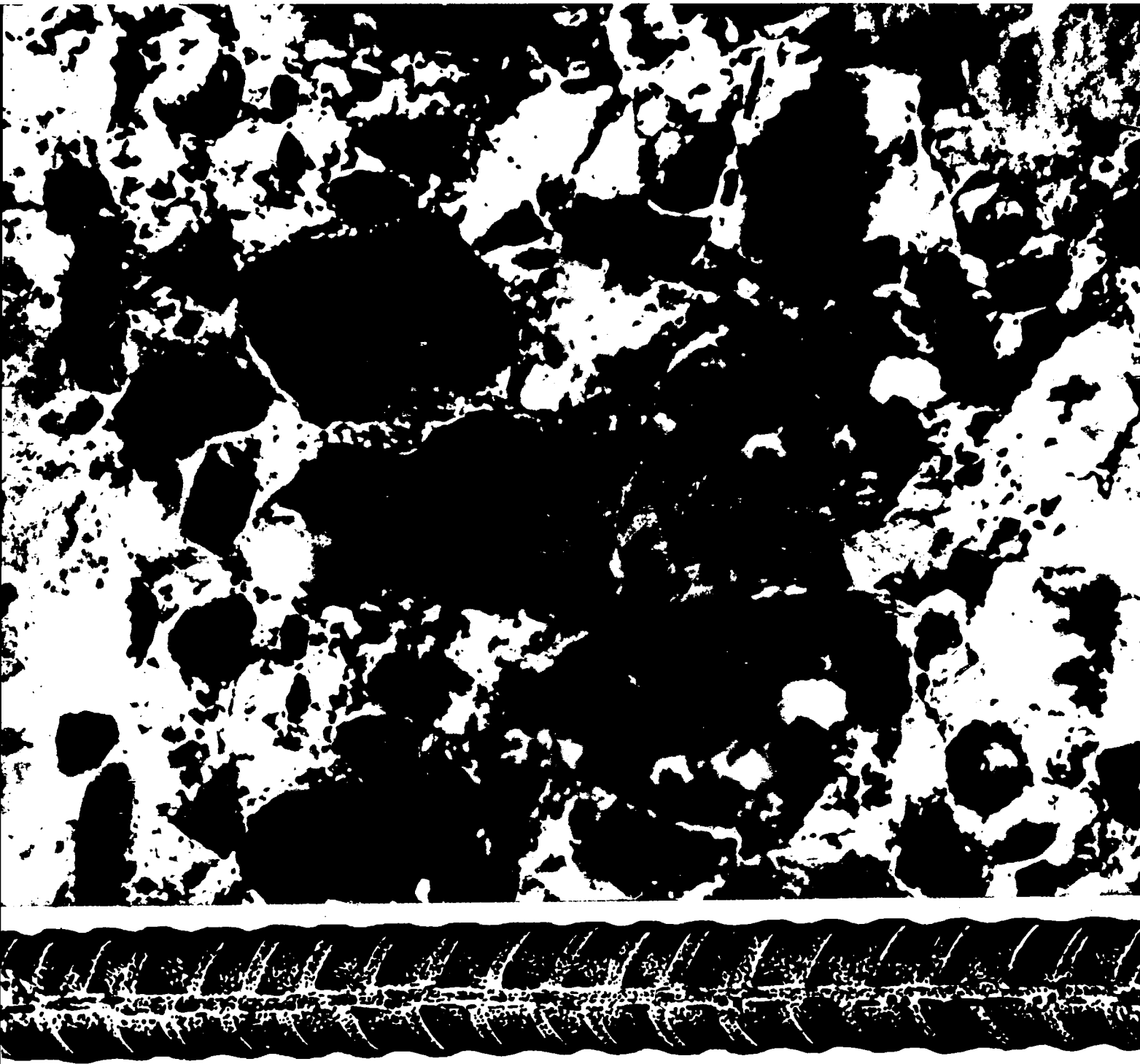
ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

2
1997



1997/2
Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

К столетнему юбилею
А.А. Гвоздева

В этом году строительная общественность отмечает 100-летие со дня рождения профессора А.А. Гвоздева

Алексей Алексеевич Гвоздев является одним из крупнейших ученых в области теории железобетона, железобетонных конструкций и строительной механики. Обладая глубокими знаниями в области теории расчета сооружений и строительной механики, он придавал важное значение экспериментальным исследованиям. В силу специфических свойств бетона и железобетона применение классических методов теории упругости и пластичности не дает вполне достоверной оценки поведения конструкций из этих материалов.

Начиная с тридцатых годов, когда методы расчета железобетонных конструкций были подвергнуты существенному пересмотру, и до последнего времени в руководимой А.А. Гвоздевым Центральной лаборатории теории железобетона НИИЖБа проводились большие по масштабам и разнообразные по задачам экспериментальные исследования, которые послужили основой для создания отечественной школы расчета и проектирования железобетонных конструкций. А.А. Гвоздева можно по праву считать создателем этой школы. Он один из основных авторов практически всех отечественных норм проектирования железобетонных конструкций. По его инициативе в 1938 г. в нормативные документы была введена методика расчета железобетонных конструкций по стадии разрушения, которую предложил проф. А.Ф. Лолейт. Эти идеи были развиты А.А. Гвоздевым и доведены до практического применения на все основные виды воздействий. Он принимал активное участие в разработке методов расчета конструкций по предельным состояниям, в решении вопросов индустриализации строительства, во внедрении эффективной арматуры периодического профиля и высокопрочных бетонов.

В свое время на советские нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций, как наиболее прогрессивные и экономичные, были ориентированы рекомендации по стандартизации, руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций стран СЭВ и ряд основных положений международных рекомендаций Европейского комитета по бетону, которые впоследствии легли в основу Европейских норм — Еврокода 2. В создании этих документов А.А. Гвоздев принимал непосредственное участие.

Исследования в области строительной механики (рамных систем и оболочек), теории пластичности и теории ползучести принесли А.А. Гвоздеву мировую известность. В 1967 г. за доказательство двух фундаментальных теорем о предельной нагрузке в методе предельного равновесия строительных конструкций Бельгийским инженерным обществом ему была присуждена медаль Гюстава Тразенстора, которой награждаются выдающиеся ученые мира. В 1978 г. А.А. Гвоздеву была вручена медаль Фрейсине — высшая награда Международной федерации по предварительно напряженному железобетону.

А.А. Гвоздев вел большую научно-исследовательскую и организационную работу. Он являлся членом научно-технических Советов Госстроя СССР и НИИЖБа, строительной секции Комитета по ленинским премиям, Совета по координации научно-исследовательских работ, редколлегии журнала "Бетон и железобетон", ученого совета НИИЖБа и др., принимал активное участие в работе международных организаций — Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), Европейского комитета по бетону (ЕКБ), Международной федерации по железобетону, Международного совета по строительству и др.

Более десяти докторов и ста кандидатов технических наук являются учениками А.А. Гвоздева. Тысячи студентов слушали его лекции по строительной механике и железобетонным конструкциям.

Плодотворный труд Алексея Алексеевича Гвоздева — ученого, инженера, педагога, общественного деятеля — получил высокую оценку. Он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, звания Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, медалями и грамотами. В 1951 г. А.А. Гвоздев был удостоен Государственной премии за разработку новых эффективных арматурных сталей периодического профиля.

Память об этом выдающемся ученом, интереснейшем, высокообразованном человеке (он свободно говорил на основных европейских языках) свято хранят его многочисленные ученики и коллеги, студенты и инженеры-строители всегда будут пользоваться плодами его яркого творчества.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

2 (485)

Апрель 1997

Издается с апреля 1955 г.

Учредители:
НИИЖБ, ВНИИжелезобетон, АК «Полимод»

СОДЕРЖАНИЕ

Рахманов В.А. 45 лет институту ВНИИжелезобетон 2

Довжик В.Г., Россовский В.Н., Савельева Г.С., Иванова Ю.В., Хаймов И.С., Семенова Т.Д., Сафонов А.А. Технология и свойства полистиролбетона для стеновых конструкций 5

Ахманицкий Г.Я., Несповитая Т.П., Бекишева Л.К. Пути совершенствования технологии и оборудования для производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона 9

Козлов В.В., Топильский Г.В., Алданов Е.А., Раскин И.А., Свиридова С.П. Собственные напряжения в клеевых соединениях особо легких бетонов 12

Соколов В.А., Бабушкин М.Л. Смазки для форм на заводах ЖБИ и КПД 15

Мелихов В.И., Девятов В.В., Шумилин В.И. Энергосберегающая технология тепловой обработки полистиролбетонных изделий 17

Рахманов В.А., Козловский А.И., Варламова А.В. Об экологической безопасности применения полистиролбетона в строительстве 18

Мелихов В.И., Козловский А.И., Россовский В.Н. Возможности получения особо легкого пенополистирольного заполнителя 20

В порядке обсуждения

Краснощеков Ю.В. Теория железобетона и предпосылки развития науки о железобетонных конструкциях 23

Узун И.А. Учет реальных диаграмм деформирования материалов в расчетах железобетонных конструкций 25

Зарубежный опыт

Ночный А.В. Практика защиты окружающей среды на заводах товарного бетона 28

Информация

Габрусенко В.В. Сибирская конференция по железобетону 30

Москва

Издательство литературы по строительству

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ. Рег. № 01080

© Стройиздат, журнал "Бетон и железобетон", 1997

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В.А. РАХМАНОВ, канд. техн. наук, генеральный директор ВНИИжелезобетона

45 лет институту ВНИИжелезобетон

Всероссийский федеральный научно-исследовательский и проектно-технологический институт строительной индустрии ВНИИжелезобетон отмечает свое 45-летие.

Созданный в январе 1952 г., когда начались грандиозные работы по индустриализации строительства путем широкого развития производства и применения сборных железобетонных конструкций и изделий, институт все эти годы развивался вместе с промышленностью сборного железобетона. Уже в начальный период своей деятельности он принимает активное участие в освоении первых в стране специализированных конвейерных заводов по производству железобетонных изделий.

После выхода в августе 1954 г. правительственного постановления "О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства" в институте развернулись широкие комплексные исследования, направленные на решение основных проблем, стоящих перед развивающейся промышленностью сборного железобетона. К таким работам следует отнести:

разработку и создание электротермического метода натяжения стержневой арматуры с нагревом вне формы, отмеченные Ленинской премией и решившие проблему массового изготовления преднапряженных железобетонных конструкций, объем производства которых возрос с 5 до 25%;

исследования по жестким бетонным смесям, результаты которых позволили выявить основные закономерности, присущие этой технологии, разработать требования к виброформовочному и смесительному оборудованию. Все это содействовало широкому развитию производства многопустотных плит перекрытий, применению метода немедленной распалубки;

исследование и регулирование режимов тепловой обработки изделий в камерах непрерывного и периодического действия;

исследование и разработка аппаратуры для неразрушающего ультразвукового контроля прочности бетона;

создание и развитие технологии и оборудования по производству изделий для крупнопанельного домостроения.

Большое значение имели работы института в развитии производства крупноразмерных преднапряженных конструкций для промстроительства. Совместно с проектными организациями и НИИЖБом было обеспечено массовое производство стропильных и подстропильных ферм для пролетов 18 и 24 м, двухскатных и подкрановых балок длиной 6 и 12 м с отогнутой преднапряженной арматурой, ригелей, ребристых плит и плит типа 2Т. Для выпуска этих и других конструкций были освоены гибкие стендовые и поточно-агрегатная технологии в силовых формах, полуконвейерные технологические линии.

Важное значение для развития производства наружных стеновых панелей имел выполненный институтом комплекс работ по заводской технологии получения крупноразмерных изделий из легких бетонов. Совместно с ЦНИИЛХИ была разработана получаемая из отходов лесохимического производства воздухововлекающая добавка СДО и организован ее массовый выпуск на четырех лесохимических заводах. Это обеспечило потребности в этой добавке более 150 предприятий КПД и ЖБИ, выпускающих наружные стеновые панели и блоки.

Освоению производства изделий из ячеистых бетонов способствовала разработанная ВНИИжелезобетоном и внедренная на ряде заводов вибрационная технология, основанная на применении вибрационных воздействий при приготовлении смеси и формовании изделий. Эта технология обеспечила повышение прочности и долговечности ячеистых бетонов, интенсификацию технологического процесса, возможность организации производства изделий по конвейерной технологии. Развитию производства крупнопанельных изделий послужили работы института по созданию эффективных технологических линий, отличающихся повышенным уровнем механизации.

К важнейшим работам, выполненным ВНИИжелезобетоном и получившим отечественное и мировое признание, относятся научные исследования по созданию и внедрению неразрушающих методов, технических средств и автоматизированных систем управления качеством при производстве железобетонных изделий. Разработаны теоретические и практические основы методики ультразвукового контроля прочности и радиоизотопного контроля плотности бетонов в готовых изделиях и в процессе их твердения. Эти работы были отмечены премией Совета Министров.

На протяжении всех лет своей деятельности ВНИИжелезобетон уделял большое внимание ресурсосбережению в промышленности сборного железобетона — экономии тепловой энергии, цемента, использованию промышленных отходов. Это направление включало крупномасштабные исследования, создание соответствующих нормативных документов, поиск эффективных технологических процессов и оборудования, внедрение этих разработок на предприятиях сборного железобетона. Были предложены и внедрены энергосберегающие термосные и импульсные режимы тепловой обработки, учитывающие фактический ритм работы тепловых установок, снижающие расход тепловой энергии

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

на 20%. Институт принимал активное участие в разработке и внедрении электротепловых методов ускорения твердения бетона — электропрогрева, электроразогрева, индукционных камер и установок. Комплекс мероприятий по снижению расхода тепловой энергии, внедренный по разработкам института на ПО "Баррикада" в С.-Петербурге, был отмечен премией Совета Министров.

ВНИИжелезобетоном выполнены масштабные исследования по проблеме экономного расходования цемента в промышленности сборного железобетона. Эти работы включали установление обобщенных технологических зависимостей, связывающих прочность легких и тяжелых бетонов с расходами и характеристиками цемента и заполнителей. Результаты этой работы позволили выявить требования к цементам и заполнителям и впервые совместно с рядом организаций установить типовые нормы расхода цемента (СН 386-68), ставшие основой нормирования его расхода в строительстве. Представилось возможным провести нормализацию методов контроля и оценки прочности бетонов и химизацию их технологии.

В 1977 г. во ВНИИжелезобетоне был получен один из первых отечественных суперпластификаторов 10-03. Позднее были созданы промышленные установки по его изготовлению и осуществлено внедрение при производстве спецжелезобетона. Затем был разработан ряд пластифицирующих добавок, из которых наибольший практический интерес вызвал суперпластификатор 40-03, получаемый из отходов нефтехимии — легкого газойля. Совместно с ИНХП АН АзССР была создана и пущена в эксплуатацию в г. Баку установка для выпуска этого суперпластификатора.

Широкое распространение получил разработанный пластификатор ЛСТМ-2, массовое производство которого было освоено на Камском ЦБК. Этот пластификатор, дающий экономию до 10% цемента, нашел применение более чем на 150 заводах.

Во второй половине 80-х годов ВНИИжелезобетоном совместно с НИИцементом, НИИЖБом и предприятиями Минобороны были разработаны вяжущие низкой водопотребности (ВНВ). Их получают механохимической обработкой портландцементного клинкера совместно с минеральными добавками (песок, граншлак, золы ТЭС) при повышенных дозировках сухих суперпластификаторов. Высокая тонина помола ВНВ в сочетании с низкой водопотребностью цементного теста позволила получать на нем бетоны прочностью 100 МПа и более или обеспечивать снижение расхода цемента в 2—3 раза при изготовлении бетонов прочностью 30—50 МПа.

Активное участие ВНИИжелезобетон принимал в работах по использованию в бетонах золошлаковых отходов ТЭС. Была создана и на многих заводах страны внедрена технология производства наружных стеновых панелей из керамзитозолобетона плотностью 900 кг/м^3 с воздухововлекающими добавками, что позволило экономить 10—20% цемента. В качестве минеральных добавок использованы тонкомолотые гранулированные шлаки с оптимальной дисперсностью, обеспечивающие экономию 40% цемента.

Разработанные в институте вододисперсные пленкообразующие составы (ВПС-Д) и добавки-депрессоры влагоиспарения (ДВИ) применены при строительстве и реконструкции бетонных покрытий взлетно-посадочных полос в аэропортах Москвы, С.-Петербурга, Киева, Екатеринбурга; их применяют при строительстве автодорог и ремонте мостов; они используются при воздушно-сухом и гелиопрогреве железобетонных конструкций, обеспечивая повышение долговечности бетона и снижение расхода тепловой энергии для его твердения.

Одним из приоритетных направлений деятельности ВНИИжелезобетона была разработка и внедрение эффективных конструкций спецжелезобетона (напорных и безнапорных труб, опор, шпал) и высокомеханизированных технологий их изготовления. Из этих работ следует отметить:

технологию производства виброгидропрессованных напорных труб диаметром 600—1200 мм со спирально-перекрестным армированием, обеспечившим экономию арматуры до 12% и повышение производительности труда на 30%;

технологию радиально-прессованных труб диаметром 1200—2000 мм со стальным сердечником, повышающим коррозионную стойкость;

технологию безнапорных и низконапорных бетонных и железобетонных радиально-прессованных труб диаметром 300—1200 мм;

технологию бетонных труб диаметром 100—250 мм, формуемых методом осевого прессования;

конструкцию и технологию производства напорных труб со стальным сердечником, за которую институт был удостоен премии Совета Министров;

разработку новых высокоэкономичных и надежных видов рельсовых скреплений и эффективных видов армирования преднапряженных железобетонных шпал.

Помимо решения прикладных задач, в институте был проведен ряд серьезных теоретических работ, получивших признание в стране и за рубежом. К таким работам следует отнести:

разработку и исследование теории сцепления с бетоном стальной арматуры (проф. М.М. Холмянский);

теорию гидратационного твердения минеральных вяжущих (проф. В.Б. Ратинов);

теоретические основы ультразвукового контроля прочности бетона (проф. И.С. Вайншток).

Большое влияние на технический прогресс в заводской технологии сборного железобетона институт оказывал путем активного участия в разработке нормативных документов (ГОСТов, СНИиПов, инструкций, пособий, рекомендаций). С участием института было разработано более 130 государственных стандартов на сборные железобетонные конструкции, бетоны, заполнители, методы их испытаний, около 20 основополагающих СН и СНи-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Пов. Институтом разработано и выпущено массовым тиражом более 450 различных инструкций, рекомендаций, пособий, большинство из которых было утверждено Минстройматериалов, Госстроем, Главмосстройматериалов и другими министерствами и ведомствами.

Научные работы института широко освещены в печати. Опубликовано около 4000 статей, издано более 250 книг и брошюр по актуальным вопросам заводской технологии сборного железобетона. Институт принимал активное участие во всесоюзных, международных и в российских конференциях, симпозиумах, совещаниях, семинарах по бетону и железобетону, организованных НТО Стройиндустрии, Госстроем СССР, Минстроем РФ. Разработки института отмечены 250 дипломами и медалями на всесоюзных, международных и российских выставках и ярмарках.

Таким образом, к моменту перехода страны к рыночным отношениям в институте был заложен мощный научно-технический фундамент, созданный трудом большого коллектива ученых, широко известных в строительной отрасли. К этим ученым следует отнести В.Н. Наседкина, А.М. Горшкова, Э.Г. Ратца, С.Ю. Цейтлина, Л.А. Кайсера, В.И. Сорокера, И.С. Вайнштока, М.М. Холмянского, И.Э. Сарапина, Н.Н.Долгополова, Р.В. Вегенера, В.А. Дорфа, Д.Ф. Толорая, В.Б. Ратинова, В.Г. Довжика и др.

За последние 5 лет, в период развития в России рыночной экономики, институт перестроил свою работу как в научно-тематическом, так и в организационном направлениях, что позволило ему обеспечить в эти годы стойкое финансовое положение. Перестройка научной тематики была вызвана общими изменениями в технической политике строительной индустрии России.

В этих условиях были начаты и успешно проведены работы по технологии производства мелкоштучных бетонных изделий — стеновых камней и мелких блоков, черепицы, облицовочных плиток. Были разработано и организовано опытно-промышленное производство полумеханизированных вибропрессов для изготовления стеновых камней, созданы технология и оборудование для выпуска мелких стеновых блоков из безавтоклавного ячеистого бетона плотностью 600—800 кг/м^3 по резательной технологии, из поризованных легких бетонов плотностью 600—900 кг/м^3 в групповых самораскрывающихся формах. Разработаны технология и оборудование для производства черепицы из мелкозернистого бетона по прессовой и литьевой технологиям.

Особого внимания заслуживают работы по технологии получения и применения в современном строительстве изделий из особо легких бетонов, в первую очередь полистиролбетона плотностью 150—500 кг/м^3. Они предназначены для теплоизоляции зданий (монолитная или плитная теплоизоляция при плотности полистиролбетона 150—200 кг/м^3), наружных стен из перекрестно-пустотных блоков системы "Юникон" с замоноличиванием их на стройплощадке литыми бетонными смесями (при плотности полистиролбетона 250—350 кг/м^3) или сплошных блоков, укладываемых на клею (при плотности полистиролбетона 400—550 кг/м^3). Стены из таких блоков обеспечивают повышенное сопротивление теплопередаче, отвечающее требованиям изменения № 3 к СНиП II-3-79. Получены экологически чистые изделия из полистиролбетона и разработаны технические решения стен из этого материала, обеспечивающие его огнестойкость и возможность применения в зданиях любой этажности.

В 1994—1995 гг. на Опытном заводе института был организован выпуск элементов системы "Юникон" для строительства экспериментальных коттеджей в микрорайоне Жулебино. Номенклатура изделий и проекты домов были также разработаны ВНИИжелезобетоном.

В 1995—1996 гг. на опытно-экспериментальной базе института были изготовлены и использованы в строительстве опытные партии теплоизоляционных плит и сплошных блоков из полистиролбетона. В прошлом году пущена в эксплуатацию установка по выпуску пенополистирольного заполнителя пониженной плотности (10—12 кг/м^3), что обеспечило снижение стоимости полистиролбетонных изделий.

В настоящее время ведутся проектно-конструкторские и строительные работы по созданию высокомеханизированной технологической линии производства пустотных и сплошных блоков для экспериментального, а в дальнейшем серийного строительства сборно-монолитных зданий из полистиролбетона системы "Юникон", запроектированных совместно с МНИИТЭПом. Линия должна быть пущена в эксплуатацию в текущем году. Наряду с полистиролбетоном проведены работы по получению аналогичных изделий из ячеистого бетона на шлакощелочном и цементном вяжущих.

Некоторые результаты работ по этим вопросам освещены в статьях сотрудников ВНИИжелезобетона, опубликованных в данном номере журнала.

Широким фронтом развернуты исследования по созданию гаммы принципиально новых эффективных материалов 2000 года. Институт продолжает осуществлять головную роль в области заводской технологии производства бетонных и железобетонных изделий Минстроя РФ, входит в состав его НТЦ "Строительство", является специализированным экспертным базовым центром с правом проведения экспертизы на территории РФ всех видов строительной деятельности.

Традиционно большая работа проводится институтом для московского строительного комплекса. В соответствии с постановлением правительства Москвы от 25.10.1994 г. № 952 "О мерах по организационно-техническому обеспечению развития московского строительства на основе новых прогрессивных технологий и материалов ВНИИжелезобетона" на институт и его испытательный центр НИИЦСТРОМ возложены функции головной научной организации и головного сертификационного центра строительного комплекса г. Москвы с правами лицензирования строительной деятельности, кон-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

троля качества и экологической безопасности технологии производства работ и готовой строительной продукции на предприятиях и в организациях всех форм собственности.

45-летний опыт работы ВНИИжелезобетона по созданию и развитию заводской технологии сборного железобетона позволяет надеяться, что в условиях рыночной экономики институт осуществит поиск новых эффективных направлений, разработает современные технологии и материалы, заложит основы успешного развития строительной индустрии в новом тысячелетии.

В.Г. ДОВЖИК, В.Н. РОССОВСКИЙ, Г.С. САВЕЛЬЕВА, Ю.В. ИВАНОВА, И.С. ХАЙМОВ, кандидаты техн. наук, Т.Д. СЕМЕНОВА, А.А. САФОНОВ, инженеры

Технология и свойства полистиролбетона для стеновых конструкций

Одним из действенных путей повышения теплозащитных свойств стеновых ограждающих конструкций зданий в целях удовлетворения требованиям новых теплотехнических норм (изменение № 3 к СНиП II-3-79) является применение для их изготовления особо легких бетонов и в первую очередь полистиролбетонов плотностью 250—550 кг/м^3, прочностью 0,5—2,5 МПа. Бетоны с такими показателями можно использовать для изготовления сплошных и пустотных стеновых блоков и применять для кладки наружных стен в малоэтажном и многоэтажном строительстве. Для организации промышленного производства таких блоков и их применения при строительстве опытных зданий в Москве во ВНИИжелезобетоне проведены комплексные исследования по технологии и свойствам полистиролбетона.

В опытах использовали гранулированный пенополистирол с насыпной плотностью 10—30 кг/м^3 и размером зерен от 0,6 до 20 мм, портландцемент марок 400—600, воздухововлекающие добавки. Исследования проводили применительно к различным условиям формования изделий — в горизонтальных формах с извлечением пустотообразователей до тепловой обработки (жесткие смеси), а также в вертикальных формах (высокоподвижные смеси). Удобоукладываемость полистиролбетонных смесей пониженной плотности с получением при этом слитной структуры отформованного бетона регулировали варьированием расходов воды и воздухововлекающей добавки.

Опыты показали, что при неизменном расходе воздухововлекающей добавки с уменьшением водосодержания (В/Ц) плотность и прочность полистиролбетона повышаются. Для получения полистиролбетона одинаковой плотности необходимо по мере увеличения жесткости смеси уменьшать ее водосодержание (В/Ц) и одновременно увеличивать расход добавки (табл. 1). Характерно, что, как это имеет место в технологии поризованных легких бетонов, изменение удобоукладываемости (водосодержания) полистиролбетонной смеси практически не оказывает влияния на прочность затвердевшего полистиролбетона при неизменной его плотности (рис. 1). Это объясняется увеличением объема вовлеченного воздуха для компенсации уменьшения объема воды в более жестких смесях. Более того, полистиролбетоны из жестких смесей в силу недоуплотнения и появления в структуре межзерновых пустот зачастую имеют меньшую прочность при данной плотности, чем бетоны, приготовленные из подвижных смесей.

При оптимизации состава конструкционно-теплоизоляционного полистиролбетона было установлено, что изменение содержания пенополистирола в пределах 0,65—1,1 м^3/м^3 не оказывает влияния на прочность полистиролбетона неизменной плотности. Однако для получения полистиролбетонной смеси слитной структуры при пониженных расходах пенополистирола (менее 0,9 м^3/м^3) ее поризацию следует осуществлять не воздухововлекающей добавкой, а технической пеной, что осложняет производство и ухудшает стабильность процесса.

Увеличение расхода цемента в составе полистиролбетона повышает его плотность и вызыва-

Таблица 1

Серия	В/Ц	Д/Ц, %	Жесткость, с	Плотность, кг/м^3		Прочность, МПа
				смеси	бетона в сухом состоянии	
Содержание добавки постоянное	0,43	0,16	6	410	330	0,6
	0,40	0,16	24	430	370	0,75
	0,38	0,16	32	470	390	0,85
Плотность бетона постоянная	0,42	0,16	10	410	340	0,51
	0,37	0,27	43	410	350	0,6
	0,35	0,71	125	390	340	0,5

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

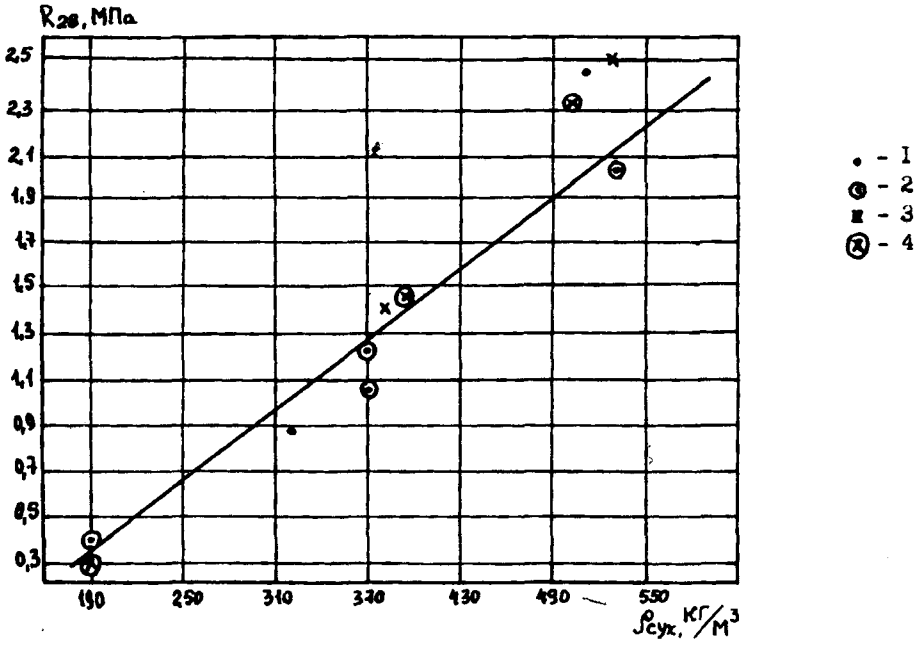


Рис. 1. Зависимость прочности полистиролбетона от его плотности
1, 2 — расход ППС 1,0 м³/м³; *3, 4* — то же, 0,7 м³/м³; *1, 3* — подвижные смеси; *2, 4* — жесткие смеси

ет увеличение водопотребности полистиролбетонной смеси (90—100 л/м³ при расходе цемента 150 кг/м³ до 160—180 л/м³ при расходе цемента 450 кг/м³), хотя В/Ц при этом уменьшается с 0,65 до 0,38. Кроме того, водопотребность полистиролбетонной смеси повышается с увеличением нормальной густоты цементного теста и уменьшением крупности зерен пенополистирола.

Существенное влияние на прочность полистиролбетона данной плотности оказывают характеристики его составляющих — цемента и пенополистирола. Как видно из рис. 2, увеличение активности цемента в 1,5 раза повышает прочность полистиролбетона марки Д350 в 1,3—1,4 раза. В других опытах применение цемента марки 600 вместо марки 400 повысило прочность полистиролбетона марки Д250 в 1,7 раза. Таким образом, для обеспечения достаточно высокой прочности конструкционно-теплоизоляционных полистиролбетонов необходимо использовать высокоактивные цементы или технологические приемы, повышающие активность вяжущих (активация, домол). Кроме того, из рис. 2 следует, что помимо активности цемента увеличению прочности полистиролбетона данной плотности способствует повышение насыпной плотности пенополистирольного заполнителя. Это можно объяснить тем, что повышение насыпной плотности пенополистирола связано с уменьшением его межзерновой пустотности, размеров зерен, а также с увеличением плотности (деформативности) самих полистирольных зерен.

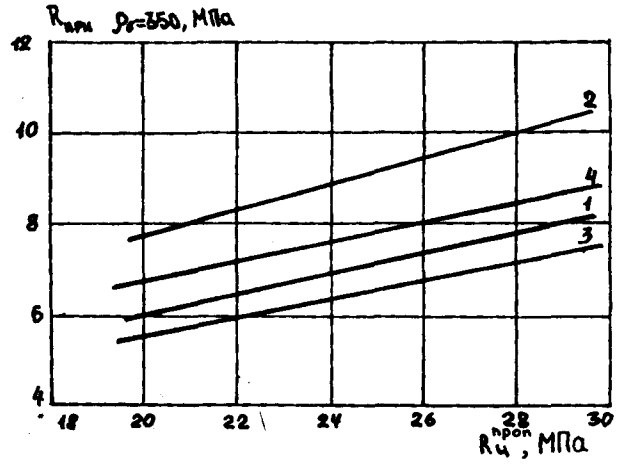


Рис. 2. Влияние активности цемента на прочность полистиролбетона плотностью 350 кг/м³
1, 2 — насыпная плотность 28 кг/м³; *3,4* — то же, 20 кг/м³; *1, 3* — после ТВО; *2, 4* — 28 сут

Уменьшение межзерновой пустотности позволяет применять для ее заполнения (в целях получения заданной плотности бетона) поризованную цементную матрицу повышенной прочности и плотности. Уменьшение крупности зерен пенополистирола снижает концентрацию напряжений в ячейках, занятых зернами. И, наконец, повышение плотности и связанное с этим увеличение прочности и деформативности самих зерен пенополистирола несомненно должно оказывать положительное влияние на прочность полистиролбетона.

Все эти вопросы требуют дальнейших более глубоких теоретических и экспериментальных исследований. Однако уже сейчас можно сказать, что для получения полистиролбетона с наибольшими прочностными показателями необходимо стремиться к применению для его приготовления пенополистирола повышенной плотности. Ориентировочные данные по влиянию плотности пенополистирола на прочность полистиролбетона приведены в табл. 2.

При выборе характеристики пенополистирола необходимо также учитывать, что уменьшение его плотности снижает расход основного сырьевого компонента — стирольного бисера, а также потребление тепловой энергии. Кроме того, при этом снижается количество свободного стирола. Поэтому проблема выбора оптимальной плотности пенополистирольного заполнителя

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Марка полистиролбетона по плотности	Прочность при сжатии полистиролбетона, МПа, при насыпной плотности пенополистирола (кг/м³)			
	7—8	10—12	15—20	25—30
Д250	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,7	0,6—0,8
Д300	0,4—0,5	0,5—0,6	0,6—0,8	0,8—1,0
Д350	0,5—0,6	0,7—0,9	0,9—1,1	1,1—1,3
Д400	0,6—0,7	1,0—1,1	1,2—1,4	1,6—1,8
Д450	0,8—0,9	1,2—1,4	1,5—1,7	1,9—2,2
Д500	1,0—1,1	1,5—1,7	1,8—2,0	2,1—2,8

требует каждый раз комплексного технико-экономического анализа.

Помимо состава полистиролбетона и характеристик его компонентов, большое значение для производства стабильных изделий с высокими эксплуатационными характеристиками имеют надлежащие условия приготовления, транспортирования, укладки смеси, формования и твердения изделий.

Как показали результаты лабораторных и производственных испытаний, полистиролбетонные смеси следует готовить в смесителях принудительного действия желательно с горизонтальным лопастным валом, повышающим однородность смеси и уменьшающим время перемешивания до 3 мин. Возможно применение смесителей с вертикальным валом при выборе оптимальных углов наклона перемешивающих лопастей и увеличении длительности перемешивания до 3 мин.

Полистиролбетонные смеси обладают хорошей воздухоудерживающей способностью. При выдерживании в течение 30 мин их плотность увеличивается на 2—8%, тем больше, чем ниже расход цемента и выше жесткость смеси. Большая потеря вовлеченного воздуха наблюдается при падении смеси и ее ударе о днище формы, бункера укладчика или раздаточной емкости. Плотность при этом возрастает на 5—10%. Существенные потери вовлеченного воздуха наблюдаются при ручном перераспределении смесей и их штыковании. Устранение всех этих негативных явлений способствует получению в изделиях полистиролбетона стабильного качества.

Виброуплотнение полистиролбетонных смесей должно обеспечивать равномерное заполнение массой всего объема бетонируемой формы. Излишне длительное интенсивное уплотнение может привести к некоторому расслоению полистиролбетонной смеси, но не может являться причиной увеличения плотности бетона вследствие уменьшения содержания вовлеченного воздуха. Опыты показали, что при надлежащих условиях виброуплотнения коэффицент вариации по плотности в заформованных изделиях высотой 30 и 120 см составил 4—4,5%.

Опыты выявили отличительную особенность полистиролбетонных смесей — их вспучивание после виброуплотнения вследствие расширения содержащегося в гранулах пенополистирола воздуха при повышении температуры смеси (до 40°С) за счет гидратации цемента. Деформации, достигающие 2—5%, вызывают нарушение сплошности полистиролбетонных смесей и приводят к снижению прочности бетона. Они проявляются наиболее заметно при формовании сплошных блоков из жирных подвижных смесей в горизонтальных формах. Чтобы исключить эти нежелательные явления, предложено укладывать на поверхность полистиролбетонных изделий стальные листы (крышки) с давлением до 10 гс/см². Закрепление этих крышек на формах позволяет сократить длительность тепловой обработки за счет уменьшения времени предварительной выдержки до 1 ч (вместо 3—4 ч) и увеличения скорости подъема температуры в камере. Кроме того, крышки исключают возможность насыщения и повреждения верхней поверхности изделий от парового конденсата.

Отличительной особенностью режимов тепловой обработки полистиролбетонов является ограничение по температуре (70—75°С) для исключения разрушения зерен пенополистирола. Длительность изотермического прогрева должна составлять 8—10 ч.

Для оценки возможности применения полистиролбетона в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала ограждающих конструкций необходимо знать его строительно-технические и эксплуатационные характеристики.

Испытания показали, что при прочности 0,45—2,0 МПа и плотности 210—560 кг/м³ соотношение призменной и кубиковой прочности полистиролбетона колеблется от 0,89 до 1,22 и в среднем может быть принято равным 1,0. С повышением прочности на сжатие растет и прочность на растяжение при изгибе полистиролбетона (рис. 3). С увеличением прочности соотношение $R_u/R_{сж}$ уменьшается. Однако в целом этот показатель у полистиролбетона выше, чем у обычных легких, а также ячеистых бетонов. Полистиролбетон характеризуется также повышенной прочностью на осевое растяжение. Если для обычных легких и ячеистых бетонов отношение $R_p/R_{сж}$ не превышает 10%, то для полистиролбетонов оно составляет 20—30%, повышаясь с уменьшением их плотности и прочности. С увеличением прочности и плотности полистиролбетона повышается его начальный модуль упругости (см. рис. 3). Предельная сжимаемость полистиролбетона колеблется от 1,4 до 2,2 мм/м и практически не зависит от его прочности. Аналогичная картина наблюдается и с коэффициентом Пуассона — его величина колеблется от 0,2 до 0,3 и не зависит от прочности. Деформации влажностной усадки полистиролбетона повышаются с уменьшением его прочности от 0,35 мм/м при прочности 2,5 МПа до 0,6 мм/м при прочности 0,5 МПа.

Из теплофизических характеристик полистиролбетона наибольшее значение имеет его коэффициент теплопроводности. Для его определения было испы-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

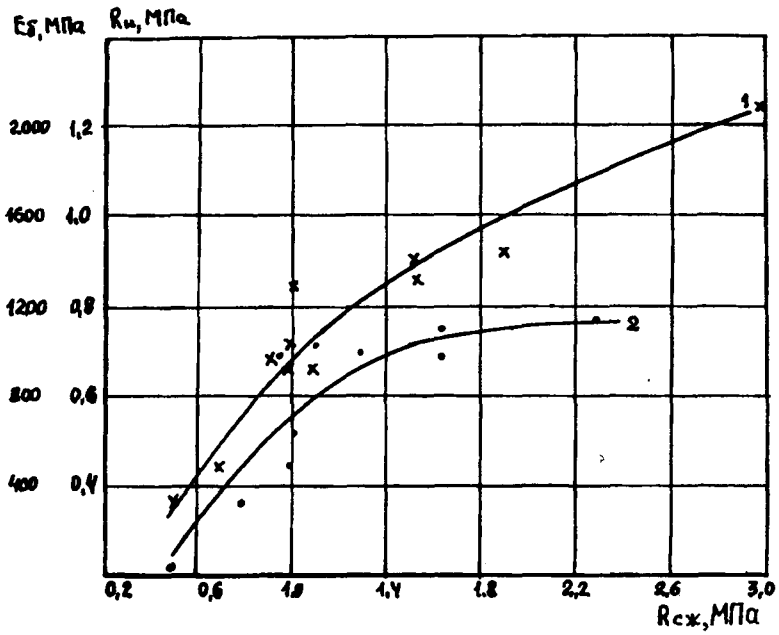


Рис. 3. Начальный модуль упругости и прочность на растяжение при изгибе полистиролбетона
1 — начальный модуль упругости; *2* — прочность на растяжение при изгибе

тано более 30 серий образцов, отличающихся плотностью (от 150 до 550 кг/м^3), размерами зерен (от 5 до 20 мм) и насыпной плотностью пенополистиролбетона (от 10 до 25 кг/м^3). Результаты испытаний (рис. 4) позволили получить обобщенную

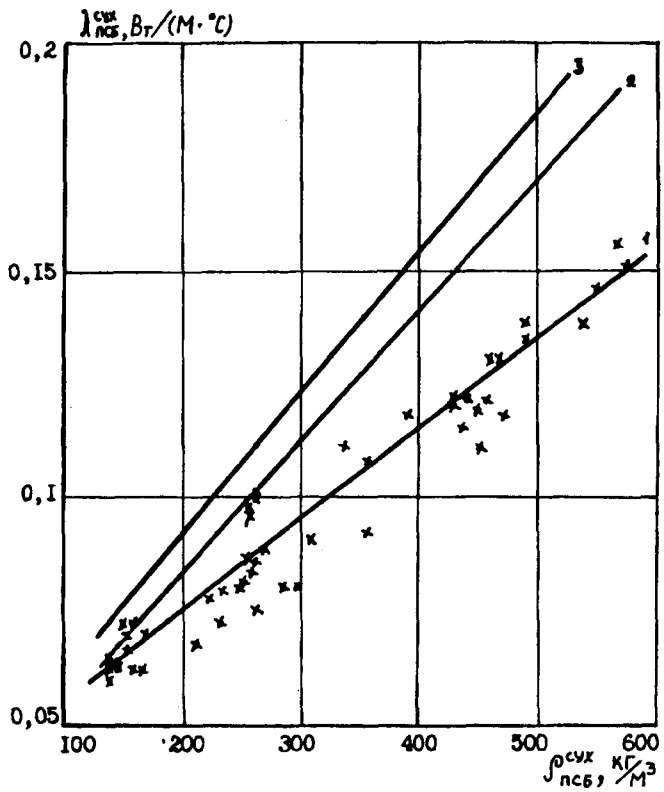


Рис. 4. Теплопроводность полистиролбетона
1 — в сухом состоянии; *2* — при условии эксплуатации А; *3* — при условии эксплуатации Б

зависимость $\lambda^{сух}_{псб} = f(\rho^{сух}_{псб})$, которая может быть аппроксимирована линейной зависимостью $\lambda^{сух}_{псб} = 0{,}035 + 0{,}0002\ \rho^{сух}_{псб}$, где $\lambda^{сух}_{псб}$ — коэффициент теплопроводности полистиролбетона в сухом состоянии, Вт/(м · °С); $\rho^{сух}_{псб}$ — плотность полистиролбетона в сухом состоянии, кг/м^3.

Результаты определения коэффициента теплопроводности полистиролбетона во влажном состоянии позволили выявить усредненные значения влажностного коэффициента $K_{вл}$. Анализ полученных данных показал, что величина этого коэффициента увеличивается с повышением плотности полистиролбетона от 0,0005 при плотности 150 г/м^3 до 0,0055 при плотности 550 кг/м^3.

Для установления расчетных значений коэффициентов теплопроводности необходимо знать величины их эксплуатационной влажности, что требует длительных испытаний по измерению влажности материала в стенах зданий. Ориентировочные значения могут быть установлены по данным сорбционного увлажнения материала при $\varphi = 80\%$ (для условий эксплуатации А) и $\varphi = 97\%$ (для условий эксплуатации Б). Результаты испытаний показали, что сорбционная влажность полистиролбетона повышается с увеличением относительной влажности воздуха и колеблется от 3,5 до 9% (по массе) при $\varphi = 80\%$ и от 7 до 13% при $\varphi = 97\%$ и мало зависит от плотности полистиролбетона. В среднем $W_{сорб}$ полистиролбетона может быть принята 7% (по массе) для условий эксплуатации А и 11% — для условий эксплуатации Б. На основании полученных экспериментальных данных были установлены расчетные значения коэффициентов теплопроводности полистиролбетонов, которые могут быть рекомендованы для теплотехнических расчетов ограждающих конструкций (см. рис. 4).

Из влажностных характеристик также определяли водопоглощение и коэффициент размягчения. Результаты испытаний показали, что водопоглощение (в.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

% по массе) полистиролбетона уменьшается с увеличением плотности от 55% при плотности 200 кг/м^3 до 25% при плотности 500 кг/м^3. Коэффициент размягчения при максимальном водонасыщении возрастает с повышением плотности от 0,8—0,85 при плотности 200 кг/м^3 до 0,95—1,0 при плотности 500 кг/м^3. Марка по морозостойкости также повышается с увеличением плотности и прочности полистиролбетона от F35 при плотности 250 кг/м^3 до F75 при плотности 450—500 кг/м^3.

Полистиролбетон слитной структуры плотностью 250—500 кг/м^3 надежно защищает стальную арматуру от коррозии.

По результатам испытаний на воспламеняемость, горючесть и дымообразующую способность конструкционно-теплоизоляционный полистиролбетон относится к группе трудногорючих материалов с малой дымообразующей способностью. Это обстоятельство позволяет использовать его в наружных стенах 5-этажных жилых домов, а при применении специальных технических решений — в зданиях повышенной этажности (9 и более).

Г.Я. АХМАНИЦКИЙ, Т.П. НЕСПОВИТАЯ, кандидаты техн. наук, Л.К. БЕКИШЕВА, инж.

Пути совершенствования технологии и оборудования для производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона

В настоящее время происходит сокращение крупнопанельного строительства многоэтажных зданий и возрастание объемов возведения индивидуального жилья (в том числе коттеджей) путем привлечения денежных средств населения. В этих условиях актуальное значение приобрели вопросы максимального сокращения стоимости строительства. Проблема еще более осложнилась принятым Минстроем РФ решением о поэтапном повышении приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен зданий в 1,4—2,5 раза (изменение № 3 к СНиП II-3-79 "Строительная теплотехника").

В сложившейся ситуации ячеистый бетон сохраняет позиции весьма эффективного и одного из самых экономичных стеновых материалов. Экономия достигается при его производстве, возведении и эксплуатации зданий. Ячеистый бетон, по сравнению с другими видами легких бетонов, наиболее перспективен для малоэтажного (до 4 этажей) строительства. Отмеченное выше является основанием для наращивания объемов производства изделий из ячеистых бетонов (в первую очередь, стеновых блоков) в ближайшем будущем.

В настоящее время актуальное значение приобретают вопросы улучшения теплофизических характеристик ячеистого бетона (снижения средней плотности, выбора сырьевых компонентов) и совершенствования технологии изготовления изделий с целью обеспечения точности их геометрических параметров. Последнее является обязательным условием для повышения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий за счет кладки их на клее (взамен цементно-песчаного раствора) и увеличения теплотехнической однородности наружных стен.

Для обеспечения соответствия требованиям по теплозащите (второй этап) перспективным является выполнение наружных стен двухслойными с воздушной полостью (размером 50 мм) или трехслойными с эффективным плитным утеплителем (например, минераловатным). Указанные конструкции наружных стен из ячеистобетонных изделий получили распространение за рубежом.

В России суммарная мощность производств по выпуску изделий из ячеистых бетонов (в основном автоклавного твердения) составляет порядка 3 млн.м^3, из которых более половины предназначено для изготовления мелких стеновых блоков. Годовой объем изделий из неавтоклавного ячеистого бетона (мелкие стеновые блоки) не превышает 10% указанного выпуска).

В существующих экономических условиях предпочтительным представляется развитие производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона, исключающего использование металлоемких и дорогостоящих автоклавов с рабочим давлением 8—12 ат и паровых котлов высокого давления. При неавтоклавном производстве возможно также исключение или существенное сокращение помольного оборудования (при использовании золы-уноса или золошлаковой смеси ТЭС). Указанное выше значительно сокращает удельные капвложения на создание нового производства. Определенные перспективы имеются для размещения производства изделий из неавтоклавного ячеистого бетона на свободных площадях реконструируемых заводов ЖБИ и КПД.

Во ВНИИжелезобетоне проведены комплексные исследования по созданию современной технологии изготовления изделий из неавтоклавного ячеистого бетона марок по средней плотности Д400—Д700 классов по прочности В0,75—В2,5. Новая

3 Зак. 254

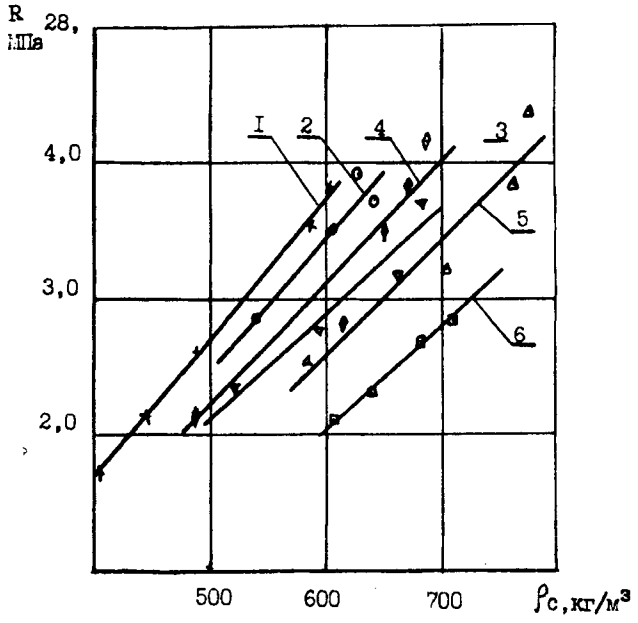
Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

технология базировалась на достижениях в области бетоноведения, использовании передового отечественного и зарубежного опыта.

В результате экспериментов и опытно-промышленных испытаний разработана усовершенствованная технология неавтоклавного ячеистого бетона указанной средней плотности, обеспечивающая улучшение физико-технических свойств изделий (включая теплофизические характеристики) и интенсификацию процессов их изготовления. Особенности технологии связаны с применением цементного вяжущего, характеризующегося замедленным начальным структурообразованием (по сравнению с автоклавным ячеистым бетоном на смешанном цементно-известковом вяжущем), и использованием в качестве кремнеземистого компонента золошлаковых отходов ТЭС или молотого кварцевого песка. Технология предусматривает применение малоподвижной смеси и комбинированного порообразователя, использование вибрационных воздействий (на стадиях приготовления смеси и формирования поровой структуры) и тепловой обработки при атмосферном давлении и температуре 80—95°С.

Для приготовления ячеистобетонной смеси рекомендуется кислая зола-унос или зола гидроудаления ТЭС с содержанием стекловидных и оплавленных частиц не менее 50% и удельной поверхностью 400—500м^2/кг. Данная дисперсность исключает необходимость использования помольного оборудования. При пропаривании газозолобетона протекают процессы гидролиза аморфных фаз с образованием низкоосновных гидросиликатов и гидрогранатов. Происходящее химическое связывание гидроокиси кальция, образующейся при гидратации алита, является проявлением пуццоланических свойств золошлаковых отходов.

В экспериментальных исследованиях применяли кислые золошлаковые смеси ТЭЦ (ЗШС), которые в основном соответствовали нормативным требованиям СН 277-80 к кремнеземистому компоненту для ячеистых бетонов. ЗШС имели дисперсность 190—530 м^2/кг, содержание кислотных оксидов составляло 88—94,2% по массе, потери при прокаливании находились в пределах от 4,8% (ЗШС Каширской ТЭЦ) до 22,7% (ЗШС Черниговской ТЭЦ).



Влияние состава ячеистобетонной смеси и степени дисперсности золошлаковой смеси ТЭЦ на прочность неавтоклавного ячеистого бетона на основе рядового цемента
1 — состав с $C = 0{,}75$ на ЗШС ТЭЦ-22; *2* — то же, $C = 1{,}0$; *3* — то же, $C = 1{,}5$; *4* — то же, $C = 1{,}0$ на ЗШС Черниговской ТЭЦ; *5* — то же, на ЗШС Каширской ТЭЦ; *6* — состав с $C = 0{,}75$ на Криводановском кварцевом песке

Для сопоставления определяли параметры изготовления и прочностные показатели неавтоклавного ячеистого бетона на кварцевом песке Криводановского карьера (с содержанием кварца 77%), измельченного до удельной поверхности 220 м^2/кг, и цементе активностью 44—50 МПа. Щелочной добавкой служила молотая известь с содержанием активных CaO + MgO порядка 65% или поташ. В качестве редуцирующей добавки использовали суперпластификатор С-3, комбинированный порообразователь включал алюминиевую пудру ПАП-1 и ПАВ. Ячеистый бетон изготавливали преимущественно по комплексной вибрационной технологии с тепловлажностной обработкой при температуре 90—95°С по режиму 2+8 ч и остыванием за счет естественного охлаждения.

Применение указанных ЗШС повышает водопотребность ячеистобетонной смеси до 0,44—0,52 против 0,38—0,40 для смесей на молотом кварцевом песке. Введение суперпластификатора С-3 в количестве 0,75% массы цемента снижает В/Т ячеистой смеси на 12—15%.

В ходе отработки технологических параметров неавтоклавного газозолобетона установлено, что при вибрационной технологии длительность процесса формирования поровой структуры бетона находится в пределах 5—8 мин и вызревания до резки сырца от 1 до 2,5 ч (в зависимости от его плотности). При литьевой технологии длительность указанных переделов составляет соответственно 15—25 мин и 4—6 ч.

Зависимости прочности при сжатии от состава и плотности неавтоклавного ячеистого бетона на основе рядового цемента и золошлаковых смесей различной дисперсности представлены на рисунке. Из него видно, что с возрастанием дисперсности ЗШС от 190 до 530 м^2/кг прочность на сжатие неавтоклавного газозолобетона на рядовом цементе

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

повышается с 2,5 до 3,4 МПа (для составов с C = 1,0 при плотности бетона 600 кг/м^3). При сохранении прочности неизменной удельный расход цемента сокращается не менее чем на 15%. Прочность на сжатие неавтоклавного ячеистого бетона, изготовленного с применением кварцевого песка, существенно ниже прочности газозолобетона.

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать вывод о том, что одним из основных технологических факторов, влияющих на прочность неавтоклавного газозолобетона, является отношение кремеземистого компонента к вяжущему (C). Так, при изменении величины C с 1,5 до 0,75 прочность на сжатие в 28-суточном возрасте такого бетона средней плотности 500 кг/м^3 возрастает с 2,1 до 2,7 МПа, а при плотности 600 кг/м^3 — с 2,8 до 3,7 МПа. Прочность неавтоклавного газозолобетона после изготовления составляет 70—80% марочной. В возрасте 4 мес прочность такого бетона возрастает дополнительно на 10—15%.

Неавтоклавный газозолобетон, изготовленный на основе рядового цемента и отвальной ЗШС ТЭС-22, при марке по средней плотности Д500 соответствует классу по прочности на сжатие В1,5 (М25) при удельном расходе цемента 190 кг и при плотности Д600 — классу по прочности В2,5 (М35) (при расходе цемента 260 кг).

Экспериментальными исследованиями выявлена эффективность применения тонкомолотого многокомпонентного вяжущего, являющегося продуктом совместного помола цемента с минеральной добавкой (ЗШС или кварцевый песок) до удельной поверхности 350—450 м^2/кг. Позитивный эффект достигается также при использовании водопонижающих добавок (например, суперпластификатора С-3). Применение указанных технологических приемов обеспечивает наряду с повышением прочности неавтоклавного ячеистого бетона (на 15—20%) или снижением удельного расхода цемента (на 10% и более) интенсификацию технологического процесса изготовления изделий.

Марка бетона по средней плотности	Прочность бетона (при $W_в$ = 10%), МПа			$K_{п.п.}$	Деформативные свойства		
	$R_к$	$R_{изг}$	$R_в$		$E_в$, МПа	Коэффициент Пуассона	Предельная деформативность, мм/м
400	1,5	0,2	1,15	0,76	650	0,205	1,7
500	2,5	0,35	2,1	0,84	1400	0,20	1,9
600	3,5	0,55	4,2	—	2200	0,19	2,05

Результаты испытаний прочностных и деформативных свойств неавтоклавного газозолобетона для мелких стеновых блоков, изготовленного по вибрационной технологии, приведены в таблице.

Морозостойкость неавтоклавного газозолобетона соответствует марке F35 и выше. Влажностная усадка, оцениваемая по стандартной методике, составляет 2,1—2,8 мм/м. Сорбционная влажность материала после 60-суточного выдерживания при относительной влажности воздуха 90% в зависимости от плотности находится в пределах 13,5—14,3% по массе. Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии неавтоклавного газозолобетона средней плотности Д400 равен 0,09 Вт/(м · °С) и Д600 — 0,15 Вт/(м · °С).

Неавтоклавный ячеистый бетон, изготовленный на основе ЗШС ТЭС, по своим физико-техническим характеристикам полностью соответствует требованиям ГОСТ 21520—89 для мелких стеновых блоков.

ВНИИжелезобетоном разработаны технология и нестандартизированное оборудование для изготовления мелких стеновых блоков из неавтоклавного ячеистого бетона на конвейерной формовочной линии системы "Униблок". Комплект оборудования линии универсален и применим для изготовления армированных крупноразмерных изделий, а также при переводе производства на выпуск изделий из ячеистого бетона автоклавного твердения.

Изготовление стеновых блоков осуществляется по виброрезательной технологии в формах с размером массива до 3,1x1,25x0,6 м. Способ струнной разрезки принят с учетом особенностей начального структурообразования в свежесформованных массивах при производстве изделий из неавтоклавного ячеистого бетона (повышенная пластическая прочность сырца и ее неравномерное распределение по сечению массива).

В состав конвейерной линии входят смесительное и формовочное оборудование, агрегат для калибровки открытой поверхности массивов, пост их распалубки и комплект агрегатов струнной разрезки сырца. Нестандартизированное оборудование формовочной линии разработано с учетом:

применения малоподвижной ячеистобетонной смеси;

использования сокращенного режима вызревания свежесформованных массивов;

распалубки и струнной разрезки массивов при пластической прочности в пределах 0,02—0,1 МПа, отказа от переноски массива-сырца посредством захвата;

разрезки массивов посредством струн, обеспечивающих высокую точность размеров стеновых блоков (отклонения линейных размеров в пределах 1—2 мм), правильность их геометрической формы и улучшенное качество поверхности блоков;

исключения отходов массы и ручного удаления "горбуши".

Существенное улучшение геометрических параметров стеновых блоков, изготовляемых на формовочной линии системы "Униблок", позволяет выполнять кладку наружных стен на клею с толщиной шва 2—3 мм. Последнее увеличивает значение коэффициента теплотехнической однородности "r" и повышает приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен на 6—8%.

Комплект оборудования опытно-промышленной формо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вочной линии "Униблок ВА-1" принят для изготовления мелких стеновых блоков из неавтоклавного ячеистого бетона с применением отвальной золошлаковой смеси Курганской ТЭЦ. Ряд агрегатов линии апробирован в условиях длительной эксплуатации. Остальное оборудование изготовлено и прошло приемочные испытания.

В последний период разработана усовершенствованная конвейерная формовочная линия типа "Униблок ВА-3" производительностью 40—50 тыс.м^3 изделий в год (при 2-сменной работе). Отличительные особенности этой линии от опытно-промышленного образца заключаются в уменьшении числа постов, модернизации оборудования со снижением его общей металлоемкости примерно на 40%. Выработка на одного рабочего составляет 1650—1800 м^3/год.

Конвейерная линия размещается в 18-метровом пролете длиной 102—120 м, оснащенном мостовым краном грузоподъемностью 5 т. Производство может быть организовано как в новом производственном корпусе, так и в освобождающихся пролетах реконструируемых предприятий. В целях снижения капитальных вложений на начальном этапе освоения нового производства, сокращения сроков ввода его в эксплуатацию возможно использование оборудования, разработанного для агрегатно-поточной схемы. В этом случае из состава нестандартизированного оборудования линии "Униблок" используется лишь несколько агрегатов общей массой 11 т (без оснастки). Производительность такой технологической линии 15—20 тыс.м^3 в год.

В.В. КОЗЛОВ, д-р техн. наук, проф. (МГСУ); Г.В. ТОПИЛЬСКИЙ, канд. техн. наук, Е.А. АЛДАНОВ, И.А. РАСКИН, С.П. СВИРИДОВА, инженеры

Собственные напряжения в клеевых соединениях особо легких бетонов

Институтом ВНИИжелезобетон разработаны составы, технология производства и применения клеевых минеральных композиций (КМК) для омоноличивания строительных изделий из особо легких бетонов (ОЛБ), которые нашли применение на строительстве ряда объектов Москвы. Составы, технологические и физико-механические свойства КМК представлены в работе [1].

Клеевые соединения строительных конструкций в процессе эксплуатации подвергаются комплексным воздействиям среды (внешним воздействиям). Так как эти воздействия обусловлены сложными физико-химическими и физическими процессами, то их удобнее рассматривать в виде отдельных явлений.

К внутренним воздействиям относятся процессы, сопутствующие твердению клеевых композиций. В простейшем случае в пленке покрытия, формирующейся из раствора на поверхности твердого тела, напряжения возникают вследствие того, что при улетучивании растворителя пленка сокращается только по толщине и сохраняет первоначальную длину. Следует отметить, что в клеевых соединениях сокращение по толщине ограничено. В первый момент после нанесения адгезива, когда раствор еще находится в вязкотекучем состоянии, существенных напряжений в пленках не обнаруживается. Только после того как улетучится значительная часть растворителя (в клеях КМК — вода) и пленка потеряет текучесть, начинается быстрый рост напряжений. Этому способствуют контракционные процессы.

Для исследования усадки и собственных напряжений в клеевых соединениях были приняты следующие клеевые композиции: 2П2 — с наполнителем золой-уносом; КМК-П — с кварцевым песком и золой-уносом; КМК-К — с керамзитовым песком и 2П2-ПС — с гранулированным пенополистиролом. Усадку измеряли с помощью компаратора ИЗО-2 на образцах-балочках размером 4х4х16 см, изготовленных из указанных клеевых композиций.

На рис. 1 приведены результаты измерения водопотерь и усадки составов КМК. Полученные данные указывают на связь между этими процессами. Однако информация об усадке в клеевых композициях самостоятельного значения практически не имеет. При склеивании жестких поверхностей, в том числе бетонных, в клеевом шве вследствие усадочных деформаций возникает сложнонапряженное состояние, экспериментальная оценка которого весьма затруднительна. В работах [2, 3] результаты определения собственных напряжений для покрытий переносятся на клеевые соединения. Кроме того, методы определения собственных напряжений, основанные на измерениях деформации гибкой подложки, не учитывают неравномерности распределения напряжений в клеевых соединениях на жестких подложках, а именно краевых эффектов. Перенос результатов измерения собственных напряжений в покрытиях не позволяет также учесть величины нормального напряжения, возникающего в кле-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

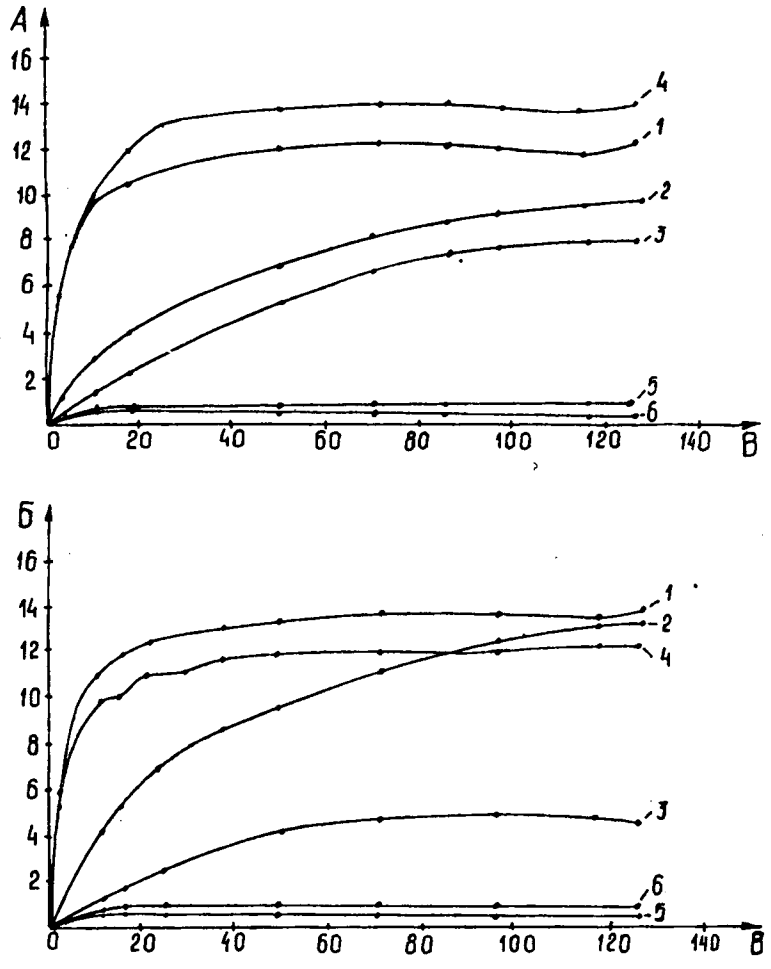


Рис. 1. Кинетика водопотерь и усадка клеевых образцов (1...4), клеевого соединения полистиролбетона на клее 2П2 (5) и ПСБЭ (6)

А — водопотери, мас.%; *Б* — усадка, мм/м; *В* — возраст клея, сут

Клей: *1* — 2П2; *2* — КМК-П; *3* — КМК-К; *4* — 2П2-ПС

евом соединении от усадки в направлении толщины клеевого шва. Как уже отмечалось, экспериментальное определение собственных напряжений в клеевых соединениях представляет сложную задачу. Поэтому в нашей работе эта задача решалась аналитически с использованием метода конечных элементов [4].

Исследование напряженного состояния в таких соединениях связано с решением объемной задачи. Считая толщину клеевого шва существенно меньше его длины и пренебрегая усадкой в поперечном направлении (вдоль оси *Z*), эту задачу при некоторой степени точности можно считать двумерной.

Рассматриваемая модель клеевого соединения представлена на рис. 2,*а*. В данной модели слой клея разбивался по высоте на 5 слоев, а по длине на 20 (была учтена симметрия относительно оси *Y*). В результате решения было установлено, что в большей части по длине шва напряженное состояние носит однородный характер. Наибольшие градиенты напряжений имели место у кромки клеевого соединения (краевой эффект). Поэтому область кромки клеевого соединения была подвергнута более тщательному исследованию. В области кромки клеевого шва была взята зона, длина которой составляла $4h$, и поделена на 10 элементов по высоте и на 40 элементов по длине, что приводило к решению системы алгебраических уравнений 400-го порядка.

В работе в качестве модельной была использована клеевая композиция, имеющая следующие характеристики: модуль упругости — 10^3 МПа, коэффициент Пуассона — 0,25; конечная величина линейной усадки — 1%.

На рис. 2,*б* показана расчетная схема клеевого соединения; на рис. 2,*в,г,д* — эпюры σ_x, σ_y и τ_{xy}, полученные в результате реализации программы. Для практического использования полученных эпюр нужно воспользоваться соотношением $\sigma_t = K_E K_\varepsilon \sigma$, где $K_E = E_t/E$; $K_\varepsilon = \varepsilon_t/\varepsilon$; E_t и ε_t — соответственно модуль упругости и усадка исследуемой клеевой композиции; E и ε — то же, для модельной композиции.

Для полученных эпюр напряжений характерно наличие краевых эффектов, что делает концевую зону клеевого соединения наиболее опасной с точки зрения разрушения и образования трещин. При этом следует учесть, что при воздействии внешних нагрузок для клеевых соединений также характерно наличие краевых эффектов в

Шифр клея, подложка	Усадка, %	Модуль упругости, МПа, $E \times 10^{-4}$	Предел прочности при растяжении, МПа	Собственные напряжения*, МПа
2П2	1,35	0,85	2,84	0,06 / 0,132
КМК-П	1,30	0,70	2,51	0,056 / 0,111
КМК-К	0,4	0,63	2,63	0,014 / 0,028
2П2-ПС	1,20	0,21	1,09	0,03 / 0,061
ПСБЭ Д350	—	0,07	0,21	—
ПСБЭ Д500	—	0,15	0,3	—

Примечание. *Над чертой — для полистиролбетона с плотностью Д350; под чертой — с плотностью Д500

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

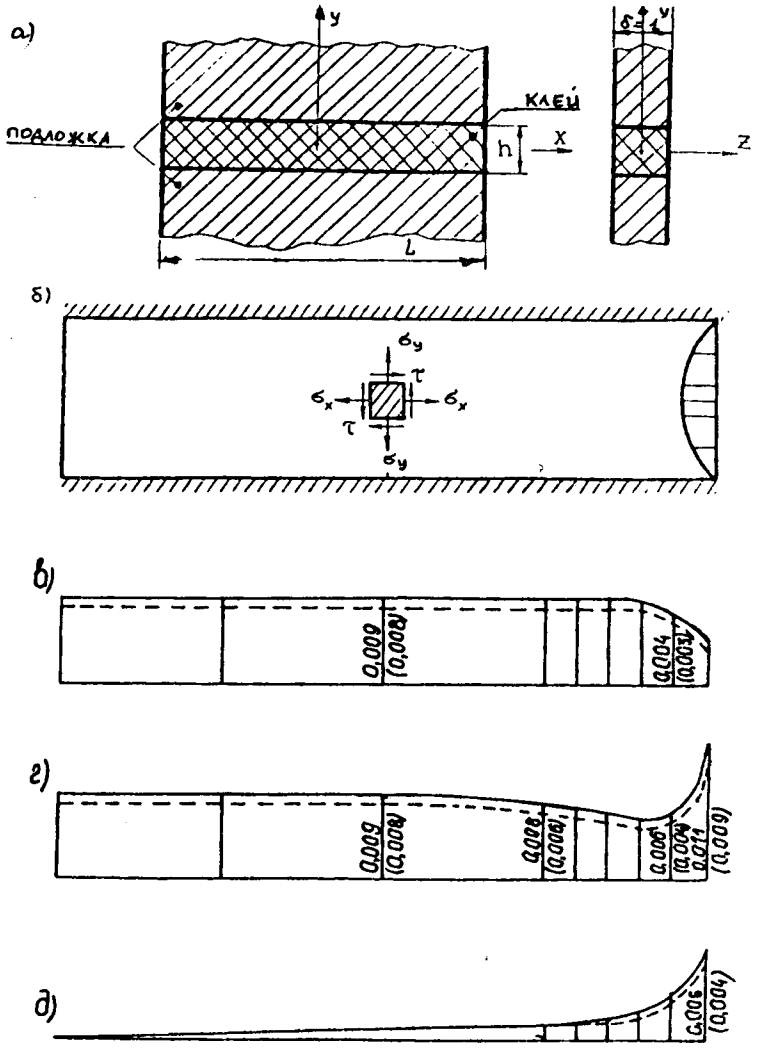


Рис. 2. Модель клеевого соединения (а), расчетная схема (б) и эпюры собственных напряжений в клеевых соединениях: σ_x (в); σ_y (г) и τ_{xy} (д)

концевых зонах. Собственные напряжения, возникающие от усадки, суммируются с напряжениями от внешней нагрузки, и вероятность разрушения клеевого соединения в концевой зоне возрастает.

На рис. 2,*в,г,д* пунктирными линиями представлены результаты определения собственных напряжений для модельной клеевой композиции в клеевом шве с подложками из пенополистиролбетона, а сплошными линиями — напряжения в клеевом шве с подложками из тяжелого бетона. Анализ напряженного состояния клеевых соединений посредством полученных эпюр показал, что наиболее опасными с точки зрения образования трещин в клеевом шве являются нормальные растягивающие напряжения (рис. 2,*г*). По ним производилась оценка собственных напряжений исследуемых клеевых композиций. Результаты расчета представлены в таблице.

Проведенные исследования показали, что несмотря на сравнительно высокую усадку клеевых композиций уровень собственных напряжений в клее существенно ниже прочности как клеевой композиции, так и подложки из пенополистиролбетона. Вследствие значительного содержания полимерной составляющей в пенополистиролбетоне граничные напряжения подвергаются релаксации. Снижение модуля упругости как клеевой композиции, так и подложки приводит к снижению собственных напряжений в клеевом соединении.

Выводы

1. Усадка клеевых минеральных композиций превышает усадку пенополистиролбетона (ПСБЭ), вследствие чего в клеевых швах возникают собственные напряжения.

2. Исследования усадки клеевых соединений ПСБЭ при комнатной температуре, сушке (40°С) и при атмосферных воздействиях показали, что усадочные деформации в образцах с клеевыми соединениями ниже, чем в монолитных образцах. Последнее связано с влиянием клеевых швов на процессы массообмена в склеенных изделиях.

3. Расчет собственных напряжений в клеевых швах ПСБЭ методом конечных элементов подтвердил, что уровень этих напряжений существенно ниже предела прочности ПСБЭ и клеевых композиций на растяжение. Из-за полимерной составляющей в ПСБЭ собственные напряжения на границе "клей—подложка" претерпевают некоторую релаксацию.

4. Применение разработанных клеевых композиций КМК для омоноличивания ПСБЭ не снижает надежности и долговечности склеенных конструкций в целом.

Библиографический список

1. Топильский Г.В., Алданов Е.А., Фролова Л.Н. Клеевые минеральные композиции для строительных изделий//Бетон и железобетон. — 1996. — № 3. — С. 11.

2. Лисенко В.А. Защитно-конструкционные полимеррастворы в строительстве. — Киев.: Будивельник, 1984. — 52 с.

3. Кардашев Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. — М.: Химия, 1983. — 256 с.

4. Галагер Р. Метод конечных элементов. — М.: Мир, 1983. — 125 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В.А. СОКОЛОВ, М.Л. БАБУШКИН, кандидаты техн. наук

Смазки для форм на заводах ЖБИ и КПД

Проблема создания и совершенствования смазок для форм в производстве сборного железобетона была и остается актуальной до настоящего времени. Основное назначение смазок — снижение усилия отрыва бетона от металла формы, необходимое для обеспечения распалубки изделий. Эта задача в основном была решена еще на раннем этапе становления промышленности сборного железобетона путем применения суспензий тонкодисперсных минеральных веществ — глиняных, известково-глиняных, меловых, тальковых и т.п. Однако оставался ряд других проблем — стабильное исключение коррозии форм и образования на поверхности изделий жирных и ржавых пятен, сведение к минимуму размера и количества воздушных пор на изделиях, а также зарастания форм цементным камнем. Решать эти проблемы требовалось при минимальных затратах и вреде для экологии.

В связи со строительством большого количества заводов сборного железобетона стали разрабатывать смазки на основе солярового масла, смазочных масел и других нефтепродуктов. Эти композиции были существенно лучше смазок с наполнителями, однако на поверхности изделий наблюдались большое количество пор от защемленного воздуха, темные масляные пятна. При эксплуатации зданий в этих местах происходило отслоение и шелушение отделочных слоев. В результате отходы масел к использованию в качестве смазок были запрещены. Составы на машинном, веретенном и тормозном маслах начали применять в сочетании с солидолом, петролатумом, парафином для снижения вязкости последних.

С развитием крупнопанельного домостроения возникла задача создания новых эффективных смазок для горизонтальных и вертикальных форм. Для этой цели предложены эмульсионные смазки, оказавшиеся наиболее эффективными.

Во ВНИИжелезобетоне практически постоянно ведутся работы по созданию и совершенствованию новых видов смазок. Так, в 1962 г. совместно с бывш. Ленинградским нефтемаслозаводом им. Шаумяна была разработана смазка ОЭ-2 — обратная эмульсия "вода в масле" на основе эмульсола ЭКС. В течение длительного времени она является наилучшей смазкой для вертикальных форм и кассет, с успехом применяется также и для горизонтальных форм. Для последних, однако, были разработаны (как более для них подходящие и тоже на основе эмульсола) прямые эмульсии "масло в воде", также используемые до настоящего времени на многих заводах.

В 70-х годах была разработана смазка ОПЛ-С — эмульсия на основе восков, позволяющая получать в процессе формования гладкую поверхность изделия, практически без воздушных пузырьков. Эта смазка также получила широкое распространение на заводах ЖБИ и КПД.

Как видно из табл. 1, эмульсионные смазки имеют существенное преимущество перед масляными, при этом наилучшие параметры отмечены у смазки ОПЛ-С. Данные о смазках получены при использовании бетона марки М200 при распалубочной прочности 14 МПа.

В настоящее время ВНИИжелезобетон продолжает работы по совершенствованию смазок. В частности, удалось модернизировать смазку ОЭ-2, применявшуюся на одном из заводов ЖБИ для горизонтальных форм. Вследствие использования в композиции некачественного эмульсола на поверхности изделий образовывались жирные пятна. Модернизация смазки состояла во введении в нее стабилизирующей добавки, повышающей стойкость эмульсии к расслоению и частично нейтрализующей кубовые остатки, выделяющиеся при расслоении эмульсола, а также добавки, снижающей силу сцепления бетона с металлом. Повышение стойкости эмульсии к расслоению позволяет ввести в нее дополнительную воду и соответственно снизить удельное содержание эмульсола на площади формы.

Таблица 1

Вид смазки	Сцепление бетона с металлом, г/см^2	Показатель пористости, %
Соляровое масло	23	3,8
Веретенное масло	13	3,5
Прямая эмульсия на основе эмульсола ЭКС	11	0,25
Смазка ОЭ-2	5	0,25
Смазка ОПЛ-С	5	0,17

Процесс приготовления модернизированной смазки, названной ОЭ-2М, практически не усложняет технологии. В готовую смазку ОЭ-2 при дополнительном перемешивании вводятся водные растворы добавок, затем доливается вода, и после получения гомогенной эмульсии смазка готова к употреблению.

Количество каждой вводимой добавки, в расчете на сухое вещество, колеблется в пределах 0,1—0,15%. Добавки не являются ни дорогими, ни дефицитными, ни токсичными. Количество доливаемой воды может достигать 20—30%. Продолжительность дополнительного перемешивания зависит от параметров применяемого оборудования. В большинстве случаев, при использовании механического смесителя с вертикальным валом, она составляет 3—5 мин. При этом достигается следующий эффект:

экономится 20% и более эмульсола;

за счет уменьшения удельного содержания эмульсола на единицу площади формы и частичной нейтрализации кубовых остатков предотвращается возник-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

новение жирных пятен на поверхности изделий;

на 15—35% снижается сила сцепления бетона с металлом;

смазка рекомендуется для горизонтальных форм и для вертикальных, имеющих борта до 2,8 м.

Добавку, снижающую силу сцепления бетона с металлом формы, можно вводить и в смазку ОПЛ-С, которая при этом получает название ОПЛ-СМ и дает такой же эффект, как при введении в ОЭ-2. Обе смазки проверены в производственных условиях, после чего ВНИИжелезобетоном были разработаны "Рекомендации по приготовлению и применению модернизированной эмульсионной смазки ОЭ-2М на АО Экспериментальный завод объемных инженерных сооружений" и "Рекомендации по приготовлению и применению смазки ОПЛ-СМ и получению в процессе формования плит с лицевыми поверхностями под окраску".

В ряде случаев, особенно при кассетном производстве, очень велики потери смазки, иногда они доходят до 70%. Стекая со стенок кассет, смазка скапливается под ними, создавая проблему ее удаления и загрязнения окружающей среды. Аналогичная проблема с использованием отработанных смазочных материалов имеется у автотранспортных и других предприятий, использующих нефтепродукты и минеральные масла.

Совместными усилиями Жуковского ДСК и ВНИИжелезобетона создана система сбора и флотационной очистки стоков смазки ОЭ-2 из-под кассет. Система предусматривает сбор стоков в отстойник и подачу их во флотатор, в котором выделенный эмульсол подается в сборник, а вода — в блок окончательной очистки. Система проста, занимает мало места и не требует значительных затрат.

На основе эмульсола, выделяемого при флотационной очистке, а также отработанных машинных или дизельных масел (с введением улучшающих добавок) разработаны смазки для форм на заводах сборного железобетона, пригодные также и для опалубки монолитного домостроения. Ориентировочные составы смазок, которые в каждом конкретном случае должны уточняться в зависимости от свойств имеющихся материалов, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Компоненты	Состав смазки, % по массе			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Эмульсол, восстановленный из стоков	97	60	10	—
Отработанные машинные или дизельные масла	—	36	85	95
Добавка, растворяющая примеси	2	3	4	4
Добавка, снижающая сцепление с опалубкой (водный раствор)	1	1	1	1

Добавки, вводимые в смазки, снижают сцепление бетона с формой на 15—35%. Смазки не токсичны, соответствуют противопожарным требованиям и не замерзают при отрицательных температурах. Низкая вязкость позволяет наносить смазки тонким слоем, так что их расход не превышает расхода других смазок. Применение в качестве сырья отходов снижает их стоимость.

Разработаны также эмульсионные смазки на основе некоторых смазочных масел, в том числе отработанных, с автокомбинатов и других предприятий. Масла в них составляют 10—30%, остальное — 3—5%-ный водный раствор эмульгирующего компонента. Смазки обеспечивают легкую распалубку, поверхность изделий получается гладкой и чистой. Стоимость этих смазок ниже, чем традиционных.

Экологический эффект от использования ОЭ-2М, по сравнению с ОЭ-2, мало заметен, хотя и существует — меньший процент эмульсола в ее отходах, попадающих в окружающую среду, соответственно меньше ее и загрязняет.

Одной из наиболее эффективных смазок на основе отходов является смазка СФЖИ на основе концентрата, выпускаемого СПАО "Пилигрим", с улучшающими добавками. Смазка, разработанная при участии ВНИИжелезобетона, пригодна как для горизонтальных, так и для вертикальных форм и кассет. Она не образует жирных пятен на поверхности изделий, по эффективности сопоставима с ОЭ-2, но воздушные пузырьки при ее использовании, как правило, не превышают в диаметре 2 мм. Стоимость концентрата примерно вдвое ниже, чем эмульсола, вследствие чего смазка представляется перспективной. В настоящее время она уже внедрена на нескольких заводах ЖБИ.

Смазка готовится путем разведения концентрата в воде при интенсивном перемешивании. Для стабилизации и уменьшения силы сцепления бетона с металлом в нее вводят те же добавки, что и в ОЭ-2М и в ОПЛ-СМ. В зависимости от используемого оборудования время перемешивания может составить ориентировочно 15—40 мин. ВНИИжелезобетоном разработаны "Временные рекомендации по приготовлению из концентрата и применению смазки СФЖИ для горизнтальных и вертикальных форм при изготовлении железобетонных изделий на ЦОПБ".

В последнее время институтом ведутся разработки смазок для производства изделий из особо легких бетонов, отличающихся от других бетонов, в частности, пониженной прочностью, особенно на растяжение. При этом сила сцепления бетона с металлом формы может превысить сопротивление бетона разрыву, вследствие чего при распалубке происходит отрыв от изделия поверхностного слоя цементного камня. Введение в состав смазок добавки, снижающей силу сцепления бетона с металлом, имеет цель решения и этой проблемы.

Для заинтересованных предприятий может быть предложен полный комплект документации и оказана необходимая помощь во внедрении любой из упомянутых смазок, включая разработку узла их приготовления из имеющегося на заводе оборудования.

Дополнительную информацию можно получить в лаборатории отделки ВНИИжелезобетона по тел. (095) 176-30-72.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В.И. МЕЛИХОВ, В.В. ДЕВЯТОВ, кандидаты техн. наук, В.И. ШУМИЛИН, инж.

Энергосберегающая технология тепловой обработки полистиролбетонных изделий

При организации производства эффективных теплозащитных полистиролбетонных (ПСБ) конструктивных элементов на Центральной опытно-промышленной базе ВНИИжелезобетона в качестве одного из направлений энергосбережения был предусмотрен прямой электропрогрев (ЭП), основанный на объемном выделении джоулева тепла в изделии [1, 2]. Были исследованы и апробированы в производственных условиях режимы ЭП теплоизоляционных плит плотностью 150—200 кг/м^3 и сплошных несущих ПСБ блоков плотностью 500—550 кг/м^3.

Исследования режимов ЭП ПСБ плит проводили в теплоизолированной кассетной форме, разделенной пластинчатыми электродами на три отсека размером 400х600х60 мм. Технологию ЭП сплошных ПСБ блоков отрабатывали с использованием опытной теплоизолированной кассетной электроформы, обеспечивающей ЭП шести ПСБ блоков размером 300х300х1200 мм. В обоих случаях электропитание электродов осуществлялось безопасным напряжением не более 36—42 В от трансформатора ТСЗИ-4. Приготовление ПСБ смесей и формование изделий осуществляли по технологическим регламентам ВНИИжелезобетона.

В процессе исследований и отработки технологии ЭП уточняли технологические и электрофизические параметры прямого ЭП ПСБ изделий. В частности, было установлено, что увеличение продолжительности предварительной выдержки ПСБ изделий перед началом ЭП с 0,5 до 2 ч практически не сказывается на прочности ПСБ на сжатие ни после распалубки, ни в суточном возрасте. Однако скорость подъема температуры существенно влияет на прочность ПСБ, и поэтому продолжительность периода подъема температуры изделия до 70—75°С целесообразно назначать не менее 1—2 ч.

Для иллюстрации сказанного в табл. 1 показано влияние режима ТО при ЭП на основные физико-механические показатели теплоизоляционных плит из ПСБ плотностью порядка 180 кг/м^3. "Термосное" остывание всех образцов при отключенном напряжении продолжалось 20 ч.

Режим тепловой обработки, принятый для организации производства ПСБ теплоизоляционных плит плотностью 150—200 кг/м^3 с прямым ЭП (часы):

предварительная выдержка	0,5—1
подъем температуры до 75°С	1,5—2
"термосное" остывание	18—22

При прямом ЭП сплошных блоков в опытно-промышленных условиях был принят следующий режим (часы):

предварительная выдержка	0,5—1,5
подъем температуры до 75°С	3—3,5
"термосное" остывание при отключенном напряжении	19—20

Распалубочная прочность на сжатие теплоизоляционных плит и блоков после прямого ЭП составляет соответственно 0,20—0,22 и 2,20—2,33 МПа и не уступает прочности контрольных образцов, подвергнутых паровому прогреву. В 28-суточном возрасте ПСБ теплоизоляционные плиты и блоки, подвергнутые прямому ЭП, отвечали всем требованиям ТУ на эти изделия.

При отработке параметров прямого ЭП ПСБ изделий контролировались рабочее напряжение (36 В), величина линейного тока и ее изменение во времени, потребление электроэнергии (счетчиком). Основные электрофизические параметры ТО с использованием прямого ЭП теплоизоляционных плит и блоков представлены в табл. 2.

Таблица 1

№ п.п	Продолжительность периодов ТО при ЭП, ч		Физико-механические характеристики ПСБ							
	предварительная выдержка	подъем температуры	После прямого ЭП				После парового прогрева[1] (контрольные образцы)			
			плотность, кг/м^3		прочность на сжатие, МПа		плотность, кг/м^3		прочность на сжатие, МПа	
			во влажном состоянии	в сухом состоянии	через 1 сут после ТО[2]	в 28-суточном возрасте	во влажном состоянии	в сухом состоянии	через 1 сут	в 28-суточном возрасте
1	0,5	0,5	230	185	0,22	0,310	210	188	0,240	0,320
2	1,0	0,5	220	175	0,22	0,306	215	180	0,232	0,320
3	2,0	0,5	215	188	0,215	0,308	205	178	0,220	0,316
4	0,5	1,0	210	190	0,225	0,320	210	180	0,235	0,320
5	1,0	1,0	215	170	0,220	0,319	215	185	0,220	0,325
6	2,0	1,0	220	178	0,225	0,321	220	172	0,225	0,315
7	0,5	2,0	225	195	0,231	0,320	210	180	0,215	0,320
8	1,0	2,0	215	175	0,225	0,325	205	175	0,220	0,330
9	2,0	2,0	220	180	0,20	0,321	200	170	0,225	0,328

Примечания: 1. Режим паропрогрева, принятый для контрольных образцов-кубов с ребром 10 см — 2+3+8+10 ч, температура изотермической выдержки 75°С.
2. Прочность ПСБ после прямого ЭП определяли через 1 сут по результатам испытаний выпиленных из изделий кубов с ребром 6 см.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Вид изделий	Расчетная плотность ПСБ, кг/м³	Удельное электрическое сопротивление материала, Ом см		Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/м³
		минимальное	среднее	
Плиты	150	1190	1385	13,1
	180	1241	1655	13,4
Блоки	550	115,2	158,2	15,4

Сравнительный анализ показал, что удельный расход энергии при ЭП ПСБ изделий снижается в 10—12 раз, а стоимостные затраты — 4—5 раз по сравнению с паровым прогревом.

По результатам исследований разработаны технологические регламенты на ТО ПСБ теплоизоляционных плит и сплошных блоков, а также проектно-конструкторская документация на электроформы для опытно-промышленного производства этих изделий.

Библиографический список

1. Руководство по электротермообработке бетона. М.: НИИЖБ, Стройиздат, М.: 1974.

2. Крылов Б.А., Кириченко В.А. Трехслойные панели с теплоизоляционным слоем из пенополистиролбетона//Бетон и железобетон. — № 3. — 1994.

В.А. РАХМАНОВ, А.И. КОЗЛОВСКИЙ, кандидаты техн. наук, А.В. ВАРЛАМОВА, инж.

Об экологической безопасности применения полистиролбетона в строительстве

Опыт работы с полистиролом и изделиями на его основе показывает, что без специальных мер экологической защиты практически невозможно обеспечить стопроцентную безопасность применения полистиролбетонных изделий и конструкций для жилищного и культурно-бытового строительства. Во ВНИИжелезобетоне были проведены исследования по решению указанной проблемы с привлечением аналитических расчетов и современных методов оперативного физико-химического анализа.

Рассмотрены уравнения массо- и теплопереноса в капиллярно-пористых телах для полистирольного заполнителя, внутри которого находятся вредные вещества, связанные каким-то образом с телом полимера. Характерной особенностью массо- и теплообмена в капиллярно-пористых телах является частичное заполнение конденсированной влагой пор и капилляров полистирольной матрицы, а остальной части — парогазовой смесью. Количество влаги в процессе массообмена с окружающей средой постоянно меняется, что было учтено при выводе аналитических уравнений в виде градиента изменения плотности диффузионного потока вредных примесей. В общем случае дифференциальное уравнение тепло- и массопереноса показано А.В. Лыковым*.

Успешное решение системы уравнений А.В. Лыкова предполагает наличие достоверных данных о количественных характеристиках входящих в них соответствующих параметров, каждый из которых сам по себе находится в функциональной зависимости от температуры среды, фильтрационного потенциала и концентрации вещества в теле полимерной матрицы. Но наиболее затруднительным для экспериментальных исследований является установление коэффициентов диффузии вещества из-за ничтожно малых его концентраций и массовых потоков.

В самом деле, для величины предельно допустимой концентрации (ПДК) свободного стирола в воздухе на уровне 0,002 мг/м³ при среднем коэффициенте насыщенности 1,2 м²/м³ и толщине ограждающей конструкции из полистиролбетона 0,33 м и его плотности 350 кг/м³ массовая доля изменения веса изделия для указанных геометрических его размеров на величину ПДК по веществу составляет всего лишь $1{,}4\ 10^{-9}$%.

В данной работе предпринята попытка разработать научно-прикладные методы расчета эффективного коэффициента диффузии, используя общеизвестные приемы аналогий, критериальных подобий и моделирования. Опыты проводили на образцах-кубах из полистиролбетона с ребром 10 см и коэффициентом объемного заполнения по полистиролу на уровне 1,1 м³ полистирола на 1 м³ бетона. По результатам исследований были рассчитаны соответствующие эффективные коэффициенты диффузии, которые были положены в основу последующего анализа математических уравнений. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Для конкретных условий система уравнений тепломассообмена А.В. Лыкова была трансформирована и методически рассмотрена в виду двух математи-

Таблица 1

Вещество	Температура, °С	Эффективный коэффициент диффузии, мг/(м³·°С)х х 10^2
Вода	20	1,51
"	40	1,57
"	60	1,85
Стирол	20	1,63
"	40	1,72
Толуол	20	1,69
"	40	1,78

*А.В. Лыков. Теория тепло- и массопереноса. Госэнергоиздат, 1963.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ческих моделей — линейной и степенной. Используя полученные уравнения, была рассчитана и предварительно оценена степень экологической безопасности не только полистиролбетонных изделий, но и жилых помещений. Каждая модель предполагает наличие экспериментальных данных по коэффициенту диффузии, геометрическим размерам помещения, характеристическому размеру полистиролбетонных элементов и остаточному стиролу в исходном полистирольном сырье.

В табл. 2 приведены данные конкретного расчета количественного содержания в воздухе свободного стирола за счет диффузионной его эмиссии из полистиролбетонного образца в воздушную среду при условии постоянства потоков (массовых) вещества.

Как следует из данных табл. 2, с увеличением коэффициента насыщенности количество свободного стирола, выделенного в воздушную среду из полистиролбетонного образца, закономерно увеличивается. При $K_{осл}$ = 1 и $K_{нас}$ = 0,5 уровень расчетного выделения свободного стирола при 20°С достигает 0,00245 мг/м^3 из полистиролбетонного образца по линейной модели, а при насыщенности, равной 3, эта величина возрастает до 0,0147 мг/м^3.

Увеличение коэффициента ослабления $K_{осл}$ приводит к закономерному снижению уровня выделения вредных примесей из полистиролбетонного образца за счет применения специальных мер экологической защиты. Если при $K_{осл}$ = 1 и $K_{нас}$ = 0,5 м^2/м^3 концентрация свободного стирола несколько превышает ПДК, то при $K_{осл}$ = 5 содержание свободного стирола, при прочих равных условиях, становится в 4 раза меньше ПДК.

В табл. 3 приведены результаты аналитического расчета количественного выделения свободного стирола с применением степенной математической модели. При этом предполагалось, что движущая сила процесса массообмена, определяемая разностью концентраций свободного стирола внутри изделия и в приграничном слое материал—воздух, не является постоянной величиной. Это условие нами было учтено соответствующей корректировкой эффективного коэффициента диффузии.

Сопоставительный анализ данных табл. 2 и 3 показывает, что количество выделенного в атмосферу свободного стирола, рассчитанное по линейной модели, примерно в 5,5 раз больше, чем рассчитанное по степенной модели.

Экспериментальные исследования, проведенные институтом совместно с Государственным комитетом по санитарно-эпидемиологическому надзору, показали, что реальный процесс массообмена осуществляется по промежуточной модели, лежащей внутри исследованной области и

Таблица 2

$K_{осл}$	Количество выделенного свободного стирола в единице объема воздуха (в мг/м^3 10^{-3}) для насыщенности (в м^2/м^3)							
	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	2,7	3,0
1	2,45	4,89	7,83	8,31	9,78	12,22	13,20	14,67
1,5	1,63	3,26	4,88	5,54	6,52	8,61	8,80	9,78
2,0	1,22	2,45	3,66	4,10	4,89	6,11	6,60	7,33
2,5	0,98	1,95	2,93	3,32	3,91	4,88	5,28	5,91
3,0	0,81	1,63	2,44	2,77	3,26	4,07	4,40	4,89
5,0	0,49	0,98	1,46	1,66	1,95	2,44	2,64	2,93
10,0	0,245	0,489	0,733	0,831	0,978	1,22	1,32	1,46

Таблица 3

$K_{осл}$	Количество выделенного свободного стирола в единице объема воздуха (в мг/м^3 10^{-3}) для коэффициента насыщенности (в м^2/м^3)							
	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	2,7	3,0
1	0,44	0,88	1,3	1,5	1,77	2,21	2,39	2,65
1,5	0,29	0,57	0,89	1,00	1,18	1,47	1,59	1,77
2,0	0,22	0,44	0,66	0,75	0,88	1,10	1,19	1,32
2,5	0,17	0,35	0,532	0,60	0,71	0,88	0,95	1,06
3,0	0,14	0,29	0,44	0,50	0,59	0,73	0,79	0,88
5,0	0,08	0,17	0,26	0,30	0,35	0,44	0,47	0,53
10	0,04	0,09	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,26

Таблица 4

Тип полистирольного сырья	Исходная концентрация стирола, мас.%	Рекомендуемые способы экологической защиты					Содержание вредных примесей, мг/м^3
		Диффузионная обработка		Химическая детоксикация			
		циклическая	непрерывная	заполнителя	бетона	изделий	
Нерассеянный ПСВ-С	0,2—0,1	+	+	+	+	+	≤ПДК
	0,09—0,055	+	+	+	+	+	≤ПДК
	0,054—0,025	+	+	+	+	—	≤ПДК
	Менее 0,024	+	—	+	+	—	≤ПДК
Нерассеянный с частичным отсевом гранул 2 мм	0,2—1	+	+	+	+	+	≤ПДК
	0,09—0,055	+	+	—	+	—	≤ПДК
	0,054—0,025	+	—	+	+	—	≤ПДК
	Менее 0,024	+	—	—	+	—	≤ПДК
Рассеянный ПСВ-С	0,2—0,1	+	+	+	+	+	≤ПДК
	0,09—0,055	+	—	—	+	+	≤ПДК
	0,054—0,025	+	—	—	+	—	≤ПДК
	Менее 0,024	+	—	—	—	—	≤ПДК

Примечание. + — обязательное применение способа экологической защиты; — — возможное исключение; ПДК по свободному стиролу составляет 0,002 мг на 1 м^3 воздуха

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

расположенной ближе к линейной модели. Эти результаты были положены в основу разработки специальных мер экологической защиты по обеспечению экологической безопасности изготовления и применения полистиролбетонных изделий и конструкций в жилищном строительстве.

Степень экологической защиты выбирали на основании тщательных исследований физико-химических свойств полистирольного сырья и физико-механических свойств бетона, а также с учетом данных хроматографического анализа по содержанию свободного стирола в исходном полистирольном бисере и в готовом полистирольном заполнителе. Принципиальная схема рекомендуемых способов экологической защиты приведена в табл. 4. Как следует из приведенных данных, тип экологической защиты и число защитных мероприятий зависит главным образом от марки исходного полистирольного бисера и концентрации свободного стирола в исходном сырье.

Суть диффузионных способов экологической защиты сводится к механохимическому удалению свободного стирола из полистирольного заполнителя, в то время как механизм химической детоксикации полистирольных гранул бетонной смеси и готовых изделий рассчитан на связывание и капсулирование остаточного стирола в теле бетона с целью снижения его миграционной способности.

Устойчивое снижение уровня вредных выделений в воздушную среду в объеме воздуха жилых зданий и помещений с применением полистиролбетона гарантировано в широком диапазоне изменения технологических параметров и достигается за счет указанных мероприятий, регламентируемых специальной технологической инструкцией "Комплекс мероприятий по обеспечению экологической безопасности изготовления и применения железобетонных изделий и конструкций в жилищном строительстве".

Инструкция содержит нормативные требования по выбору исходного сырья, режимов его вспенивания и термообработки полистирольных гранул по химической детоксикации полистирольного заполнителя и полистирольной смеси, а также содержит указания по способам экологической защиты готовых изделий и конструкций с применением полистиролбетона.

В.И. МЕЛИХОВ, А.И. КОЗЛОВСКИЙ, В.Н. РОССОВСКИЙ, кандидаты техн. наук

Возможности получения особо легкого пенополистирольного заполнителя

С точки зрения технико-экономических показателей полистирола, как заполнителя для бетона, важной его характеристикой является насыпная плотность. Чем выше плотность полистирольных гранул, тем больше удельные материальные затраты на производство полистиролбетона, и наоборот — с уменьшением плотности заполнителя улучшаются технико-экономические показатели готовых полистиролбетонных изделий.

Теоретические и практические исследования показали, что в зависимости от условий вспенивания размер образующихся гранул может увеличиваться в 3,5—5 раз, а это значит, что их объем может возрастать в 42,8—135 раз по сравнению с объемом исходных гранул бисера. Отсюда нетрудно рассчитать потенциальные пределы конечной насыпной плотности полистирольного заполнителя, как частное от деления насыпной плотности исходного бисера на кратность изменения его объема. Данные такого расчета показали, что самый легкий полистирольный заполнитель может быть получен с насыпной плотностью 5,28 кг/м^3, а среднестатистический рядовой — с плотностью 15,4 кг/м^3.

Наиболее актуальными в настоящее время являются вопросы плотности гранулированного вспененного полистирола и его экологической безопасности. Первый параметр в большей степени характеризует конкурентоспособность и экономическую целесообразность использования полистирола в качестве заполнителя для бетона, а второй — санитарно-гигиенические параметры эксплуатации зданий и сооружений из полистиролбетона.

Работа выполнялась в двух направлениях. Первое предполагало поиск резервов повышения эффективности вспенивания на стандартном оборудовании и при общепринятых технологических режимах, применяемых на заводах по выпуску полистирольного пенопласта. Второе было связано с разработкой новых методов вспенивания полистирола и оптимизацией технологических параметров.

Для решения этих проблем лабораторные исследования были поставлены таким образом, чтобы результаты научных данных могли лечь в основу опытно-промышленного производства, способного давать полистирольный заполнитель для бетона, не уступающий по своим основным показателям лучшим зарубежным образцам.

Теоретически был рассмотрен процесс теплообмена между частицами полистирольных гранул и паровоздушным потоком при условии постоянной температуры среды без внутренних ис-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Плотность полистирольного заполнителя, кг/м^3	50	40	30	20	10	5
Кратность увеличения диаметра частиц, раз	2,35	2,53	2,78	3,19	4,02	4,79
Кратность увеличения объема частиц, раз	13,0	16,25	21,66	32,5	65	130

точников тепла и при постоянном тепловом потоке. Решение дифференциального уравнения теплопроводности при симметричной задаче показывает*, что для данных граничных условий температура в любой точке шара будет линейной функцией времени, в распределение температуры — параболическим. Начиная с критерия Фурье, равном 0,5, процесс нагревания становится квазистационарным. В справочной литературе даны графические построения основных характеристик и критериальных величин для поверхности и центра частиц шаровой формы, что было нами использовано для количественной оценки результатов лабораторных исследований.

Предварительные расчеты показывают, что получение особо легкого заполнителя пониженной плотности (ПВГ-ПП) зависит не только от технологических параметров вспенивания, но также от типа исходного бисера и его гранулометрического состава. Наилучшие результаты получены для фракций с размером частиц выше 0,9 мм, несколько хуже для фракций 0,8—0,63 мм. Получение же полистирольного заполнителя из мелких фракций исходного бисера с размером частиц 0,4 мм и ниже практически невозможно без применения специальных технических приемов. Это связано с тем, что процесс вспенивания частиц сопровождается пропорциональным понижением их насыпной плотности за счет одновременного увеличения диаметра вспененных гранул. Чтобы получить полистирольный заполнитель с насыпной плотностью 10 кг/м^3 из эмульсионного полистирольного бисера плотностью 610—660 кг/м^3 необходимо, чтобы произошло увеличение объема частиц в 61—66 раз соответственно (см. таблицу).

Для получения полистирольного заполнителя с насыпной плотностью 50 кг/м^3 требуется увеличить диаметр исходных частиц бисера всего лишь в 2,35 раза при кратности увеличения первоначального объема гранул 13, а для получения особо легкого заполнителя с насыпной плотностью 5 кг/м^3 необходимо увеличить диаметр исходных частиц в 4,79 раз при соответствующей кратности увеличения объема (130 раз), что для мелких частиц полистирольного бисера крайне затруднительно из-за быстрого улетучивания вспенивающего агента.

На рис. 1 показана кинетика изменения среднего объема частиц суспензионного полистирола типа ПСВ-С от времени ее пребывания в зоне активного прогрева. Максимальный фиксированный размер вспененной частицы для данного типа исходного бисера был достигнут через 10 мин после начала ее вспенивания. Дальнейшее пребывание частицы в зоне активного прогрева приводит к закономерному

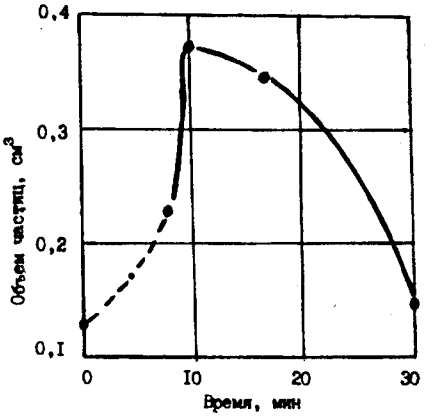


Рис. 1. Кинетика изменения объема частиц суспензионного полистирола ПСВ-С в момент вспенивания

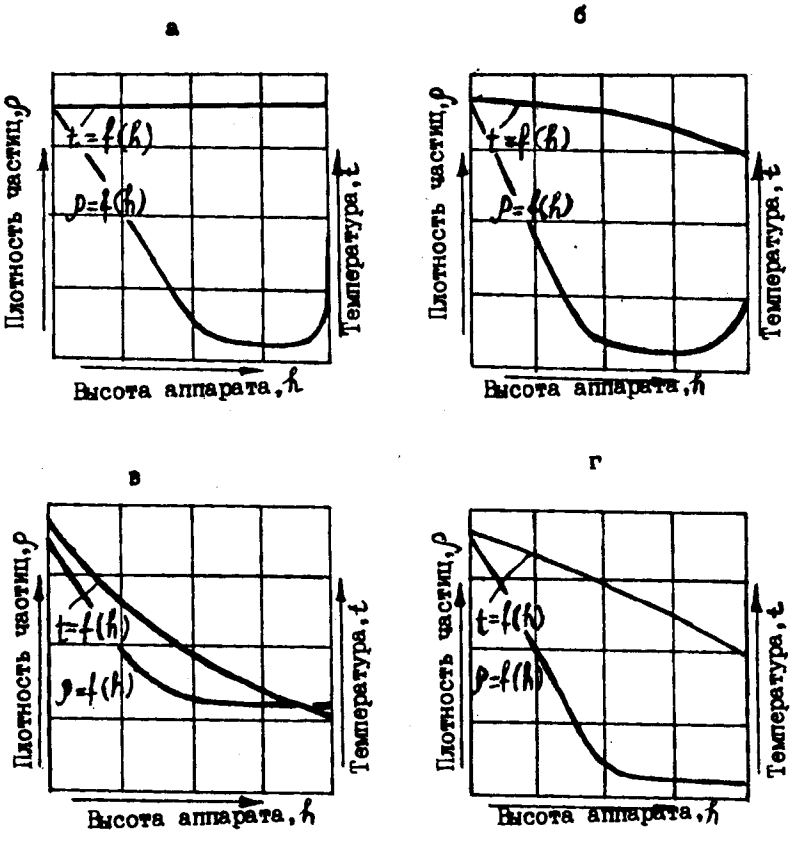


Рис. 2. Термограммы вспенивания суспензионного полистирольного бисера ПСВ-С в аппарате колонного типа

а, б, в — режимы вспенивания с нарушением условий термодинамического равновесия системы; *г* — вспенивание при оптимальных условиях

*А.В. Лыков. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

уменьшению ее размера практически до первоначального. Насыпная плотность полистирольного заполнителя ПВГ-ПП при кратности (числе ступеней) вспенивания 1, 2, 3 и 4 составила соответственно 19,3; 12; 8,4 и 10,1 кг/м^3.

Для данного типа исходных гранул зависимость в координатах "плотность — ступени вспенивания" носит параболический характер с ярко выраженной точкой перегиба на отметке трех ступеней. При этом плотность ПВГ-ПП достигла минимального своего значения и составила 8,4 кг/м^3, после чего дальнейшее увеличение кратности вспенивания начало способствовать заметному возрастанию кажущейся плотности полистирольного заполнителя. Такое поведение вспенивающихся гранул можно объяснить их физической "усталостью", когда от многократного циклического процесса "размягчение—твердение" происходит резкое снижение упруго-эластичных свойств полимера за счет чисто механической попеременной переориентации его внутренней структуры в момент нагревания и охлаждения.

Существует несколько возможных вариантов перераспределения внутреннего потенциала вспенивания полистирольных гранул по ступеням вспенивания. Наиболее распространенным является первый вариант, когда эффективность вспенивания каждой предыдущей ступени больше, чем эффективность последующей. Причем функциональная связь такого уменьшения внутреннего потенциала вспенивания с ростом числа ступеней может иметь как линейный, так и степенной характер.

Важное влияние на процесс вспенивания полистирольных гранул оказывает также температурное поле внутри вспенивателя. На рис. 2 приведены зависимости изменения плотности частиц по высоте вспенивателя для различных температурных полей.

Наиболее оптимальным температурным режимом вспенивания является тот, который приводит к сохранению достигнутой минимальной плотности полистирольного заполнителя на выходе из аппарата. Такой температурный режим показан на рис. 2,*г*. Все другие температурные поля не удовлетворяют условиям сохранения устойчивого термодинамического состояния системы и приводят к обратному процессу — к свертыванию частиц.

Данные лабораторных исследований были положены в основу промышленного освоения производства особо легкого полистирольного заполнителя типа ПВГ-ПП плотностью 8—15 кг/м^3 на опытной базе ВНИИжелезобетона, где налажен выпуск легких полистиролбетонных изделий, отличающихся относительно низкой плотностью и высокими теплозащитными свойствами.

КОНТРОС-СТРОЙПРИБОР

ПРОИЗВОДИМ И РЕАЛИЗУЕМ

лабораторное оборудование для:

ИСПЫТАНИЯ вяжущих материалов, заполнителей, бетонной и растворной смеси, бетонов
КОНТРОЛЯ технологических процессов производства сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций
ОБСЛЕДОВАНИЯ строительных конструкций и сооружений

Всего более семидесяти наименований!

ТОЛЬКО У НАС!

— УСТРОЙСТВА ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ АКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТА
— УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОПАРОЧНЫЕ КАМЕРЫ
— УЛЬТРАЗВУКОВЫЙ ПРИБОР "БЕТОН-22"
— СКЛЕРОМЕТР ОМШ-1 (МОЛОТОК ШМИДТА)
— ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГИСТРАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ
— ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЫБУРИВАНИЯ КЕРНОВ
— УСТАНОВКИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНА ПО МЕТОДУ "МОКРОГО ПЯТНА" И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ И МНОГОЕ ДРУГОЕ

Телефон: (095) 539-36-03, 176-72-06 Факс: 972-43-67

"СЕМЬ РАЗ ИЗМЕРЬ — ОДИН РАЗ ПОСТРОЙ!"

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Ю.В. КРАСНОЩЕКОВ, канд. техн. наук (СибАДИ)

Теория железобетона и предпосылки развития науки о железобетонных конструкциях

Железобетонные конструкции по аналогии с металлическими, деревянными и другими обычно понимают как конструкции, выполненные из специфического материала — железобетона. Определенные различия в понятиях "железобетон" и "железобетонные конструкции" обусловливают особенности научных знаний о каждом из них, однако отражены эти знания в единой теории железобетона, содержание которой раскрывают в многочисленных монографиях и коллективных трудах [1—4].

Широкое распространение железобетона и возрастающая конкурентоспособность других материалов, применяемых для строительных конструкций, вызывают появление и необходимость эффективного решения сложных проблем железобетонных конструкций зданий и сооружений. Принято считать, что теория железобетона — основной и даже единственный инструмент исследования и решения этих проблем. Чтобы ответить на вопрос, является ли современная теория железобетона таким инструментом, необходимо установить ее отношение к конструкциям.

Прежде всего следует выявить познавательные и научные возможности теории железобетона. Несомненно, что как комплекс взглядов и идей она занимает ведущее место в системе научных знаний о железобетонных конструкциях. Основная роль такой теории заключается в отражении и творческой переработке опыта исследований, проектирования и эксплуатации конструкций. Однако известно, что только подлинно научная теория, независимо от того, фундаментальная она или прикладная, может быть не просто отражением, а высшей формой обобщения и систематизации научного знания о закономерностях и существенных связях своего объекта, может объяснить механизм и сущность явлений и тем самым способствовать решению возникающих проблем [5]. Можно ли отнести теорию железобетона к категории научных?

Научные теории не допускают многозначности понятий, особенно по отношению к своему объекту, а теория железобетона относится к железобетону неоднозначно. Например, В.М. Бондаренко рассматривает железобетон как композитный материал, которому свойственны ползучесть, микро- и макротрещинообразование в процессе твердения, а также нелинейность зависимости между напряжениями и деформациями [2]. Очень часто термин "железобетон" используют в качестве собирательного обозначения железобетонных элементов, изделий и конструкций в целом. Один из основоположников отечественной теории железобетона А.А. Гвоздев исходил из существования в ее рамках двух основных объектов: железобетона — материала и железобетонных конструкций. Он периодически корректировал развитие теории, формулируя актуальные задачи исследований в областях, соответствующих каждому объекту отдельно и в целом. Одной из последних в области железобетонных конструкций была названа, в частности, задача изучения взаимодействия элементов [6]. Неоднозначность объекта теории — признак ее несовершенства.

Несовершенство науки о железобетонных конструкциях подтверждают неоднократные попытки создания общей теории железобетона. Эти попытки имели двойной результат. С одной стороны, они способствовали обобщению объекта, с другой стороны, обостряли противоречия между сторонниками разных путей развития теории железобетона. Создать общую теорию предлагалось, в частности, в [2] с целью разработки общего подхода к расчету железобетонных конструкций на основе учета специфики деформирования материалов и различных видов воздействий. Такое обобщение расчетного принципа на всю полуэмпирическую теорию вызвало негативную реакцию А.А. Гвоздева. Завершая дискуссию по проблемам развития теории, организованную журналом "Бетон и железобетон" в 1979—1981 гг., он писал, что теория железобетона, как любая прикладная дисциплина, не может решать все задачи с единых позиций. Он полагал, что догмы общей теории, основанные на каких-то конкретных подходах, например с позиций теории разрушения или нелинейного деформирования, могут быть только тормозом в развитии науки о железобетоне [7].

А.А. Гвоздев считал нереальными попытки построить единую модель железобетона и отстаивал традиционные методы развития теории через частные решения, закрепляемые периодически обновляемыми нормами [6]. Тем самым он подтверждал существующие позиции терии железобетона как теории в широком смысле. Однако считается, что отсутствие общей теоретической модели — свидетельство недостаточного развития теории и недооценки теоретических методов

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

решения проблем. Модель или идеализированный объект теории не только отражает реальность, но является основой, программой исследования, которая реализуется в научной теории. В существовании общей модели заключается практическое значение теории, которая становится не простым набором знаний, а инструментом для решения любых проблем.

Наиболее наглядной характеристикой теории является ее логика, которая обычно определяется отношением объекта теории к объекту исследования. Пусть, например, для решения какой-либо проблемы железобетонных конструкций (объекта исследования) используют теорию, объектом которой является материал железобетон. В этом случае железобетон относится к конструкции как часть к целому, а проблема целого решается через части (элементы) — такова логика теории. В настоящее время проектирование железобетонных конструкций часто осуществляется именно по такой логике — путем поэлементных расчетов, решения частных задач. Длительная практика поэлементного (несистемного) проектирования оказалась основной причиной многих расхождений теоретических и действительных результатов и, следовательно, причиной возникновения проблем. Однозначное использование теории железобетона с логикой от частного к общему усугубляет проблемы железобетонных конструкций, мало продвигая их решения. Примером может служить проблема взаимодействия или совместной работы элементов, которая уже длительное время остается одной из основных в области железобетонных конструкций.

Логика теории расчета сооружений, объектом которой является не материал, а сооружение в целом, наоборот, предусматривает процесс познания конструкций от общего к частному, поскольку именно так сооружение (объект теории) относится к конструкциям, своим частям (объекту исследования). Возможности теории сооружений подтверждает одно из основных ее направлений — разработка методов расчета зданий и сооружений по комплексной схеме как единых пространственных систем с учетом реальных свойств материалов [8]. Представляется, что таким же образом по отношению к железобетонным конструкциям должна проявляться научная теория железобетона (железобетонных конструкций) или должен существовать механизм использования достижений других наук для решения проблем железобетонных конструкций. В современной теории железобетона такого механизма нет, несмотря на то, что зарождалась она на основе классической теории строительной механики твердых тел [4].

Итак, современную теорию железобетона нельзя отнести к научным из-за неоднозначности ее объекта, отсутствия общей модели железобетонных конструкций, противоречивой логики и неопределенности путей развития. Поэтому она не может служить надежным инструментом изучения сложных проблем железобетонных конструкций.

Различные проблемы железобетонных конструкций приходится решать, используя достижения и возможности не только теории железобетона, но и других наук и дисциплин: строительных конструкций, строительной механики, теорий надежности и эффективности и т.д. Взаимодействие разных теорий в рамках более обширной области знаний способствует ускорению их развития и обогащению. Результатом такого взаимодействия может стать появление новой теории, образованной путем синтеза наук или выделения специализированных знаний из более общих. Очевидно, в этом направлении следует искать методологическое, теоретическое и практическое решения проблем железобетонных конструкций. В принципе не возражал против такого развития теории железобетона А.А. Гвоздев, так как не отрицал недостатков поэлементных расчетов, а лишь предостерегал от простой замены их другими методами, например расчетом сооружений как единого целого, аргументируя свои опасения сложностью увязки предельных состояний конструкции в целом и отдельных элементов.

Представляется, что основной задачей теории железобетона должно быть изучение и теоретическое обобщение специфических свойств этого материала. Так как материал является частью конструкции, то теория железобетона должна быть частью более общих знаний о железобетонных конструкциях, но не наоборот. Наличие знаний, однозначным объектом которых будет железобетонная конструкция, обеспечит четкость логических операций и позволит целенаправленно работать над общей моделью.

Целесообразность выделения в самостоятельную теорию научных знаний о железобетонных конструкциях подтверждается существованием, например, теории металлических конструкций [9], которая является частью науки о строительных конструкциях. Теория конструкций может быть полезной не только для решения проблем, но и для целенаправленного обобщения опыта практической деятельности, а также для открытия новых перспектив перед практикой. Опыт показывает, что наличие конкретной научной теории позволяет провести исследования быстрее, качественнее и эффективнее.

Вместе с тем было бы неверным ставить в полную зависимость от наличия научной теории железобетонных конструкций возможность решения, например, проблемы взаимодействия элементов и других проблем. На данном этапе развития науки проще и эффективнее найти такой подход, который позволил бы устранить логические и структурные недостатки существующей теории железобетона и использовать без особой переработки ее богатейшую экспериментальную основу и теоретическое содержание, наряду с достижениями других наук и дисциплин. В работе [10] в качестве такого подхода предложено использовать принципиальную модель исследования конструкции, которая положена в основу специализированной теории конструктивных систем.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Библиографический список

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс. — М.: Стройиздат, 1991. — 768 с.

2. Бондаренко В.М., Бондаренко С.В. Инженерные методы нелинейной теории железобетона. — М.: Стройиздат, 1982. — 288 с.

3. Теория железобетона. — М.: Стройиздат, 1972. — 190 с.

4. Залесов А.С. Этапы и перспективы развития теории железобетона//Бетон и железобетон. — 1995. — № 2. — С. 20—22.

5. Исаханов Г.В. Основы научных исследований в строительстве. Киев: Вища школа, 1985. — 208 с.

6. Гвоздев А.А. Задачи и перспективы развития теории железобетона//Строит. механика и расчет сооружений. — 1981. — № 6. — С. 14—17.

7. Гвоздев А.А. К вопросу о теории железобетона//Бетон и железобетон. — 1980. — № 4. — С. 28—29.

8. Смирнов А.Ф. Об основных направлениях научных исследований в области теории и методов расчета сооружений...//Промышленное строительство. — 1981. — № 7. — С. 2—5.

9. Мельников Н.П. Металлические конструкции. — М.: Стройиздат, 1983. — 542 с.

10. Краснощеков Ю.В. Методологические основы решения сложных проблем железобетонных конструкций и теория конструктивных систем//Изв. вузов. Строит. — 1994. — № 5—6. — С. 112—115.

УДК 624.071.3.044

И.А. УЗУН, канд. техн. наук (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Учет реальных диаграмм деформирования материалов в расчетах железобетонных конструкций

Усилиями ученых России, стран ближнего и дальнего зарубежья в последние годы проведены большие исследования, позволившие наметить перспективы развития теории и методов расчета железобетонных конструкций [1—3]. Известные рекомендации сводятся к разработке единого метода расчета конструкций по всем предельным состояниям, пригодного при разных видах силовых воздействий (в том числе и сложных) и разных режимах нагружения. Эти рекомендации способствуют развитию методов расчета путем разработки и использования более совершенных физических моделей, раскрывающих физический характер сопротивления железобетона, его напряженно-деформированное состояние (НДС) и формы разрушения. Предлагается непосредственное использование аналитических зависимостей, связывающих между собой напряжения и деформации арматуры и бетона при кратковременном и длительном нагружениях.

На основании накопленного опыта экспериментальных исследований диаграмм деформирования арматуры, бетона и железобетона (диаграмма "момент—кривизна") предложены унифицированные зависимости ЕКБ-ФИП и НИИЖБа (авторы Н.И. Карпенко, Т.А. Мухамедиев и др.) по их описанию, удобные для использования в численных расчетах конструкций современными методами с учетом влияния различных факторов. Предложены способы трансформирования диаграмм деформирования бетона с учетом градиентов деформаций, режимов нагружения, деформаций ползучести, нелинейного деформирования железобетона, влияющих на параметры и характер диаграмм. При расчете статистически неопределимых конструкций применяются диаграммы-изохроны [3], соответствующие разным режимам длительного нагружения на всех стадиях, включая стадию разрушения.

С учетом приведенных рекомендаций, предложенных многими авторами, расчетная модель деформирования железобетонных элементов включает уравнения равновесия усилий, выражаемые через напряжения и деформации в арматуре и бетоне, деформационные зависимости, определяющие линейное распределение средних деформаций по сечению и диаграммы "момент—кривизна". Несущая способность железобетонных элементов определяется напряжениями и деформациями в вершинах диаграмм "напряжения—деформации" и предельными деформациями на нисходящих ветвях этих диаграмм, соответствующими кривизне в вершинах диаграмм "момент—кривизна".

Однако в железобетонных конструкциях реализуются разные напряжения и деформации, которые равны расчетным сопротивлениям бетона и арматуры, могут быть больше этих величин и меньше их. Поэтому нужно было выявить влияющие факторы, установить закономерности изменения напряжений в бетоне и арматуре в зависимости от этих факторов и применить эти закономерности при трансформировании диаграмм деформирования бетона, арматуры и железобетона. Встает вопрос о правомерности концепции А.Ф. Лолейта об одновременном пластическом разрушении бетона в сжатой зоне и арматуры в растянутой зоне и замене ее другой. Более соответствующей реальному (в смысле реализуемому) НДС конструкций является концепция разрушения растянутой и сжатой зон при переменных "предельных" напряжениях и деформациях, реализуемых в зависимости от процента армирования, класса бетона, вида силового воздействия, кривизны элемента, а при длительном действии нагрузки и в зависимости от времени нагружения. Тогда случай одновременного разруше-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ния сжатой и растянутой зон является частным случаем этой концепции.

Методика определения параметров реализуемых диаграмм деформирования материалов приведена в источниках [2, 3]. Можно констатировать, что следующим этапом развития теории и методов расчета железобетона и железобетонных конструкций станет переход на совместное применение деформационного и прочностного критериев разрушения и расчета, переменных при влиянии указанных факторов. Многочисленные экспериментальные исследования подтверждают реализацию в предельной стадии разных напряжений и деформаций, связанную с неодновременностью достижения этих предельных величин, изменением очередности их достижения, реализацией полных диаграмм деформирования материалов или только восходящих ветвей диаграмм.

Проведенные нами исследования и расчеты показали, что достаточные и общие решения задач по определению НДС железобетонных конструкций получаются с помощью расчетов на основе реализуемых диаграмм деформирования материалов. Предложено [2, 3] эталонные диаграммы трансформировать путем умножения параметров в вершинах на переменный коэффициент γ_{bc} и 1,05 γ_{bc} соответственно при изменении напряжений и деформаций. Предельную деформацию на нисходящей ветви диаграммы "напряжения—деформации" предложено определять по кривизне, соответствующей моменту в вершине диаграммы "момент—кривизна". Коэффициент упрочнения бетона γ_{bc} изменяется от 0,1 до 1,2 в зависимости от предельной кривизны элементов (градиентов деформаций): при кривизне $1/r = 0{,}2\%\,см^{-1}$ $\gamma_{bc} = 1{,}05$; при кривизне $1/r = 0{,}5\%\ см^{-1}$ $\gamma_{bc} = 1{,}2$; при промежуточных значениях кривизны этот коэффициент определяется по линейной интерполяции. Значение градиента деформации определяется в ходе расчета по кривизне, соответствующей моменту в вершине диаграммы "момент—кривизна".

Аналогично трансформируется диаграмма деформирования бетона при растяжении бетона с помощью коэффициента γ_{bt} и диаграммы "момент трещинообразования—кривизна". Этот коэффициент также изменяется от 1,0 до 1,2 в зависимости от кривизны, соответствующей моменту образования трещин в вершине диаграммы "момент трещинообразования—кривизна". При градиенте $0{,}7 \cdot 10^{-5}\ см^{-1}$ $\gamma_{bt} = 1{,}0$; при градиенте $9 \cdot 10^{-5} см^{-1}$ $\gamma_{bt} = 1{,}2$; при промежуточных значениях этот коэффициент принимается по линейной интерполяции [3].

Первоначально расчет несущей способности выполняется по эталонной диаграмме, строится диаграмма "момент—кривизна", уточняется коэффициент упрочнения γ_{bc} по кривизне в вершине диаграммы "момент—кривизна" по формулам автора. Затем строится трансформированная диаграмма, и расчет повторяется до сходимости предыдущего и последующего значений с погрешностью 1...5%. Диаграммы "момент—кривизна" используются при анализе НДС любых железобетонных конструкций и для расчета статически неопределимых конструкций—неразрезных балок, рам и др. В расчете реализуется параллельно несколько предварительно построенных диаграмм "момент—кривизна" однопролетных балок, асинхронность реализации которых зависит от изменения жесткостей этих сечений, зависимых от кривизны и моментов на предыдущих итерациях.

Статическая неопределимость раскрывается методом сил. На каждой итерации неизвестное усилие во введенном шарнире заменяется найденным изгибающим моментом (в шарнирно опертой балке). Ординаты единичных и грузовых эпюр моментов используются для определения жесткостных коэффициентов. Жесткость на длине балки, в пределах которой изгибающий момент одного знака, определяется по кривизне наиболее напряженного сечения, на остальной длине — по кривизне другого расчетного сечения, полученной на предыдущей итерации.

При расчете на ЭВМ длина балки разбивается в пролете на 10 участков и для каждого определяется своя жесткость. Нагрузка при $k = 1,2,...,n$ определяется из равенства

$$\sum_{i=1}^{n} M_i \delta_{ki} + P\Delta_{кр} = -\theta_{el,pl}, \qquad (1)$$

где $\theta_{el,pl}$ — угол поворота смежных сечений с трещинами.

Момент $M_к$ во втором расчетном сечении определяется из уравнения равновесия

$$M_o = M_{i,sp} + (d/l)\, M_{k,\,sup} \qquad (2)$$

Строится эпюра моментов M^n (на этапе расчета), корректируются кривизны и жесткости, повторяется расчет до сходности предыдущего и последующего значений ΔM. Затем при новых значениях кривизны расчеты повторяются. Данная методика проста и позволяет, в отличие от метода предельного равновесия, рассчитывать неразрезные конструкции (например, неразрезные балки) с разными процентами армирования от слабоармированных до переармированных. Получаемые расчетные значения перераспределенных моментов незначительно отличаются от экспериментальных: расхождение составляет 5...10% в сторону уменьшения расчетных моментов.

Исследования [2] также показали, что при $\xi < \xi_R$ в вершинах диаграмм деформирования бетона при сжатии реализуются деформации не $200 \cdot 10^{-5}$, как это принято в действующих нормах и кодексе ЕКБ-ФИП, а $250 \cdot 10^{-5}$, что позволяет, исходя из расчетных предпосылок СНиПа, используемых при определении предельной относительной высоты сжатой зоны ξ_R, поднять и расчетное сопротивление арматуры до 450 МПа без опасения чрезмерного раскрытия трещин, увеличения прогиба, нарушения условия совместности деформаций бетона и арматуры и сцепления между ними. В связи с этим становится возможным применение арматурных стержней с новым периодическим профилем, отличающимся от известного изменением профиля по-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

перечных ребер в местах пересечения с продольными ребрами [4], а также образованием канавок в продольных ребрах [5]. Такое изменение профиля стержней и их применение приводит к увеличению сцепления арматуры с бетоном на 21% [6], увеличивает статическую прочность на 5...7% и выносливость арматуры при многократно повторных и малоцикловых нагрузках почти вдвое [4].

Предлагаемая методика численного моделирования и исследования НДС железобетонных конструкций позволяет идентифицировать напряжения и деформации в вершинах диаграмм деформирования материалов, а также определять предельные деформации бетона (на нисходящей ветви диаграммы "напряжения—деформации") по кривизне, соответствующей предельному моменту в вершинах диаграммы "момент—кривизна", которые в разных конструкциях разные и в современных расчетах не учитываются. Расчеты показали, что при изгибе, внецентренном сжатии при различных процентах армирования и классах бетона в вершинах диаграмм "напряжения—деформации" реализуются разные напряжения и деформации, изменяющиеся в широких пределах. Столь большие колебания напряжений и деформаций нельзя объяснить только "разбросом" опытных данных. Они являются в основном результатом реализации разных параметров диаграмм деформирования материалов, которые обусловлены разными процентами армирования и разными классами бетона, отличающимися от оптимальных, принятых при соблюдении концепции А.Ф. Лолейта.

На пути внедрения методов расчета с применением диаграмм деформирования бетона (и арматуры) стоят большие трудности, которые вызваны отсутствием денежных средств и подготовленных технических кадров. Для получения таких диаграмм в заводских условиях необходимо специальное оборудование и обученный технический персонал. Со стороны проектных, научно-исследовательских организаций и вузов также нет готовности к применению диаграмм, так как отсутствуют нормативная база (новые СНиПы) и заинтересованность в изучении и применении этих методов исследований и расчетов.

Директивным органам надо уделить пристальное внимание нуждам инженеров-проектировщиков, ученых и производственников в деле выделения денежных средств на укрепление материальной базы, обучение технического персонала, создание нормативной базы. Необходимо, чтобы все участники этого процесса были заинтересованы во внедрении современных методов испытания бетона и арматуры, а также методов расчета в производство. Без сомнения, затраты на эти мероприятия за несколько лет с лихвой окупятся.

Библиографический список

1. Залесов А.С. Этапы и перспективы развития теории железобетона//Бетон и железобетон. — 1995. — № 2. — С. 20—22.

2. Узун И.А. Реализация диаграмм деформирования бетона при однородном и неоднородном напряженных состояниях//Бетон и железобетон. — 1991. — № 8. — С. 19—20.

3. Мадатян С.А., Морозов С.И., Демченко Е.М. Новая свариваемая арматура класса А400С//Бетон и железобетон. — 1995. — № 2. — С. 8—10.

4. Узун И.А. Арматурный стержень нового периодического профиля//Авт. свидетельство № 1770534 от 14.02.1992.

5. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Сапожников М.И. К построению методики расчета стержневых элементов на основе диаграмм деформирования материалов//Совершенствование методов расчета статически неопределимых железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1987. — С. 4—24.

6. Узун И.А. Розрахунок залізобетонних конструкцій з використанням діаграм деформування матеріалів. Учбовий підручник. ОДАБА, 1996. — 56 с.

Командирам строительной индустрии!

Окажем помощь в подготовке кандидатских и докторских диссертаций в полном объеме (сжатые сроки)

Изготовим:

Универсальные установки и линии по производству стеновых и теплоизоляционных пенобетонных блоков

Фибробетонные банковские хранилища "под ключ" (которые в 2—3 раза дешевле и надежнее стандартных решений), фибробетон разного назначения

Внедрим технические решения по резкому увеличению термического сопротивления стеновых материалов

"Центр прикладных исследований" НИИЖБ

Телефоны: 174-74-08, 174-74-09, факс 174-74-16

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

А.В. НОЧНЫЙ, генеральный директор АО "Мосстройконструкция"

Практика защиты окружающей среды на заводах товарного бетона

Проблема защиты окружающей среды в процессе строительной деятельности становится все более актуальной. Хотя приготовление товарного бетона не относится к числу производств, опасных для окружающей среды, тем не менее переработка значительных масс материалов, использование мощных транспортных средств и смесительного оборудования, требующих тщательной очистки и промывки после окончания технологических циклов, возможность попадания в коллекторную канализацию твердых частиц, смываемых ливневой и технологической водой, создают определенные экологические проблемы эксплуатации заводов товарного бетона.

Чтобы примерно оценить объем воздействия на окружающую среду от промышленности товарного бетона, укажем, что в Европе в настоящее время работает 10 тыс. заводов товарного бетона. Европейский парк насчитывает более 30 тыс. единиц автобетоносмесителей и автобетоновозов; в среднем они совершают 4—5 ездок в день общей протяженностью 60—75 км, перевозя ежедневно 1 млн. $м^3$ бетона. Ежегодный объем производства составляет 300 млн. $м^3$ товарного бетона, или 0,6 $м^3$ на одного жителя. Эти данные относятся к 22 наиболее развитым странам Европы. В целом же объем применения товарного бетона в строительстве в странах Западной и Восточной Европы составляет около 400 млн. $м^3$, эта промышленность потребляет около 40% всего производимого цемента.

Охрана окружающей среды на заводах товарного бетона, как правило, является частью производственного цикла и начинается с приемки и складирования сырьевых материалов для производства бетонной смеси.

Наиболее неприятной процедурой является перевалка цемента. Для избежания или по крайней мере снижения до минимума пыления разгрузка цемента осуществляется по закрытым трактам с помощью сжатого воздуха. Воздушные фильтры силосных банок, через которые удаляется избыточный воздух, должны надежно предупреждать попадание цементной пыли в атмосферу. Перевалка и хранение крупного и мелкого заполнителя, с точки зрения охраны окружающей среды, особых проблем не представляют.

Центральной частью мероприятий по охране окружающей среды на заводах товарного бетона являются операции с водой. Следует сразу отметить, что разработаны технологические схемы, исключающие сброс воды за пределы производственного цикла на заводах товарного бетона. Вода используется не только для затворения бетона, но и в значительных объемах для промывки смесительного оборудования и транспорта. Промывка барабанов автобетоносмесителей производится до загрузки очередного замеса бетона, а в среднем автобетоносмеситель совершает 4—5 ездок в день (эти данные примерно одинаковы как для Европы, так и для России). Кроме того, перед выездом на трассу тщательно промываются колеса автомобиля. Бетоносмесительное оборудование промывается не только в конце смены, но и в течение дня при изменении видов смешиваемых материалов. Контроль использования воды является наиболее важным аспектом предупреждения загрязнения окружающей среды.

Многие заводы товарного бетона имеют внутренние уклоны площадей, которые исключают попадание воды за пределы промышленных территорий. По этим уклонам собирается даже дождевая вода для ее технологического использования. Применяемая для промывки оборудования и автотранспорта вода имеет оборотный цикл, который включает сбор ее самотеком в отстойники переливного типа. Образующийся в отстойниках осадок затем удаляется ковшовым погрузчиком или экскаватором.

Из-за относительной дешевизны товарного бетона клиенты нередко заказывают его с избытком, объем которого, например в Германии, оценивается в 2%. Сюда надо еще добавить некоторое количество бетона (остатков), налипшего на стенки барабанов бетоновозов (примерно 0,5% объема загрузки). При возврате неиспользованного бетона на завод его можно добавлять к новым замесам или, если это невозможно, с помощью воды сепарировать на составляющие. Отмытый из остатков бетона крупный заполнитель можно вводить в небольших количествах в новую бетонную смесь. Разработаны замедлители схватывания, которые подмешивают в такой возвратный бетон, отдаляя его затвердевание, что расширяет возможности его повторного использования.

Кроме регенерации, из остатков неиспользованного бетона на заводах нередко изготовляют упрощенные изделия типа мелких блоков для облегченных фундаментов или иных целей.

Европейская ассоциация производителей товарного бетона (ЕРМКО) уделяет значительное внимание вопросам охраны окружающей среды на своих заводах. В составе ее технических органов имеется специальная рабочая комиссия по этой проблеме. ЕРМКО провела анкетный опрос с целью оценки состояния окружающей среды (предельно допустимые концентрации вред-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Предельная характеристика загрязнения или воздействия	Страны					
	Германия	Италия	Испания	Франция	Турция	Россия**
Пыление силосов*, мг/м^3 (в день)	20	20—50	50	150	150—300	300
Вода, сбрасываемая с территории завода:						
pH	5,5...9,5	5,5...9,5	10	5...8,5	6...10	7...10
содержание (мг/л):						
взвешенных частиц	0,6	80	300	100	350...50	120
масла	5	5...40	40	—	50...250	3
химдобавок	—	2...4	—	—	—	—
Производственный шум на прилегающих территориях, Дб	55—70	80	90	55	70	80

*В готовящихся к утверждению рекомендациях ЕРМКО требуется, чтобы пыление цемента на территории завода товарного бетона в день не превышало 0,3 г/м^2.
**По данным заводов АО "Мосстройконструкция".

ных выбросов) на заводах товарного бетона в ряде стран Европы. Ответы на вопросы анкеты для некоторых стран приведены в таблице.

Помимо стран, указанных в таблице, ответы были получены также из Австрии, Бельгии, Дании, Ирландии, Португалии, Великобритании. Численные значения указанных характеристик для этих стран были примерно в этих же пределах. Помимо лимитирующих значений некоторых характеристик возможных загрязнений, установленных в законодательном порядке в этих странах, следует отметить целую группу процедур, направленных на защиту окружающей среды при эксплуатации заводов товарного бетона. Эти процедуры, реализуемые в виде инспекций, относятся к контролю загрязнений от цементных силосов, буртов крупных и мелких заполнителей, сброса технологической воды, размещения и переработки отходов, попадания ГСМ в подземные водонесущие горизонты и т.п.

Особо следует отметить, что заводы товарного бетона также инспектируются на предмет эстетики и архитектурного соответствия характеру окружающей застройки или ландшафту.

Производственный контроль, т.е. контроль, выполняемый заводским персоналом на предприятиях товарного бетона по оценке предельных значений указанных характеристик, осуществляется в разных странах с разной периодичностью. Так, в Испании и Германии такой контроль производится раз в три года; в Бельгии и Италии — раз в шесть месяцев. Наиболее строго дело обстоит в Ирландии: все пылеулавливающие фильтры осматриваются и заменяются ежедневно, остальные виды контроля проводятся ежемесячно. Данные экологического контроля регистрируются в специальных журналах, которые хранятся от одного года (Бельгия) до 7 лет (Австрия). Аудиторский экологический контроль, т.е. выполняемый аккредитованным органом, как правило, не носит регулярного характера, а осуществляется в виде внезапных инспекций.

Состояние защиты окружающей среды на конкретном заводе доступно общественности в Бельгии и является закрытой информацией в Испании. В Германии и Ирландии экологическая информация о каком-то заводе может быть открыта при наличии жалоб со стороны населения. Анализ показывает, что население предъявляет претензии к руководителям компаний главным образом из-за повышенного шума заводов товарного бетона.

В США (ассоциированный член ЕРМКО) национальные федерации по производству и применению бетона и железобетона в строительстве организовали объединенный Совет по экологии бетона — ЭККО. На прошедшей 11—14 января 1996 г. в Новом Орлеане выставке-ярмарке "Мир бетона" состоялась презентация новой общественно-технической организации. Девизом ЭККО является решение проблем экологии в строительстве — через применение бетона. В обоснование этого положения могут быть приведены сопоставительные данные по расходу энергии и выбросу загрязнений в окружающую среду при производстве некоторых видов строительных материалов. Эти показатели были получены в результате исследований, проведенных в Канаде по заданию Министерства природных ресурсов.

Затраты энергии на производство различных стройматериалов могут характеризоваться следующими показателями (ГДж/т):

Кирпич	2,6
Сборный железобетон	1,6
Товарный бетон (В25)	0,82
Стальной прокат	25,8

Сравнение строительных материалов по экологическому критерию несомненно свидетельствует в пользу бетона, особенно по отношению к стали. Достаточно сказать, что для выпуска 1 т стали необходимо переработать более 20 т первичных ресурсов, 19 из которых затем в виде отходов поступают в окружающую среду. В то же время производство бетона не дает вредных для окружающей среды отходов и в принципе может быть полностью безотходным. Необходимо также отметить, что основные показатели для бетона по загрязнению среды относятся к его наиболее энергоемкому составляющему — цементу (на производство 1 т цемента требуется 4—6 ГДж).

Помимо ЕРМКО, проблемами экологии бетона как строительного материала занимается ряд других международных организаций: Европейский комитет по бетону — ЕКБ, Международная федерация по железобетону — ФИП, Международный союз по испытанию материалов — РИЛЕМ, Европейская организация производителей цемента — Цембюро и др.

Таким образом, зарубежный опыт свидетельствует, что проблема защиты окружающей среды становится весьма важной для строительной индустрии. Отечественные предприятия также должны уделять более пристальное внимание этой проблеме.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Сибирская конференция по железобетону

В феврале прошлого года в Новосибирске состоялась 6-я Сибирская (международная) конференция по железобетону, организованная Обществом железобетонщиков Сибири и Урала, Новосибирской государственной академией строительства, Сибирской государственной академией путей сообщения и Новосибирским архитектурным институтом.

Доклады, прозвучавшие на конференции, можно разделить на три направления: 1 — новые конструкции, материалы и технологии; 2 — теоретические и экспериментальные исследования; 3 — обследование и усилие элементов зданий и сооружений.

По первому направлению были доложены интересные конструктивные решения зданий со скрытым каркасом (Г.В. Мурашкин, А.С. Репсаев, В.О. Борцов — Самарская ГАСА), малоэтажных зданий с монолитным железобетонным каркасом (П.В. Семикин — Новосибирский АрхИ), сборных кессонных перекрытий для жилых и общественных зданий (А.В. Пелевин — Тюменская ГАСА), наружных каменных стен многоэтажных каркасных зданий (С.М. Сергеев, А.Н. Проталинский — Новосибирская ГАО).

Изменение конъюнктуры в строительстве отразилось и на исследованиях в области материалов и технологий, особенно для жилищного строительства. Здесь наиболее заметен отход от традиционного крупнопанельного домостроения и поворот в сторону эффективных по теплозащитным свойствам стеновых материалов. Больше всего докладов на эту тему представили новосибирцы: о новой автоматизированной технологии изготовления газобетонных элементов для жилищного строительства на заводе "Сибит" (Ю.Г. Мезенцев — АО Главновосибирскстрой), о производстве газобетонных деталей для малоэтажного строительства по интенсивной безавтоклавной технологии (Ю.Н. Петерсон — АО "Силикон"), о новом высокоэффективном пористом заполнителе из отходов щебеночного производства (В.А. Базанов, В.А. Кутолин, С.Г. Прокудин — АО "Петрозит"). Научные и технологические проблемы проектирования конструкций из фибробетона и применения его в городском благоустройстве осветили в своих докладах барнаульцы (Н.М. Михеев и О.Н. Комаровский — Строительный колледж, К.В. Талантова — АГТУ). Интерес представил также доклад А.Г. Трущева и Г.П. Иванова (УГАХА, г. Екатеринбург) о применении пневматической опалубки для бетонирования пространственных покрытий.

Наибольшим числом докладов самой разнообразной тематики было представлено второе направление. В частности, учету нелинейности бетона на основе теории пластического течения был посвящен доклад В.М. Круглова и Л.Ю. Соловьева (СГАПС, г. Новосибирск), расчету прочности железобетонных элементов при различных воздействиях с использованием областей относительной прочности — доклады А.М. Болдышева, В.С. Плевкова, Е.А. Бояринцева (ТГАСА, г. Томск), особенностям расчета прочности наклонных сечений — доклады В.В. Габрусенко (НГАС, г. Новосибирск) и Ю.К. Николаева (НГАВТ, г. Новосибирск), несущей способности колонн с косвенным армированием — доклад В.П. Иванова (АГТУ, г. Барнаул), численному моделированию сцепления арматуры с бетоном — доклад П.П. Назаренко (КазГАСА, г. Алма-Ата), оценке напряженного состояния опорных участков решетчатых балок методом конечных элементов — доклад С.П. Васильева (СГАПС), В.В. Габрусенко, Н.Е. Малых (НГАС), оценке напряженного состояния канатной арматуры с учетом давления проволок — доклад Ю.В. Максимова, А.В. Ермаковой, В.А. Мусихина (ЧГТУ, г. Челябинск), анализу предельной деформативности бетона и ее влиянию на работу сжатой арматуры — доклад А.Р. Нелепова (СибАДИ, г. Омск).

Вызывает удовлетворение тот факт, что наряду с теоретическими активно ведутся и экспериментальные исследования. Это нашло отражение в ряде интересных докладов, в том числе: о результатах испытаний моделей железобетонного бункера со стенками в форме пологих оболочек (Г.П. Иванов, А.Г. Трущев — УГАХА), о результатах испытаний преднапряженных безбалластных плит железнодорожных мостов (В.П. Устинов, Б.А. Рябышев, Ю.М. Широков — СГАПС), о влиянии полимерных покрытий арматуры на прочность балок (Т.П. Бацунова — НГАС), о моделировании климатических воздействий на бетон (И.З. Актуганов — СГАПС), о методах оценки прочности железобетонных конструкций при испытании (В.Ю. Чернавин, В.Ф. Шевляков — УКСДИ, г. Усть-Каменогорск) и в ряде других.

По третьему направлению прозвучали доклады ученых и специалистов НГАС (В.В. Пангаев, В.А. Беккер), ТГАСА (А.М. Болдышев, А.И. Мальганов, В.С. Плевков, И.В. Болдин), АО "ТЭЗИС", г. Новосибирск (А.С. Мозяков, Д.А. Войлошников, В.А. Климов), СибАДИ (А.Р. Нелепов) и Якутского госуниверситета (Ф.Ф. Посельский, Н.Н. Фыра). Авторы продемонстрировали не только практические примеры усиления и восстановления несущих конструкций, но также стремление подвергнуть системному анализу процессы износа зданий и сооружений. В докладе А.С. Мозякова были с беспокойством, от-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

мечены факты разбазаривания проектной документации на типовые конструкции давно отмененных серий и предложено создать соответствующий банк данных, хотя бы на региональном уровне. В докладе В.В. Габрусенко прозвучало предложение о необходимости разработки для строительных объектов, помимо проектно-сметной документации, специальной документации по эксплуатации зданий. Оба эти предложения были одобрены конференцией.

В краткой информации невозможно перечислить даже темы всех 46 докладов, представленных на конференции, а тем более аннотировать их. Важно, однако, отметить, что научные силы специалистов Сибири и Урала не только сохранились, но и активизировались, а прекратившийся было приток молодых кадров в науку вновь восстанавливается. Все это отразилось на весьма высоком научном уровне как докладов, так и дискуссий (тенденция роста наметилась еще с 4-й Сибирской конференции).

По итогам конференции издан очередной выпуск научных трудов Общества железобетонщиков Сибири и Урала. 7-ю конференцию намечено провести в 1998 г. в Новосибирске.

К сожалению, накануне открытия конференции Общество железобетонщиков понесло невосполнимую утрату: скоропостижно скончался кандидат технических наук, доцент, заместитель председателя Общества В.Г. Диаковский — видный специалист в области преднапряженного железобетона, замечательный педагог, активный научно-общественный деятель. Светлую память об ученом надолго сохранят все, знавшие его.

В.В. Габрусенко, председатель Общества железобетонщиков Сибири и Урала, канд. техн. наук, доцент

Приглашаем принять участие

Интерстройэкспо

INTERSTROY STROYEXPO

15 –19 АПРЕЛЯ

'97

МАТЕРИАЛЫ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ
ОБОРУДОВАНИЕ
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НЕДВИЖИМОСТЬ И ИНВЕСТИЦИИ

Организаторы: Министерство строительства России, правительство Санкт-Петербурга, ЗАО "Балтэкспо"

Место проведения:
Санкт-Петербург,
выставочный комплекс
ЛенЭКСПО
в Гавани

Оргкомитет:
Тел. 355-58-10
Факс 355-51-32
191040, Санкт-Петербург,
а/я 19, "Интерстройэкспо"

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН

п р е д л а г а е т заинтересованным предприятиям организовать производство и расфасовку товаров народного потребления

КРЕМ ЭМУЛЬСИОННЫЙ "ЭКОРТ"

Крем предназначен для ухода за обувью и изделиями из кожи, придания им блеска, сохранения эластичности, водонепроницаемости и освежения цвета.

Изготовляется по технологии ВПС с применением побочных продуктов нефтехимии. Не содержит импортных компонентов и органических растворителей. Поставляется на расфасовку в бочках, автомобильных и железнодорожных цистернах.

Потребительские и функциональные свойства крема "Экорт" соответствуют отечественным и зарубежным аналогам — "Орто", "Спалва", "Шевро-2", "Вилия", "Salamandra" и др., а себестоимость в 3—4 раз ниже.

Сравнительные характеристики

	"Экорт" паста	"Экорт" жидкий	"Эмолан" паста	"Шевро" паста	"Collofix" паста	"Сочи-М" жидкий
•Внешний вид	бесцветный	черный	бесцветный	коричневый	голубой	коричневый
•Цвет	отдушки	отдушки	растворителя	растворителя	растворителя	растворителя
•Запах						
•Содержание нелетучих, мас.%	30	18	30	24	39	18
•Блеск пленки, ед. ФБ-2	18	16	13	14	18	12
•Пыленакопление, мг/см^2	0,6	0,7	0,8	0,7	0,4	0,8
•Водостойкость, бал.	100	100	80	80	100	80
•pH водной вытяжки	8,4	8,2	8,6	8,5	—	—

Цвет пленки крема "Экорт" — от бесцветного до бежевого, коричневый, черный, бордовый.

КЛЕЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ "КМК"

Клей предназначен для склеивания и ремонта изделий из тяжелого, легкого и особо легкого бетона, кирпича, грунтоблоков; для шпатлевки и затирки вертикальных и горизонтальных швов, трещин и раковин в потолках, стенах, бетонных полах, лестничных маршах при ремонте квартир и изделий; для приклеивания керамической и цементно-песчаной плитки. Набирает прочность за 4—6 ч, необходимую для окраски или побелки стен и потолков.

Изготовляется на основе жидкого стекла, тонкодисперсных наполнителей, модификаторов и белитосодержащего отвердителя. Поставляется в виде двух упаковок, содержащих раздельно жидкий и порошкообразный компоненты. Приготовляется непосредственно перед употреблением, имеет консистенцию от жидкой до пастообразной, годен к использованию в течение 15—60 мин.

Клей "КМК" в 5—15 раз дешевле по стоимости эпоксидных, полиуретановых, латексных клеев.

Технические характеристики

•Прочность на сжатие, МПа	12—30
•Адгезия к бетону, МПа	2,5—3,5
•Морозостойкость, циклы	100—200
•Атмосферостойкость, циклы, не менее	100
•Водостойкость, не менее	0,95

Цвет клея — от серого до черного. Пигментированный клей имеет различные цвета.
Крем "Экорт" и клей "КМК" нетоксичны, пожаро-, взрыво- и экологически безопасны.

Предлагаются: научно-техническая документация, техническая помощь, поставка крема "Экорт" и клея "КМК".

Обращаться: 111524, Москва, ул.Плеханова, 7; тел. (095) 306-34-11, 176-75-05,
Топильский Г.В., Фролова Л.Н.

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я: 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

Оригинал-макет изготовлен в Стройиздате
с использованием настольной издательской системы на основе ПЭВМ

Корректор *Н.Я. Шатерникова*
Подписано в печать 19.03.97. Формат 60x88 1/8. Печать офсетная. Бумага книжно-журнальная.
Усл.печ.л. 4,00. Уч.-изд.л. 5,2. Заказ № 254

А д р е с р е д а к ц и и:
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

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ "ЖЕЛЕЗОБЕТОН"

(зарегистрирована в Минюсте России 9 июня 1993 г. № 1760)

П Р И Г Л А Ш Е Н И Е И П Р О Г Р А М М А

4-й КОНФЕРЕНЦИИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ "ЖЕЛЕЗОБЕТОН"

(21—22 мая 1997 г., Москва)

Спонсоры конференции:

ГНЦ РФ "Строительство"

НИИЖБ Минстроя России

ВНИИжелезобетон

Московский государственный строительный университет

Научный комитет:

ЗАЛЕСОВ А.С. — председатель
МАРКАРОВ Н.А.

Оргкомитет:

БРАСЛАВСКИЙ Б.М. — председатель
ВОЛКОВ Ю.С.
УСКОВ Н.Н.
ЗИКЕЕВ Л.Н.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УВАЖАЕМЫЙ КОЛЛЕГА!

21—22 мая 1997 г. состоится 4-я конференция Межрегиональной ассоциации "Железобетон", посвященная 100-летию со дня рождения А.А. Гвоздева. Конференция состоится по адресу: 109428, Москва, 2-я Институтская ул., 6, НИИЖБ.
Проезд: м. "Рязанский проспект", далее трол. 63, авт. 143, 169, 160, 29 до остановки "Институт бетона".
Заседания будут проходить в корпусе коррозии НИИЖБа, 4-й этаж, конференц-зал. Начало заседаний — 10 ч.
Регистрация — 21 мая 1997 г. с 9.00 ч.
Телефон для справок: **(095) 174-76-96.**
Гостиница и билеты (железнодорожные, авиационные) обеспечиваются самими участниками.
Регистрационный взнос за участие в конференции: индивидуальные члены — 20 (двадцать) тыс.руб., организации — 200 (двести) тыс.руб. Взносы можно направлять на расчетный счет Ассоциации или сдавать в период регистрации.

ПРОГРАММА

4-й КОНФЕРЕНЦИИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ АССОЦИАЦИИ "ЖЕЛЕЗОБЕТОН", ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.А. ГВОЗДЕВА

I. 100-летие со дня рождения А.А. Гвоздева
II. Теория железобетона и его нормирование
III. Железобетонные ограждающие конструкции

21 МАЯ 1997 г.

I. 100-ЛЕТИЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.А. ГВОЗДЕВА

ДОКЛАДЫ

1. Творческий путь А.А. Гвоздева — Г.К. Хайдуков (НИИЖБ)
2. Школа А.А. Гвоздева в железобетоне — К.В. Михайлов (НИИЖБ)
3. А.А. Гвоздев — основоположник метода предельного равновесия — А.М. Проценко (МГСУ)

II. ТЕОРИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И ЕГО НОРМИРОВАНИЕ

1. Механика железобетона — Н.И. Карпенко (НИИЖБ)
2. Деформационные методы расчета железобетонных конструкций — Е.А. Чистяков (НИИЖБ)
3. Энергетическая теория и механика разрушения железобетона — Е.А. Гузеев (НИИЖБ)
4. Каркасно-стержневая модель железобетона — Т.И. Баранова (ПензИСИ)
5. Логико-вероятностный метод расчета железобетонных конструкций — А.Я. Исайкин (ЯрПИ)
6. Сопротивление железобетона повторным и сейсмическим воздействиям — И.Т. Мирсаяпов (КазИСИ)
7. Сопротивление железобетона динамическим воздействиям — А.В. Забегаев (МГСУ)
8. Сопротивление железобетона климатическим воздействиям — А.Ф. Милованов (НИИЖБ)
9. Новые нормативные документы для железобетонных конструкций России — А.С. Залесов (НИИЖБ)
10. Новые нормативные документы для железобетонных конструкций Украины — Ю.А. Климов (НИИСК)
11. Новые нормативные документы для железобетонных конструкций Белоруссии — Т.М. Пецольд (БелПИ)
12. Особенности проекта Европейских норм по проектированию бетонных и железобетонных конструкций (Еврокод-2) — В.О. Алмазов (МГСУ)

22 МАЯ 1997 г.

III. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

1. Новые требования к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций — В.Г. Гагарин (Ин-т строительной физики)
2. Основные принципы формирования энергосберегающих конструктивных систем железобетонных зданий — А.С. Семченков (НИИЖБ, ИНРЕКОН)
3. Новый ГОСТ для стеновых панелей и блоков — Р.Л. Серых (НИИЖБ)
4. Новые ограждающие конструкции для жилых и гражданских зданий — Ю.Г. Граник (ЦНИИЭПжилища)
5. Ограждающие конструкции в монолитном строительстве — М.Е. Соколов (КБ по железобетону им. А.А. Якушева)
6. Железобетонные ограждающие конструкции в строительстве Московской области — В.Н. Волынский (Мособлгражданпроект)

Индекс 70050
ISSN 0005—9889 Бетон и железобетон. — 1997. № 2. 1—32

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru