ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

3

1995

1995, №3

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

РОССИЙСКО-ГЕРМАНСКОЕ СОВМЕСТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "МОСКОВСКАЯ ЯРМАРКА"

107113, Москва,
Сокольнический вал, 1
павильон № 4

тел. 268-07-09
телекс 412802
телефакс 268-08-91

ПЛАН ВЫСТАВОК НА 1995 ГОД
МОСКВА,
выставочный комплекс парка "Сокольники"

Евроэкспомагазин-95 **26.06.—30.06.95**
Международная выставка оборудования и мебели для оснащения Торговых Домов, офисов, банков, гостиниц, ресторанов и др. предприятий общественного обслуживания различного назначения

Интерполитех-95 **26.06—30.06.95**
Международная специализированная выставка технических средств борьбы с преступностью

Акваресурсы-95 **17.07.—21.07.95**
Международная выставка оборудования для рыболовства и рыбоводства, переработки рыбы и морепродуктов, упаковка, холодильное оборудование, транспортировка

Московская осенняя ярмарка **04.09—08.09-95**
Универсальная ярмарка оборудования, технологий, товаров народного потребления с международным участием

Ювелир- 95 **27.09.—04.10.95**
Московская международная ярмарка драгоценных металлов, драгоценных, полудрагоценных и поделочных камней, ювелирных изделий, часов, бижутерии; инструмент и оснастка для изготовления ювелирных изделий

Машиностроение-95 **16.10—20.10.95**
Металлорежущие станки, кузнечно-прессовое оборудование, оборудование для литейного производства, деревообрабатывающее оборудование, техоснастка, режущий, измерительный, абразивный и алмазный инструмент, комплектующие изделия и материалы, системы управления и контроля, средства механизации и автоматизации, модернизация и ремонт оборудования

Энергопрогресс-95 **16.10—20.10.95**
Освоение первичных энергоносителей. Технология и оборудование для преобразования, распределения и использования энергии. Энергосберегающая и экономически чистая техника и технология. Альтернативные источники энергии

Полиграфбуммаш-95 **30.10.—04.11.95**
Международная выставка оборудования машин и оборудования для полиграфической и бумажной промышленности

Этикетка-95 **30.10—04.11.95**
Первая международная выставка материалов, машин, оборудования и технологий для изготовления этикеточной продукции и нанесения маркировочных знаков на упаковку

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

3 (474)

Июнь 1995

Издается с апреля 1955 г.

Учредители:
ВНИИжелезобетон, НИИЖБ, АК «Полимод»

СОДЕРЖАНИЕ

Бетоны

Звездов А.И., Мартиросов Г.М. Бетоны с компенсированной усадкой 2
Кириченко В.А. Оценка влияния режимов электропрогрева на физико-механические свойства полистиролбетонов 4
Сетков В.Ю., Шибанова И.С. Эксплуатационные свойства полимербетона на заполнителях с пониженной кислотостойкостью 6

Арматура и закладные детали

Шапиро И.С., Сиренко Л.И., Чакалев А.А., Серегин М.Д., Вишняков И.В. Совершенствование контактной сварки закладных деталей 8

В помощь проектировщику

Баранова Т.И., Скачков Ю.П., Трегуб А.Ю. Развитие методов расчета ростверков при однорядном расположении свай 10
Кормер Б.Г. Универсальная таблица для расчета внецентренно сжатых элементов 13

В помощь заводским лабораториям

Клибанов А.Л., Каган М.З. Методы контроля тонкодисперсных фракций песка 15

Теория

Кожевников В.М. Расчет поперечных сечений при моделировании на ЭВМ действия кратковременной динамической нагрузки 17

Использование промышленных отходов

Орловский Ю.И., Семченков А.С., Хоржевский В.И. Бетон и изделия на основе серосодержащих промышленных отходов 21

Стандарты и нормативные документы

Серых Р.Л., Залесов А.С. Новое в стандартизации бетона 25

Информация

Мамедов Т.И. XII Конгресс ФИП в Вашингтоне 27
Бондаренко В.М., Серых Р.Л., Римшин В.И. Силовое сопротивление материалов, конструкций и зданий 29
Шлыков А.А. 3-я Международная специализированная выставка-ярмарка "Стройтех-95" 30

Москва

Издательство
литературы
по строительству

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека

© Стройиздат, журнал "Бетон и железобетон", 1995

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.974.6

А.И. ЗВЕЗДОВ, Г.М. МАРТИРОСОВ, кандидаты техн.наук (НИИЖБ)

Бетоны с компенсированной усадкой

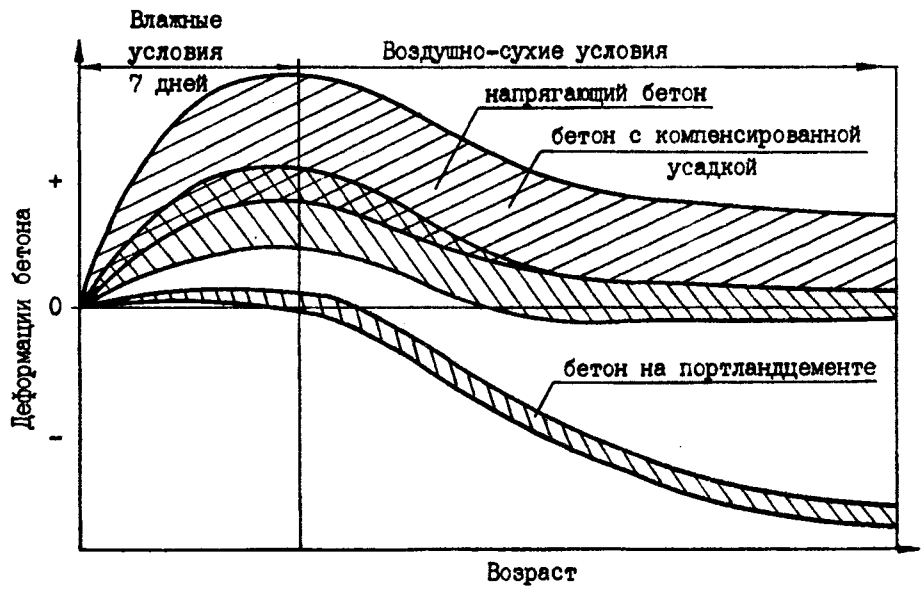
Современное развитие технологии бетона, как правило, связывают с разработкой и применением химических добавок (или модификаторов), которые призваны заметно улучшить какое-либо свойство или комплекс свойств бетона. В этом направлении работают немало организаций и известных ученых, достигнувших весьма впечатляющих результатов. Однако мы не вправе забывать, что еще более сорока лет назад, когда только начинали применять на практике разработку отечественных ученых — напрягающий цемент (НЦ) [1], этот феномен среди вяжущих комплексно обеспечивал бетону в реальных условиях строительства высокий уровень технических характеристик, который и сегодня не всегда обеспечивается с помощью самых современных модификаторов.

Именно сочетание в бетоне на НЦ таких свойств, как повышенная прочность при растяжении, повышенная предельная деформативность, расширение при твердении и весьма высокая водо-, бензо- и газонепроницаемость, позволило найти и применить изящные и эффективные инженерные решения при возведении многих объектов, в том числе уникальных. Среди них искусственные конькобежные дорожки и поля, в силовой плите которых не допускаются швы и трещины при высокой степени армирования трубами хладоносителя (Медео в Алма-Ате, в Москве на стадионах "Динамо" и в Лужниках, в Киеве во Дворце спорта). В висячей оболочке покрытия шатрового типа диаметром 160 м (гараж на 500 автобусов в Киеве) необходимое предварительное напряжение было обеспечено замоноличиванием в определенной последовательности напрягающим бетоном радиальных и кольцевых швов между сборными панелями.

Применение этого бетона в полносборных конструкциях цилиндрических резервуаров различного назначения (водопроводные и канализационные насосные станции, емкости для хранения жидкостей, фильтры, отстойники и т.п.) позволило исключить навивку высокопрочной напрягаемой арматуры с последующим торкретированием по ней с целью защиты от коррозии. Разработан ряд интересных предположений для морских сооружений и железобетонного судостроения. Во всех этих случаях был использован эффект самонапряжения бетона (см. рисунок). Всего для строительства различных объектов было применено более 10 млн.т НЦ.

Многолетние научные исследования и большой опыт практического применения различных бетонов на НЦ показывают, что в целом ряде случаев нет необходимости стремиться к значительному их самонапряжению, а достаточно лишь нейтрализовать усадочные явления, связанные с твердением портландцемента и характером поровой структуры цементного камня. Этот эффект можно получить, применяя расширяющееся вяжущее, которое в процессе твердения увеличивается в объеме в достаточных пределах. В качестве такого вяжущего могут служить НЦ с малой энергией расширения или портландцемент со специальными расширяющими добавками (РД). Последние можно вводить как при помоле цементного клинкера на заводе, так и непосредственно в бетоносмеситель при приготовлении бетона.

Группа РД, известных в настоящее время, весьма обширна. Используются три основных их вида: алюминатно-сульфатные, алюминатно-оксидные, оксидные. Наиболее перспективны, на наш взгляд, добавки, которые обеспечивают



Характер собственных деформаций напрягающего бетона, бетона с компенсированной усадкой и бетона на портландцементе.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

образование эттрингита. Его кристаллы игольчатой формы создают в цементном камне особую систему замкнутых пор и в известной мере выполняют роль мелкодисперсного армирования. Это является базой для повышения прочностных и деформационных характеристик бетона и снижения его проницаемости для жидкостей и газов.

Бетоны, в которых расширяющееся вяжущее применяется не с целью получения самонапряжения, а для устранения последствий усадки и повышения физико-механических и эксплуатационных характеристик материала, называют бетонами с компенсированной усадкой. Этот термин в зарубежной практике стали использовать более двадцати лет назад [2], но в нашей стране он появился лишь в последние годы.

Бетоны с компенсированной усадкой на основе НЦ отличаются от напрягающих бетонов способом подбора состава. Для напрягающих бетонов его подбирают, в первую очередь, по требуемой величине самонапряжения, которая нормируется и учитывается при расчете конструкций. В результате такого подхода получается больший расход цемента, чем требуется для необходимой прочности бетона: 450—750 кг/м^3. Состав бетона с компенсированной усадкой подбирается по прочности, поэтому расход цемента получается на 10—15% меньше, чем был бы расход портландцемента той же активности, что НЦ. Очевидно, что в затвердевшем бетоне с компенсированной усадкой существенно меньше цементного камня, чем в напрягающем, и он заметно отличается от последнего физико-механическими характеристиками. Здесь же следует иметь в виду и разные условия твердения, которые предусмотрены для напрягающих бетонов и бетонов с компенсированной усадкой. Если для первого необходимо длительное твердение в условиях высокой влажности, то последний может изготавливаться по традиционной технологии без всякого ее изменения.

Важно отметить, что в бетонах с компенсированной усадкой за исключением самонапряжения сохраняются все преимущества напрягающих бетонов. Прежде всего это высокая прочность при растяжении, которая превышает этот показатель для других бетонов на 15—40%. Это позволяет в целом ряде случаев уменьшить конструктивное армирование конструкций, а нередко снизить и расход рабочей арматуры.

Вместе с тем бетоны с компенсированной усадкой имеют повышенные значения прочности при сжатии: для тяжелых бетонов — В20...В80, для легких бетонов — В15...В40. Характерно, что сочетание легкого заполнителя и расширяющегося вяжущего типа НЦ позволяет получать бетон такой прочности, которую невозможно обеспечить на других вяжущих той же активности. Это дает возможность заметно снижать объемную массу легких бетонов и повышать их термическое сопротивление при прочих равных условиях.

Бетонам с компенсированной усадкой свойственна повышенная предельная деформативность при сжатии (на 12—15%) и при растяжении (на 18—20%) по сравнению с обычным бетоном и более высокая верхняя граница зоны упругой работы — (0,5—0,6)$R_{пр}$. Для напрягающих бетонов характерен пониженный модуль деформаций, что связано с большим количеством в нем цементного камня. Бетоны с компенсированной усадкой имеют такой же модуль деформаций, что и обычные бетоны на портландцементе.

Важной характеристикой любого бетона является его проницаемость, которая определяется поровой структурой цементного камня. Сравнительный анализ поровой структуры показал, что бетоны с компенсированной усадкой отличаются пониженным содержанием открытых капиллярных пор (на 20—25% меньше, чем в бетонах на ПЦ), характерным перераспределением пор в цементном камне, подвергнутом ТВО, в сторону увеличения переходных микропор за счет уменьшения некапиллярных пор, чего не наблюдается в обычных бетонах. Именно иной характер пористости бетонов с компенсированной усадкой так же, как и напрягающих бетонов, приводит к повышению их водо-, газо- и бензонепроницаемости.

Установлено, что в бетонах с компенсированной усадкой на тяжелых и легких заполнителях водонепроницаемость, определенная по методике действующего стандарта, характеризуется маркой *W*12 и выше.

Долговечность железобетонных конструкций в климатических условиях России в значительной степени определяется морозостойкостью бетона. Результаты многочисленных экспериментов свидетельствуют, что бетоны с компенсированной усадкой на рядовых заполнителях обладают высокой морозостойкостью, которая характеризуется, как правило, марками *F*300—*F*400.

Отмеченные свойства бетонов с компенсированной усадкой обоснованно позволяют отнести их к разряду универсальных для широкого назначения. Они применяются для возведения монолитных конструкций, изготовления сборных изделий и при выполнении ремонтно-восстановительных работ. Последние составляют особую область строительства. Здесь необходимо обеспечить надежное сцепление старого и нового (ремонтного) бетонов. Усадка ремонтных составов на портландцементе вызывает в зоне контакта нового бетона со старым значительные сдвигающие напряжения. При этом даже если удается избежать немедленного образования трещин, растягивающие напряжения в наружном слое ремонтного покрытия близки к предельным. Естественно, что в таком состоянии бетон вряд ли может служить надежной гарантией длительной эксплуатации отремонтированного объекта.

Результаты проведенных в НИИЖБе исследований показывают [3], что использование бетонов с компенсированной усадкой в производстве сборного железобетона весьма эффективно. Для сопоставления исследовались тяжелые бетоны классов В15—В30 с компенсированной усадкой на портландцементе и

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

на шлакопортландцементе. Установлено, что для получения равнопрочных бетонов в условиях ТВО, в зависимости от подвижности смеси и требуемой прочности, цемента для бетона с компенсированной усадкой требуется на 55...110 кг/м^3 меньше, чем ПЦ. Наибольший эффект может быть получен при производстве изделий, к которым предъявляются особые требования по морозостойкости и (или) водонепроницаемости, поскольку по этим качествам бетоны с компенсированной усадкой значительно превосходят бетоны на ПЦ и на ШПЦ. Экономия вяжущего в этом случае достигала 135 кг/м^3.

Для применения в предварительно напряженных конструкциях нами были определены параметры ползучести и усадки бетонов с компенсированной усадкой [4], что особенно важно для бетонов, расширяющихся в процессе твердения. Ползучесть, усадка и связанные с ними потери предварительного напряжения определялись как в бетонных образцах на специальных пружинных установках, так и в большеразмерных натурных элементах с преднапряженной арматурой.

Установлено, что компенсация усадки происходит не только вследствие деформации бетона противоположного знака в период его расширения, но и за счет возникновения определенного самонапряжения, компенсирующего последующую усадку в период эксплуатации. Это позволяет при расчете конструкций не учитывать потери предварительного напряжения арматуры от усадки бетона.

Результаты этих и других исследований позволяют считать целесообразным применение бетонов с компенсированной усадкой для изготовления предварительно напряженных изгибаемых конструкций как ординарных (например, многопустотные панели), так и тех, к которым предъявляются требования по водонепроницаемости, повышенной стойкости к атмосферным и другим агрессивным воздействиям (элементы беспокровных крыш, плиты балконов и лоджий, дорожные плиты и т.п.). Весьма эффективно используются бетоны с компенсированной усадкой в подземных, емкостных, ограждающих конструкциях, полах, покрытиях — везде, где требуется обеспечить трещиностойкость и водонепроницаемость, защиту среды обитания человека и природы от агрессивных воздействий, включая радиоактивное излучение.

В зарубежном строительстве бетоны с компенсированной усадкой также находят все более широкое применение. Накоплен значительный практический опыт, что позволило Американскому институту бетона издать в 1993 г. Рекомендации по областям применения бетонов с компенсированной усадкой [5].

Очевидно, бетоны с компенсированной усадкой могут найти самое широкое применение в современном строительстве, а в будущем — в состоянии полностью заменить усадочные бетоны.

Библиографический список

1. Михайлов В.В., Литвер С.Л., Попов А.Н. Способ получения трехкомпонентного расширяющегося цемента. Патент N 107996 СССР. Б.И. 1957, № 9.

2. Pfeifer, Donald W., 1973, "Shrinkage-Compensating Concrete in Walls", Klein Symposium on Expansive Cement Concrete, SP-38, American Concrete Institute, Detroit, pp. 165—191.

3. Мартиросов Г.М., Ницун В.И. Эффективность применения НЦ-10 в производстве сборного железобетона //Бетон и железобетон. — 1989. — № 11.

4. Звездов А.И., Сорокин А.Б., Матюнина И.А. Высокоэффективные бетоны на основе НЦ для предварительно напряженных конструкций нового поколения //Современная ресурсосберегающая технология на предприятиях сборного железобетона — М.: ЦРДЗ, 1992. — С. 75—80.

5. Standart Practice for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete. ACI 223-93/American Concrete Institute. — Detroit, 1993.

УДК 666.97.035.51

В.А. КИРИЧЕНКО, инж. (Краснодарский политехнический ин-т)

Оценка влияния режимов электропрогрева на физико-механические свойства полистиролбетонов

Для получения высоких теплоизоляционных показателей однослойных панелей ограждающих конструкций обычно применяются керамзитобетоны или ячеистые бетоны с различной объемной плотностью. В трехслойных стеновых панелях часто используют жесткие плиты из пенопласта на основе резольных фенолформальдегидных смол, фибролитовых на портландцементе, жестких плит из полистирольного пенопласта марки ПСВ или ПСБ-С.

Несмотря на хорошие теплоизоляционные показатели, эксплуатация таких конструкций затрудняется из-за большой разницы в температурных деформациях ограждающих слоев и внутреннего теплоизоляционного, в результате чего происходит отделение слоев. С целью получения хороших теплоизоляционных показателей и близких деформативных характеристик целесообразно создание трехслойных ограждающих конструкций с внутренним

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

слоем из легкого бетона на заполнителе из вспененного полистирола при объемной плотности, не превышающей 400 кг/м^3.

Для ускорения твердения изделий со столь высокоэффективным теплоизолятором в центре панели следует особо тщательно подойти к вопросу тепловой обработки. Традиционная паровая обработка для таких конструкций является не лучшим вариантом, так как температура прогрева должна ограничиваться 70°С из-за опасности оплавления вспененного полистирола. Скорость прогрева ограничивается двумя факторами: первый — это возможные температурные деформации при большой скорости прогрева; второй — излишний подвод тепла на прогрев внутреннего слоя из-за высоких теплоизоляционных свойств полистиролбетона. С учетом вышеперечисленных факторов, были разработаны и апробированы режимы форсированного электропрогрева внутреннего слоя из полистиролбетона.

Поскольку средний теплоизоляционный слой находится в плотной упаковке между слоями керамзитобетона, эксперименты проводились в жесткой форме закрытого типа, две грани которой являлись электродами, а остальные диэлектриками. В верхней части формы имелось отверстие для пропуска хромель-копелевой термопары, с помощью которой замерялись температуры и контролировался режим прогрева. Для ступенчатых режимов установка имела ручной выключатель и потенциометр постоянного тока ПП-63 для контроля температуры.

Ток и напряжение фиксировались амперметром и вольтметром. Для плавных режимов установка управлялась электронным автоматическим потенциометром.

Для контроля физико-механических свойств бетона из того же замеса изготовлялись образцы, которые твердели в естественных условиях. Критерием для сравнения показателей принималась прочность на сжатие стандартных кубиков. Состав смеси по объему — цемент:керамзитовый песок:вспененный полистирол 1:1,17:5,55. Применялись быстротвердеющий портландцемент М500 Новороссийского завода "Пролетарий", песок керамзитовый с γ = 700 кг/м^3, вспененный полистирол марки ПСБ с насыпной плотностью 30 кг/м^3. Дополнительно вводился невспененный бисерный полистирол и суперпластификатор С-3. Режимы ступенчатого подъема задавались от 50 до 200 В с градацией в 10, 20 и 40 В. Обеспечивался плавный подъем температуры, но этого оказалось недостаточно для вспенивания бисерного полистирола.

Наиболее целесообразным оказался форсированный электропрогрев (электроразогрев) со скоростью подъема температуры порядка 1620° С/ч. При таком нарастании температура 82...85°С достигается за 3 мин, бисерный полистирол активно вспенивается, уплотняя структуру формирующегося бетона с активным вытеснением воды. Структура полученных образцов, не подвергаемых виброуплотнению, характеризуется равномерным распределением гранул заполнителя по объему. Грани образцов, прилегающих к стенкам формы, являющихся электродами, имеют борозды, полученные при вытеснении воды во время подъема температуры.

Прочность образцов на сжатие в суточном возрасте составила: для образцов естественного твердения 0,42 МПа, для прогретых образцов 0,80 МПа, при времени прогрева 1 ч. Сопротивление переменному току снижалось до 8-й мин, после чего вновь начинало расти. Это показывает, что конец схватывания наступает именно к этому времени. Далее идет набор прочности.

Дальнейшее улучшение физико-механических свойств следует искать в комбинировании методов электропрогрева и виброуплотнения в сочетании с уменьшением теплопотерь форм изделия. Увеличение длительности электропрогрева большого выигрыша по прочности не дает. Водоцементное отношение прямо не отражает электропроводящих свойств бетонной смеси. Эксперименты показали, что основное влияние оказывает вид применяемого песка. Так, для состава на дробленом керамзитовом песке при В/Ц = 0,65 сопротивление оказалось больше, чем у состава на недробленном керамзитовом песке с В/Ц = 0,5. Здесь сказались гидрофобные свойства песка. По-видимому, поры керамзитового песка, насыщаясь влагой, закрываются частицами цемента и уже не могут отдавать влагу, поэтому защемленная вода не влияет на электропроводные свойства бетона.

Таким образом, можно выделить главное направление при режимах электропрогрева пенополистиролбетона: это небольшой срок теплового воздействия (в пределах 1 ч) с дальнейшей термосной выдержкой без подвода тепла. Целесообразно применять жесткие бетонные смеси с целью уменьшения водоотделения во время прогрева. Вероятно, можно получать хорошие результаты и на подвижных смесях, но здесь необходимо разрабатывать методы виброуплотнения в сочетании с электропрогревом. Подсчеты энергозатрат говорят о том, что паровая технология оказывается в 4—5 раз дороже электропрогрева.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.974

В.Ю. СЕТКОВ, И.С. ШИБАНОВА, кандидаты техн.наук (Норильский индустриальный ин-т)

Эксплуатационные свойства полимербетона на заполнителях с пониженной кислотостойкостью

При изготовлении полимербетона как химически стойкого материала к наполнителю и заполнителю предъявляются требования кислотостойкости не ниже 97—98%*. Увеличение объемов применения полимербетона сдерживается дефицитом строительных материалов, отвечающих данным требованиям. С целью расширения области использования полимербетона был проведен комплекс исследований, включающий испытания образцов и конструкций, изготовленных на основе смолы ФАМ с использованием сырьевых материалов Норильского промышленного района.

В таблице приведены данные по химическому составу и кислотостойкости местных строительных материалов. Анализ показывает, что не только шлак никелевого завода и песок обогатительной фабрики, но и габбродолериты не отвечают требованиям по кислотостойкости.

Материал	Содержание окислов, %							Кислотостойкость, %
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	SO_3	прочие	
Габбродолериты (габбродиабазы)	47,2	15,3	11,7	11,5	10,3	1,0	3,0	89–95
Песок обогатительной фабрики	46,0	14,0	13,0	11,5	8,5	1,1	5,9	82–84
Шлак никелевого завода (граншлак)	31,5	4,0	61,0	0,5	2,0	1,0	0,0	77–78
Отходы шамотного кирпича	62,1	32,2	2,2	1,0	2,0	0,2	0,3	94–95
Отходы динасового кирпича	95,5	1,5	2,0	0,0	1,0	0,0	0,0	96–97
Кварцевый песок	98,6	1,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	96–98
Андезитовая мука (ТУ-6-12-101-77	63,4	17,7	4,7	3,0	2,8	0,3	8,1	95–97

Для определения соотношения рудных и карбонатных включений в габбровые породы был проведен петрографический анализ пород. Он показал, что вероятность использования в качестве заполнителя габбродолерита или габбродиабаза без примесей весьма мала и не превышает 2%. Наиболее вероятно (83%) применение габбродолерита, содержащего 3,5% карбонатных пород и 1,5% руд. Средняя кислотостойкость габбродолерита, содержащего включения указанных пород, равна 91%. Отмеченное обстоятельство учитывалось при подборе составов и изучении свойств полимербетонов на местных заполнителях.

При проведении исследований конгломератную систему полимербетона создавали в две стадии. Вначале смешивали наполнитель с полимерным связующим и получали мастику, а затем вводили крупный заполнитель. Первый этап подбора состава полимербетонов заключался в определении оптимального соотношения наполнителя и связующего. В качестве первого использовали габбродолеритовую, андезитовую и динасовую муку. Мастику приготовляли при соотношениях (по массе) полимера ФАМ к наполнителю 1:3; 1:2,5; 1:2; 1:1.5; 1:1 при 30%-ном (от массы полимера) расходе БСК.

Смесь укладывали в формы-балочки размером 40x40x160 мм, уплотняли и подвергали термической обработке по режиму 2+16+4 ч при температуре прогрева 80°С. Установлено, что зависимость прочности мастики при изгибе и сжатии от соотношения полимера и наполнителя имеет экспоненциальный характер. Оптимальным для всех составов следует считать это соотношение в диапазоне от 1:1,5 до 1:1. При данных соотношениях прочность при сжатии мастики на динасовой муке равна 79—82 МПа, при изгибе 24—25 МПа. Соответственно прочность мастик на габбродолеритовой и андезитовой муке равна 49—61 и 20—23 МПа.

Второй этап подбора состава включал поиск оптимального соотношения мастики, крупного и мелкого заполнителей. Щебень изготовляли путем дробления габбродолеритов и отходов огнеупорных изделий — динасового кирпича. Использовали щебень фракции 20—10 и 10—5 мм. В качестве мелкого заполнителя применяли габбродолеритовые и кирпичные отсевы и привозной кварцевый песок с модулем крупности 2—2,5. Оптимальное соотношение мелкого и крупного заполнителей определяли экспериментально на образцах-кубах размером 10x10x10 см.

На рис. 1 приведены зависимости прочности при сжатии полимербетона от расхода связующего. Для полимербетона на габбро-кварцевом заполнителе эта зависимость может быть аппроксимирована функцией

$$R = 110\exp(-4{,}1/Q), \qquad (1)$$

где R — прочность полимербетона при сжатии, МПа; Q — расход полимера ФАМ, % по

*СН 525-80. Инструкция по технологии приготовления полимербетонов и изделий из них. — М.: Стройиздат, 1981. — 23 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

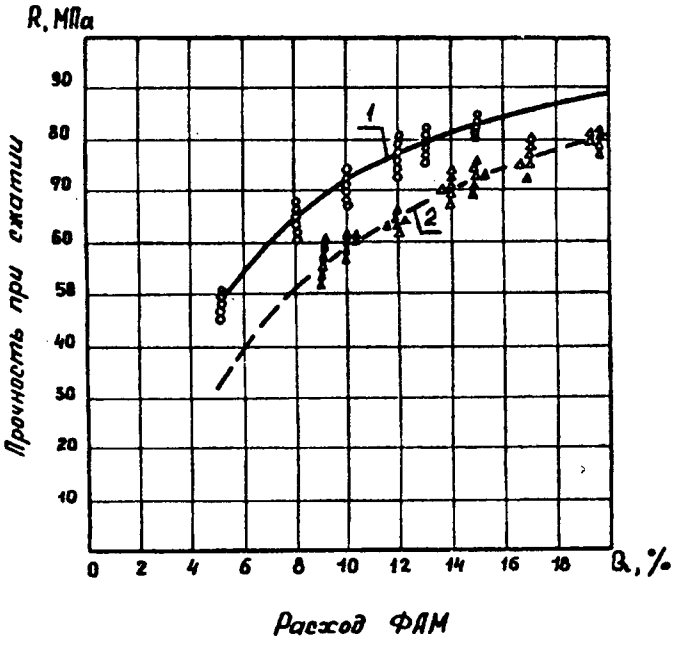


Рис. 1. Зависимости прочности полимербетона при сжатии от расхода связующего
1 — заполнитель габбродолерит, кварцевый песок; *2* — то же, дробленый динасовый кирпич

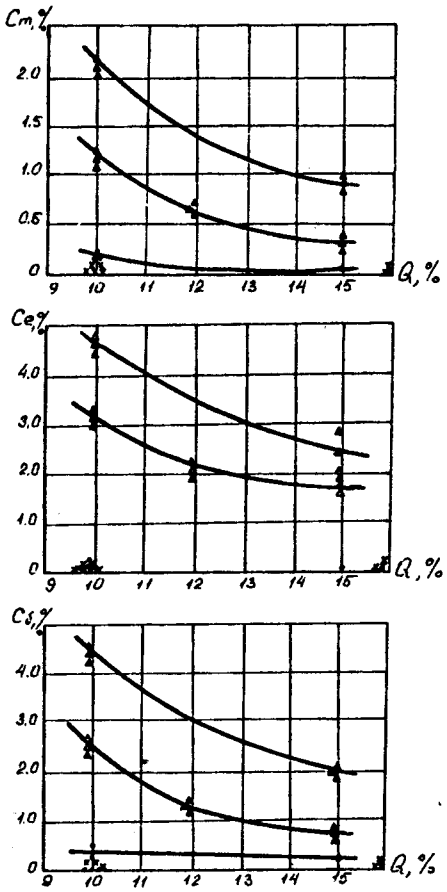


Рис. 2. Влияние расхода связующего на показатели химической стойкости полимербетона
x — примеси в щебне отсутствуют; • — содержание примесей 5%; Δ — содержание примесей 10%; ▲ — содержание примесей 20%

массе; 110 и 4,1 — эмпирические коэффициенты, определенные по методу наименьших квадратов. Соответственно для полимербетона на динасе функция имеет вид

$$R = 110\exp(-6/Q). \qquad (2)$$

Анализируя формулы (1), (2) и рис. 1, можно сделать вывод, что для полимербетона на габбро-кварцевом заполнителе оптимальным является расход связующего 10%, для полимербетона на динасовом заполнителе — 13%. Указанные объемы связующего обеспечивают прочность в среднем 73 и 69,5 МПа при коэффициенте вариации 4,5%.

Для оценки кислотостойкости полимербетона на габбродолеритовом заполнителе, имеющем карбонатные и рудные включения, испытывались образцы-кубы 15 составов по 18 образцов каждого. Уплотнение бетонной смеси проводилось на виброплощадке. Режим термообработки 4+16+4 ч. Три контрольных образца были испытаны через 28 сут, вторые три — на 360 сут. Остальные образцы были помещены в емкости с 30%-ным раствором серной кислоты. Результаты испытаний образцов в кислой среде в течение 360 сут представлены на рис. 2.

Оценивались (в %) потеря массы образцов Cm, потеря прочности Ce, потеря скорости прохождения ультразвуковой волны Cv. Видно, что полимербетон на динасовом заполнителе и габбродолеритовом щебне без примесей в течение 360 сут пребывания в растворе не изменил свои физико-механические свойства и имеет кислотостойкость, равную 100%. Физико-механические свойства полимербетона на габбродолерите с 5% примесей карбонатных и рудных пород изменились весьма незначительно. При расходе ФАМ 15% потери по массе, прочности и скорости прохождения звуковой волны находятся в пределах точности измерений. Это подтверждает возможность использования заполнителей с пониженной кислотостойкостью для получения полимербетона на основе ФАМ.

Результаты исследований позволили рекомендовать к промышленному применению на предприятиях Норильского горно-металлургического комбината изделия из полимербетона на габбродолерите с засоренностью карбонатными и рудными породами до 5%. Для выполнения расчетно-проектных работ рекомендуется использовать полимербетон со следующими физико-механическими характеристиками: средняя плотность — 2300 кг/м^3; модуль упругости — $2\cdot10^4$ МПа; прочность при сжатии — 70 МПа; прочность при растяжении — 6 МПа; водопоглощение — 0,15%; морозостойкость — 300.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.81

И.С. ШАПИРО, канд.техн. наук (НИИЖБ); Л.И. СИРЕНКО, инж., А.А. ЧАКАЛЕВ, д-р техн.наук, проф., М.Д. СЕРЕГИН, И.В. ВИШНЯКОВ, кандидаты техн. наук (МГАТУ)

Совершенствование контактной сварки закладных деталей

Объем производства сварных закладных деталей железобетонных конструкций, реализуемый предприятиями стройиндустрии, составляет около 1 млрд. шт. в год, что соответствует потреблению сотен тысяч тонн листового и профильного металлопроката. В связи с этим вопросы повышения производительности и снижения металлоемкости изготовления закладных деталей имеют особую актуальность.

К сожалению, такой высокопроизводительный технологический процесс, как контактная сварка, широко используемая для производства сварных арматурных сеток и каркасов, не получил должного объема применения при изготовлении сварных закладных деталей [1]. Данное обетоятельство связано с необходимостью предварительного формирования на плоском элементе закладной детали рельефа [2], для чего требуется оборудование с мощным силовым приводом (прессы), а также специальная оснастка (штампы). Это оправдывает выштамповку рельефа только при большой массовости производства однотипных закладных деталей.

Однако даже при условии ее реализации контактная рельефная сварка характеризуется отсутствием стабильности прочностных показателей сварного соединения [3], которая определяется физической природой этого процесса. Обычно это контактная сварка сопротивлением, при которой отсутствует оплавление поверхностей контакта арматуры с пластиной, что, в свою очередь, приводит к наличию в металле стыка нерасплавленных оксидных пленок, находящихся до сварки на контактируемых участках металла. Следствием этого является снижение прочности и пластичности сварного соединения и прилегающей к нему зоны. Следует отметить, что применение контактной рельефной сварки для приварки втавр анкеров закладных деталей всего лишь на нескольких предприятиях обусловлено неудовлетворительным формированием сварного соединения из-за возможности смещения в процессе сварки привариваемого конца анкера по боковой поверхности рельефа.

Вышеуказанные ограничения и недостатки, свойственные контактной сварке закладных деталей по рельефу, обусловливают неоправданно высокие объемы выполнения сварочных работ на большинстве предприятий стройиндустрии при изготовлении закладных деталей, выполняемых с помощью ручной дуговой либо полуавтоматической сварки в среде углекислого газа. Сопоставление различных способов сварки закладных деталей для наиболее массового диаметра анкеров закладных деталей, равного 10 мм, приведено в таблице по их производительности.

Тип сварного соединения	Количество анкеров закладных деталей, привариваемых за смену, шт.		
	дуговая под флюсом	ручная дуговая штучными электродами	контактная рельефная
Тавровое	3400–3500	240–410	3000–3200
Нахлесточное	–	240–410	5800–6000

Полученные данные убедительно свидетельствуют, что контактная сварка является наиболее производительным технологическим процессом изготовления сварных закладных деталей. Однако расширение объема ее применения неизбежно связано с устранением ранее отмеченных недостатков процесса контактной сварки в существующей его форме, главными из которых являются устранение необходимости предварительной выштамповки рельефа и обеспечение повышения качества сварного соединения.

Предложенный и разработанный кафедрой сварки Московского авиационного технологического университета (МГАТУ) и НИИЖБом процесс обеспечивает формирование сварного соединения анкера с пластиной с помощью контактной сварки на одноточечных машинах типа МТ и МТП, широко используемых при арматурно-сварочных работах, и позволяет существенно расширить области применения данного способа сварки. Использование этого процесса сварки для формирования как таврового, так и нахлесточного сварного соединения без предварительной выштамповки рельефа, обеспечивает снижение до 30% себестоимости закладных деталей по сравнению с контактной рельефной сваркой. За счет уменьшения участка анкера, расположенного на пластине, на 8...15% сокращается также потребление арматуры, привариваемой внахлестку. Схемы формирования сварного соединения при контактной сварке по выштампованному рельефу и предложенным способом приведены на рис. 1.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

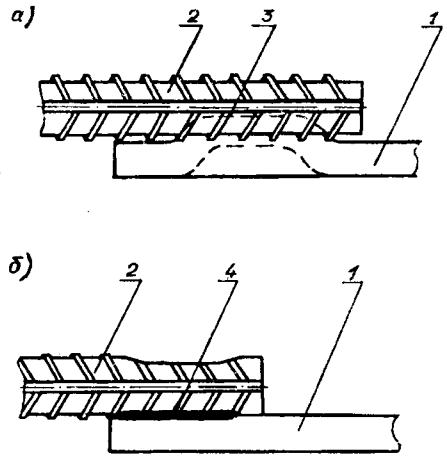


Рис. 1. Вид нахлесточного сварного соединения при выполнении контактной сварки по рельефу (*а*) и по предложенной схеме процесса (*б*)

1 — пластина закладной детали; *2* — приваренный анкер; *3* — рельеф на пластине; *4* — металл, находящийся во время сварки в жидком состоянии

Формирование сварного соединения, выполненного контактной сваркой, определяется нагревом деталей проходящим током и их пластической деформацией. Однако теплота от пластины в электроды отводится более интенсивно, и поэтому стержень нагревается сильнее, чем пластина. Данное обстоятельство усложняет получение сварного соединения анкера с пластиной с помощью контактной сварки [4]. Циклограммы процесса контактной рельефной сварки приведены на рис. 2.

Реализуемый в настоящее время процесс по схеме "сварка сопротивлением" выполняется, как правило, без расплавления металла в зоне формирования соединения. Максимально достигаемая при этом температура в контакте деталь—деталь ($T_{д-д}$) ниже температуры плавления ($T_{пл}$) металла (рис. 2, *а*) и составляет порядка 1000...1200°С. Кроме того, процесс сварки проводится при значительном начальном усилии ($F_{св}$).

При предложенной схеме процесса (рис. 2, *б*) начальное усилие $F'_{св}$ существенно ниже, что обусловливает уменьшение площади фактического электрического контакта между сопрягаемыми деталями. Это вызывает оплавление отдельных контактов и при дальнейшем протекании тока расплавление большей части поверхностей сопрягаемых деталей. При этом процесс выполняется на машинах для точечной сварки и происходит по схеме контактной стыковой сварки оплавлением. Образующийся жидкий металл должен быть вытеснен из зоны сварки в грат, что обеспечивает качественную очистку соединяемых поверхностей от различных окислов и включений. Для вытеснения в грат жидкой фазы после пропускания импульса тока необходимо резко увеличивать сдавливающее усилие до значения $F_к$ (рис. 2, *б*).

Разработанный процесс обеспечивает формирование как нахлесточного, так и таврового сварного соединения плоского металлопроката с отрезком арматуры. При этом прочностные показатели сварного соединения при использовании анкеров диаметром до 14...16 мм полностью отвечают соответствующим требованиям [3].

Для получения нахлесточного сварного соединения без предварительной выштамповки рельефа необходима модернизация (в соответствии с разработанными рекомендациями) блока управления машины для точечной сварки, что обеспечивает соответствующий термодеформационный цикл. Для таврового сварного соединения, кроме этого, необходимо оснащение машины специальным узлом, обеспечивающим фиксацию анкера в процессе сварки.

Модернизация машин для точечной сварки, используемых арматурными цехами заводов ЖБИ, с целью обеспечения возможности их применения для контактной сварки закладных деталей без предварительной выштамповки рельефа может быть выполнена силами предприятий стройиндустрии.

Использование предложенного процесса для получения нахлесточных сварных соединений взамен ранее применяемой ручной дуговой сварки практически на порядок повышает производительность сварочных работ, в 2...3 раза снижает расход электроэнергии, а также исключает применение штучных электродов, потребление которых при ручной сварке в домостроении составляет 50...90 кг на 1 т закладных деталей.

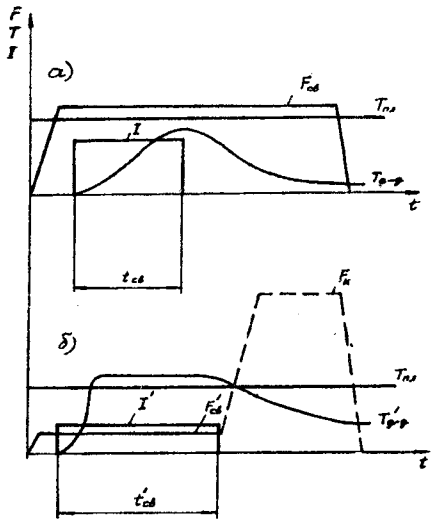


Рис. 2. Циклограммы процесса контактной сварки закладных деталей, реализуемые для нахлесточного сварного соединения, при наличии рельефа (*а*) — схема "сварка сопротивлением" и при предложенном процессе (*б*) — "сварка оплавлением"

$F_{св}$, $F'_{св}$ — сварочное усилие; $F_к$ — ковочное усилие; $T_{пл}$ — температура плавления; $T_{д-д}$, $T'_{д-д}$ — температура в контакте деталь—деталь; I, I' — сварочный ток; $t_{св}$, $t'_{св}$ — время сварки

Сравнительное сопоставление в производственных условиях производительности сварочных работ при изготовлении закладных деталей как с выштампованным рельефом, так и при его отсутствии, показало практическую идентичность вышеуказанных показателей.

При выполнении контактной сварки без предварительной выштамповки рельефа толщину плоского элемента закладной детали следует выбирать исходя из соотношения $S/d_н$, где S — толщина плоского элемента, $d_н$ — диаметр анкера закладной детали, установленного для контактной рельефной сварки [2].

Выводы

Разработан способ контактной сварки закладных деталей, не требующий предварительной выштамповки рельефа на плоском элементе. Процесс можно осуществлять с помощью серий-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

но выпускаемого оборудования для точечной сварки.

Использование предложенного способа на предприятиях стройиндустрии при изготовлении сварных закладных деталей позволяет существенно повысить эффективность выполнения арматурно-сварочных работ.

Библиографический список

1. Шапиро И.С., Фридман А.М., Потапов А.Н. Снижение металлоемкости в сварных закладных изделиях при сварке под флюсом //Бетон и железобетон. — 1991. — № 3. — С. 8—9.

2. ГОСТ 14098—91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры.

3. ГОСТ 10922—90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.

4. Оборудование и технология контактной сварки /Под ред. Орлова Б.Д. — М.: Машиностроение, 1988. — 352 с.

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

УДК 624.154

Т.И. БАРАНОВА, д-р техн.наук, проф., чл.-корр. РААСН, Ю.П. СКАЧКОВ, канд.техн.наук, А.Ю. ТРЕГУБ, инж. (Пензенский государственный архитектурно-строительный ин-т)

Развитие методов расчета ростверков при однорядном расположении свай

В Пензенском ГАСИ реализуется комплексная программа исследований ростверковых конструкций. К ним авторы относят ленточные ростверки с однорядным, двухрядным и шахматным расположением свай, свайные фундаменты под колонны, опорные кольца бункеров и силосов на сваях-стойках, опоры-пилоны мостов и виадуков или их элементы, капители колонн и др. Название "ростверковые" возникло потому, что, как правило, этот вид конструкций связан с опорами-сваями или стойками, и собственно ростверки составляют большую часть конструкций этого класса. Все представители этого класса ростверковых конструкций являются тяжело нагруженными, расстояние между опорами принимается небольшим, величина соотношения высоты и длины элемента (a/h_0) составляет 0,25—1,5. Поэтому принцип их работы приблизительно схож с работой коротких балок и консолей.

Проблема расчета ростверковых конструкций очевидна, поскольку в нормативной литературе отсутствуют рекомендации по оценке их прочности. Причина заключается в том, что экспериментальные исследования в этой области крайне недостаточны и исчисляются единицами. В результате в практике проектирования используются балочная аналогия и эмпирические зависимости. При этом расчетные усилия, как правило, на порядок ниже опытных разрушающих усилий.

Известно, что короткие балки и консоли в нашей стране и за рубежом успешно рассчитываются на основе каркасно-стержневых моделей. Новый метод расчета коротких элементов в нашей стране разработан Пензенским ГАСИ совместно с НИИЖБом.

Предварительные исследования показали, что рассматриваемые ростверковые конструкции объединяет то, что их напряженно-деформированное состояние определяется концентрацией главных сжимающих напряжений в наклонные потоки и главных растягивающих напряжений — в горизонтальные потоки. Так же, как в коротких балках, указанная концентрация главных напряжений в ростверковых конструкциях может составлять основу расчетной модели. Однако в отличие от коротких балок и консолей расчетная модель ростверков носит объемный характер.

Начальной задачей комплексной программы являлось экспериментально-теоретическое исследование ростверков с однорядным расположением свай, построение расчетной модели и расчетных зависимостей. Выявленные особенности работы ростверков с однорядным расположением свай и обоснованная расчетная модель явились основой для построения пространственных моделей для расчета ростверков с двухрядным и шахматным расположением свай. В рамках данной статьи рассмотрены ростверки с однорядным расположением свай. В последующем будут публиковаться аналогичные материалы относительно ростверков с двухрядным и шахматным расположением свай.

В соответствии с программой проведены экспериментальные исследования фрагментов ростверков под кирпичные и крупноблочные стены при изменении шага свай (a/h_0 = 0,25—1,5), а также натурные эксперименты ростверков жилого дома с шагом свай, равным 1,35. Одновременно выполняли численный эксперимент. Напряженно-деформированное состояние ростверков

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

определяли методом конечных элементов по программе Лира.

По результатам испытаний произведена классификация трещин в бетоне и выявлены виды разрушений. Выделено три вида трещин: вертикальные трещины в растянутой зоне; серия наклонных прерывистых трещин в сжатом бетоне; наклонные трещины, выделяющие сжатые полосы бетона. Разрушение произошло по наклонной сжатой зоне бетона, расположенной над сваей-опорой (рис. 1). При увеличении шага свай от 0,25 до 1,5 разрушающее усилие уменьшается вдвое (рис. 4).

Установлено, что напряженно-деформированное состояние ростверков при малом значении шага свай ($a/h_0 \leqslant 0{,}5$) характеризуется отсутствием растягивающих напряжений у верхней грани ростверка в сечениях над сваями. Растягивающие напряжения возникают и растут при увеличении шага свай более 0,5. В отличие от балок соотношение длин опорной площадки-сваи к высоте ростверка составляет 0,6, т.е. в 2—3 раза больше, чем в балках.

Указанные особенности напряженного состояния определяют координацию траекторий главных сжимающих напряжений в ростверках. Траектории концентрируются в веерообразный поток, состоящий из наклонных и вертикальных траекторий (рис. 2). При малом шаге свай (с $a/h_0 \leqslant 0{,}5$) траектории главных сжимающих напряжений имеют $\int$-образный характер с вертикальными участками в верхней зоне ростверка над сваями (рис. 2, *а*). При увеличении шага свай вертикальный участок уменьшается, и траектории становятся наклонными линиями (рис. 2, *б*).

При построении расчетной модели ростверков с однорядным расположением свай (рис. 3) учитывались выявленные особенности их напряженно-деформированного состояния. Выделено три потока сжимающих напряжений над сваей и введены три ключевые точки.

Нижние ключевые точки расчетной модели располагаются на уровне оси нижней продольной арматуры на пересечении с

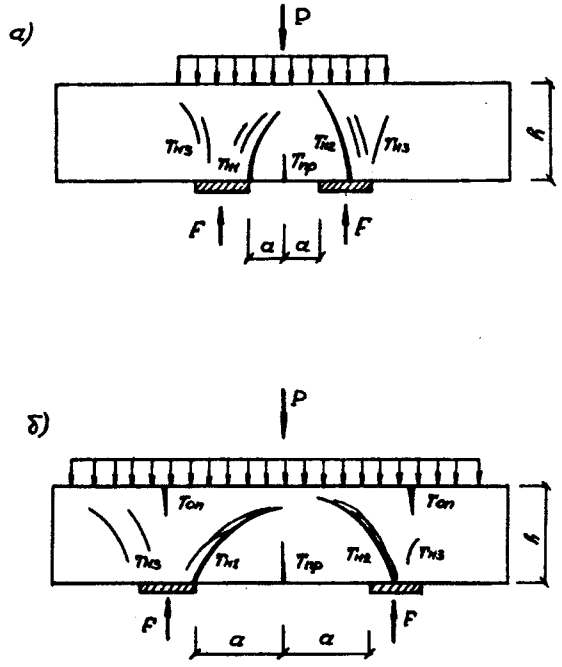


Рис. 1. Схема образования трещин и схема разрушения опытных образцов ростверков

а — при шаге свай ≤ 0,5; *б* — при шаге свай > 0,5; $T_{н1}$ — наклонные трещины у грани опоры-сваи; $T_{н2}$ — наклонные трещины в пределах опоры; $T_{н3}$ — наклонные трещины внутри наклонной сжатой полосы бетона; $T_{пр}$ — нормальные трещины в пролете; $T_{оп}$ — нормальные трещины на опоре

линиями равнодействующих сжимающих напряжений, соответствующих каждому вышеуказанному потоку. Верхние ключевые точки меняют свое положение по высоте ростверка (рис. 3, *а*), что учитывает наличие и отсутствие растянутой зоны над сваями. Граничным положением верхних ключевых точек является ось верхней продольной арматуры. Промежуточное положение верхних ключевых точек (расстояние *а*) определяется по эмпирической зависимости, разработанной авторами.

Таким образом, принцип построения расчетной модели согласуется с принципом построения модели для коротких балок. Расчетная модель ростверков состоит из наклонных сжатых полос бетона и растянутых арматурных поясов, располагающихся в нижней части ростверков при шаге свай с $a/h_0 \leqslant 0{,}5$; в верхней надопорной зоне и в нижней зоне ростверков при шаге $a/h_0 > 0{,}5$.

В экспериментальных фрагментах ростверков, которые рассматриваются в этой статье, преднамеренно исключалось разрушение по растянутой зоне путем увеличения количества продольной арматуры. Отличительной особенностью моделей ростверков является то, что размеры расчетных полос бетона

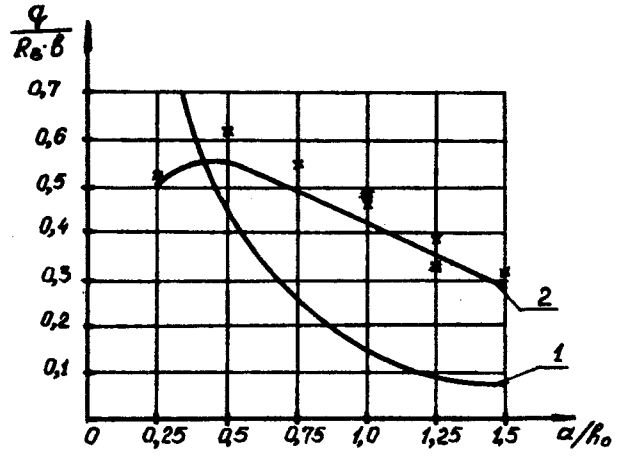


Рис. 4. Сопоставление методов расчета с результатами экспериментальных исследований

1 — метод расчета наклонных сечений по СНиП 2.03.01—84; *2* — предлагаемый метод расчета; * — результаты эксперимента

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

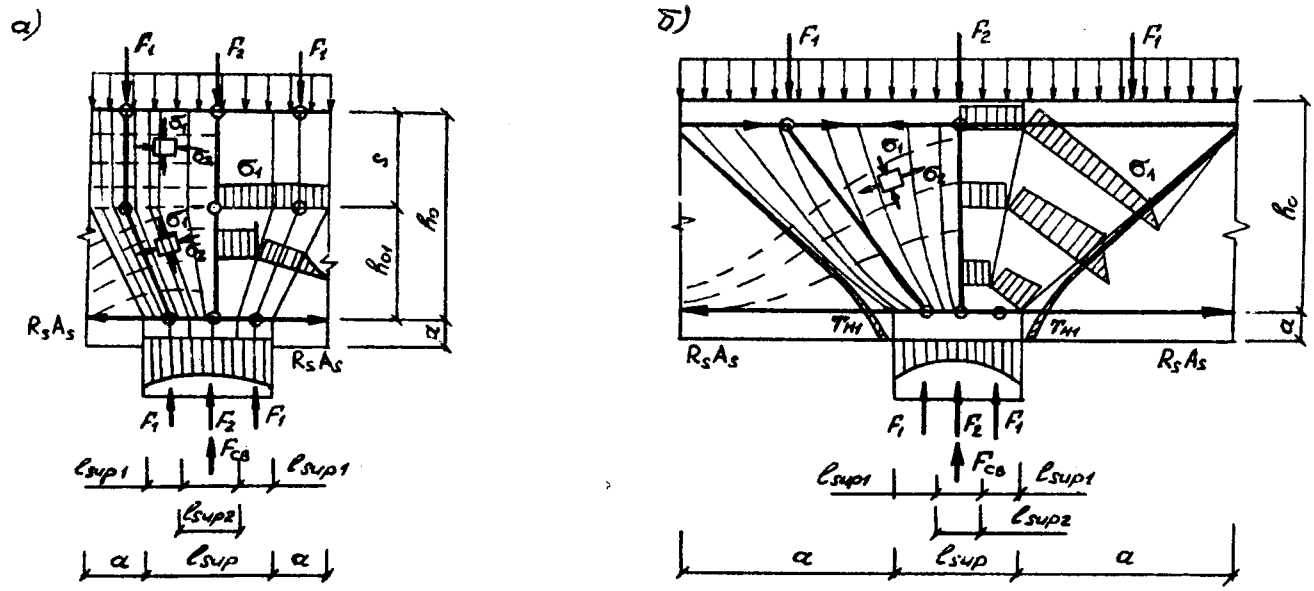


Рис. 2. Напряженно-деформированное состояние ростверков
а — при шаге свай ≤ 0,5; *б* — при шаге свай > 0,5

поверху определяются размерами площадок нагружения над сваей и в пролете; понизу — свая разделяется на три опорные площадки, размеры которых зависят от размеров верхних площадок, т.е. шага свай, по зависимости, разработанной авторами.

Другой особенностью является то, что с увеличением размеров сжатых полос в верхней части снижается сопротивление бетона сжатию и, наоборот, с уменьшением размеров сжатых полос в нижней части сопротивление бетона увеличивается. Возникает проблема определения расчетного сечения наклонных полос бетона.

В качестве расчетного сечения нами предлагается принимать сечение, расположенное в средней части длины сжатых полос. Размеры расчетного сечения определяются по зависимостям

$$l_{b1} = 0{,}5(l_{sup1} + a)\,\gamma\,l; \qquad (1)$$

$$l_{b2} = 0{,}5(l_{sup2} + l_{sup1} + 2l_{sup1}\sin\theta). \qquad (2)$$

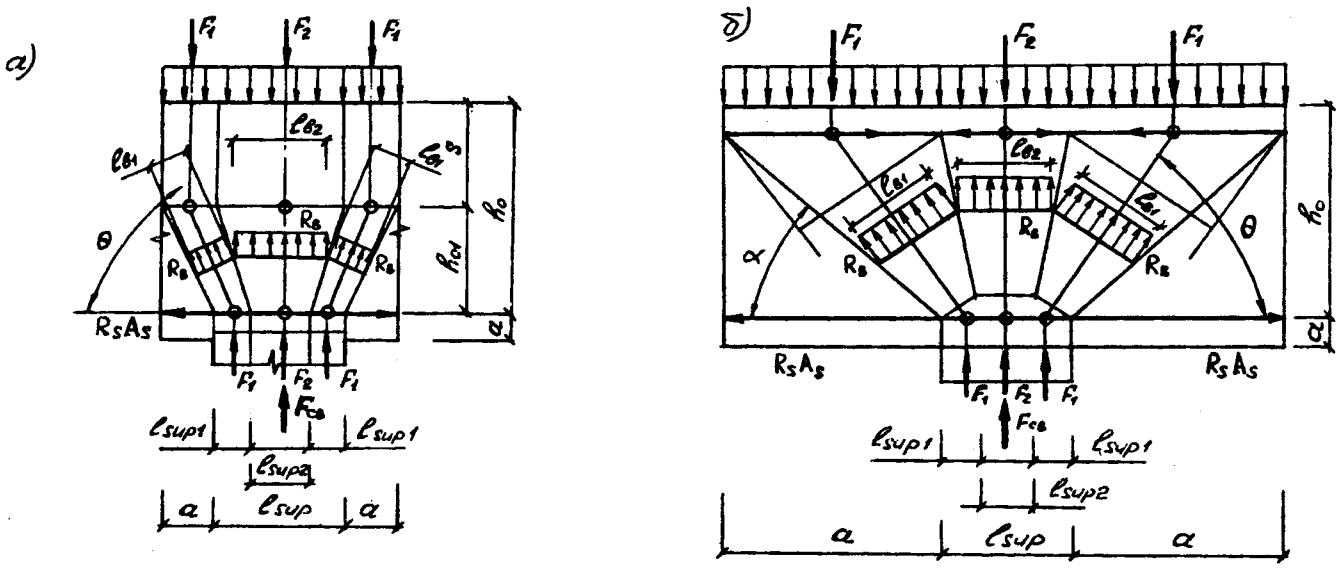


Рис. 3. Расчетная каркасно-стержневая модель ростверка
а — при шаге свай ≤ 0,5; *б* — при шаге свай > 0,5

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Неравномерное распределение главных сжимающих напряжений в расчетном сечении учитывается путем корректировки ширины расчетной полосы с помощью коэффициента l, который можно определить по формуле

$$\gamma_l = \sin \alpha / \cos(\theta - \alpha). \quad (3)$$

На основе приведенной расчетной модели в виде каркасно-стержневой системы предложены следующие расчетные зависимости:

$$F_{св} \leqslant 2F_{b1} + F_{b2}; \quad (4)$$

$$F_{b1} = \gamma \varphi_{bw} \varphi_{bl} \times$$

$$\times R_b b_b l_{b1} \sin \theta ; \quad (5)$$

$$F_{b2} = \gamma \varphi_{bw} \varphi_{bl} \times$$

$$\times R_b b_b l_{b2}. \quad (6)$$

Коэффициенты, входящие в расчетные зависимости (4—6), учитывают влияние бетона, окружающего расчетные полосы, и характер распределения сжимающих напряжений.

Моделирование физической работы ростверков с однорядным расположением свай и ленточной схемой нагружения позволяет определить расчетные усилия, которые в большей степени отражают действительную работу, хорошо согласуются с опытом, в значительной степени повышают расчетные усилия, определяемые по приближенным методам, которые используются при проектировании ростверков в настоящее время (рис. 4). Кроме того, предлагаемый метод расчета описывает выявленные схемы разрушений ростверков и учитывает закономерности изменения расчетных усилий в результате вариации основных факторов (шага свай и др.) и может быть использован в практике проектирования.

УДК 691.81

Б.Г. КОРМЕР, канд.техн. наук (ЦНИИпромзданий)

Универсальная таблица для расчета внецентренно сжатых элементов

В ЦНИИпромзданий на основе [1] разработаны практические методы экспертной экспресс-оценки несущей способности железобетонных строительных конструкций на стадии проектирования. Для проверки прочности нормальных сечений внецентренно сжатых элементов предложен способ, основанный на применении таблицы безразмерных коэффициентов несущей способности. Таблица составлена для элементов симметричного сечения с ненапрягаемой арматурой из мягких сталей (класса A-III и ниже), сосредоточенной у наиболее сжатой и у растянутой (или наименее сжатой) граней элемента, при расположении продольной силы в плоскости симметрии сечения. Приводимая таблица является универсальной и может применяться для расчета элементов различных форм сечений (прямоугольного, двутаврового, таврового, прямоугольного с вырезами и т.п.), при симметричной и несимметричной арматуре, различной толщине защитного слоя бетона, различных его видах и классах.

С помощью таблицы прочность внецентренно сжатых элементов проверяется по формуле

$$Ne \leqslant \alpha_{m1} R_в b h_0^2. \quad (1)$$

Здесь все обозначения приняты в соответствии с [1], [2].

Значения безразмерных коэффициентов несущей способ-

α_2 \ α_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,0	0,095	0,18	0,36	0,54	0,72	0,9
0,1	0,185	0,275	0,455	0,635	0,815	0,995
0,2	0,27	0,36	0,54	0,72	0,9	1,08
0,4	0,41	0,5	0,68	0,86	1,04	1,22
0,6	0,5/0,48	0,58/0,56	0,76/0,73	0,93/0,9	1,11/1,07	1,29/1,24
0,8	0,54	0,62/0,6	0,79/0,75	0,96/0,92	1,14/1,09	1,31/1,26
1,0	0,58	0,65	0,81/0,78	0,98/0,94	1,15/1,1	1,32/1,28
1,2	0,59	0,67	0,83	0,995/0,96	1,16/1,12	1,33/1,29
1,5			0,85	1,015	1,18/1,15	1,35/1,31
2,0				1,04	1,2	1,375
2,5					1,22	1,385
3,0						1,4

Примечание. Таблица приводится в сокращенном виде.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ности внецентренно сжатых элементов α_{m1} подбираются по таблице в зависимости от значений безразмерных параметров α_1 и α_2 (см. таблицу), вычисляемых по исходным данным. Для различных типов сечений и армирования эти безразмерные параметры определяются по различным формулам. Для основных случаев соответствующие формулы имеют вид:

а) прямоугольное сплошное сечение с симметричной арматурой:

$$\alpha_1 = \alpha_s, \alpha_2 = \alpha_n; \qquad (2)$$

б) прямоугольное сплошное сечение с несимметричной арматурой:

$$\alpha_1 = \alpha'_s, \alpha_2 = \alpha_n + \alpha_s - \alpha'_s; \qquad (3)$$

в) двутавровое сечение с симметричной арматурой при границе сжатой зоны бетона в ребре:

$$\alpha_1 = \alpha_s + \alpha_{0\nu}, \quad \alpha_2 = \alpha_n - \alpha_{0\nu}. \qquad (4)$$

Здесь: $\alpha_s = R_S A_S / R_B b h_0$, $\alpha_n = N / R_B b h_0$, $\alpha'_s = R_{SC} A'_S / R_B b h_0$, $\alpha_{0\nu} = (b'_f - b) h'_f / b h_0$. (5)

В формулах (2)...(5) все обозначения также соответствуют принятым в [1], [2]. Следует иметь в виду, что в формулах (5) для прямоугольного сечения должна приниматься его ширина, а для двутаврового — ширина ребра. Двутавровое сечение с симметричной арматурой при границе сжатой зоны бетона, проходящей в менее сжатой полке, в соответствии с [2] рассчитывается как прямоугольное сечение с вырезами. В этом случае следует применять формулы (4), (5) с заменой в числителе последнего выражения (5) площади свесов более сжатой полки на площадь вырезов со знаком "минус".

Применение различных исходных безразмерных параметров для подбора безразмерных коэффициентов несущей способности позволяет рассчитывать по формуле (1) прочность внецентренно сжатых элементов различных форм сечений и типов армирования с помощью одной универсальной таблицы. Формулы (2)...(5) получены в результате анализа и некоторых преобразований условий прочности внецентренно сжатых элементов и выражений для высоты сжатой зоны бетона, приводимых в [1], [2].

Приводимые в таблице единые значения безразмерных коэффициентов несущей способности элементов являются в общем случае приближенными. Это объясняется тем, что эти коэффициенты зависят от расчетных значений относительной высоты сжатой зоны бетона, и поэтому их точные значения могут быть несколько различными для разных видов и классов бетона. Однако изменчивость этих точных значений невелика и составляет всего 11% для тяжелого, легкого, поризованного и мелкозернистого (группы А) бетонов классов по прочности на сжатие от В12,5 до В60, т.е. практически для всех конструкционных бетонов. Это позволяет для всей указанной группы бетонов выполнять с помощью таблицы расчеты при наибольшей неточности около 5%; с целью обеспечения пятипроцентной неточности в ряде мест таблицы потребовалось привести двойные данные: перед чертой — для тяжелого бетона В45 и ниже легких бетонов В30 и ниже, после черты — для бетонов более высоких классов. Для тяжелых бетонов классов В30 и ниже и легких бетонов классов В12,5 и В15 неточность в большинстве случаев в запас, для более высоких классов — не в запас.

При уменьшении группы бетонов точность расчетов может быть повышена. Так, при исключении бетонов самых высоких и самых низких классов (тяжелых бетонов классов В60, В55 и В12,5, В15 и легких бетонов класса В40) наибольшая неточность уменьшается примерно до 3%. Для группы из весьма часто применяемых тяжелых бетонов классов В25, В30, В35 и легких бетонов с соответствующими параметрами (см.табл. 18, 19 в [2]) неточность, как правило, не превышает 1...2%.

Указанные наибольшие размеры неточности возможны в основном в случаях, соответствующих части таблицы с двойными данными. Для других частей таблицы неточность меньше, а в верхней части таблицы ($\alpha_2 \leqslant 0{,}4$), составляющей около 40%, приведены точные значения безразмерных коэффициентов несущей способности, так как при соответствующих исходных данных относительная высота сжатой зоны не зависит от вида и класса бетона.

Для составления таблицы необходимо задаться отношением к рабочей высоте сечения расстояний от центра тяжести арматуры, а также от середины толщины полки до ближайшей грани элемента. Для приводимой таблицы эти относительные размеры приняты одинаковыми и равными одной десятой. При отклонении указанных размеров от одной десятой в пределах 20...30% дополнительная неточность расчета составит не более 1...2%, при изменении в два раза — до 5...10%.

Точность может быть сохранена при соответствующей корректировке значений исходных безразмерных параметров. Так, для элементов прямоугольного сечения с симметричной и несимметричной арматурой вместо первого параметра следует принять

$$\alpha_{1к} = \alpha_1 [1 + (0{,}1 - \delta)/0{,}9], \qquad (6)$$

где α_1 — определяется по формулам (2), (3), (5); δ — относительное расстояние от центра тяжести арматуры до ближайшей грани элемента, отличное от одной десятой.

Для элементов двутаврового сечения корректируются значения обоих исходных безразмерных параметров [см. формулы (4), (5)]. Первая составляющая первого параметра α_s корректируется по формуле (6). Вторая составляющая обоих параметров — безразмерный коэффициент площади свесов полки $\alpha_{0\nu}$ — корректируется по формуле, получаемой из (6) с заменой первого параметра на

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

этот коэффициент площади свесов полки, определяемый по формуле (5); относительное расстояние от центра тяжести арматуры до ближайшей грани элемента δ — заменяется на соответственное относительное расстояние от середины толщины полки, отличное от одной десятой.

Следует сказать, что в [2] для приближенных расчетов внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения с симметричной арматурой приводятся графики несущей способности, в которых используются безразмерные коэффициенты изгибающих моментов. Изменчивость этих коэффициентов в среднем примерно в 1,5 раза больше, чем безразмерных коэффициентов несущей способности, а при больших нормальных силах приближается к 20%, что приводит к наибольшей неточности расчета около 10%.

Библиографический список

1. **СНиП 2.03.01-84*.** Бетонные и железобетонные конструкции. — М., 1989, с. 77.

2. **Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84).** — М., 1989, с. 193.

В ПОМОЩЬ ЗАВОДСКИМ ЛАБОРАТОРИЯМ

УДК 691.223

А.Л. КЛИБАНОВ, инж., М.З. КАГАН, канд.техн.наук (Очаковский завод ЖБК Мосметростроя)

Методы контроля тонкодисперсных фракций песка

В настоящее время задача обеспечения требуемого качества бетона — одна из первостепенных. Решение ее требует иного уровня подхода как к технологии производства бетонной смеси, так и к ее составляющим — цементу, песку, щебню и т.д. Среди второго уязвимым местом, с точки зрения обеспечения качества, на которое должным образом не обращается внимание, является песок (точнее, его тонкодисперсная составляющая — 0...0,14 мм). Эта фракция при стандартных испытаниях по отечественным нормативам не подлежит рассеиванию. В то же время проведенные нами эксперименты показали, что основная доля примесей (пылеватые, илистые и глинистые частицы), снижающих качество бетона, содержится именно в ней. Эти частицы определяют качество высокопрочного бетона, на чем мы и акцентируем здесь внимание.

Для получения высокопрочных бетонов содержание песчаной фракции (0,05...0,14 мм) допускается в пределах 3...5%, присутствие алевритовой (0,005...0,05 мм) и глинистой (менее 0,005 мм) не рекомендуется. Песчаная фракция содержит до 76...95% кварца, алевритовая — кварц и карбонаты, глинистая — гидрослюду и бентонитовую глину.

Существуют различные нормативные методики, позволяющие определить в песке частицы с размером менее 0,14 мм. Например, метод, изложенный в ГОСТ 8735—75, определяет процентное содержание в песке пылеватых, илистых и глинистых частиц, т.е. частиц с размером менее 0,05 мм. Метод DIN 4226 (экспресс-метод) позволяет за 1 ч определить наличие в песке "шламовых" частиц, т.е. частиц размером менее 0,14 мм (песчаные, алевритовые и глинистые).

В лаборатории Очаковского завода ЖБК Мосметростроя освоена методика, позволяющая определить содержание в песке частиц с размером 0...0,022 мм. Испытание проводили на приборе, применяющемся для оценки свойств литейного песка путем взбалтывания. Прибор представляет собой конструкцию, передающую вращение от электродвигателя к крестовинам со стеклянными банками, в которых производится одновременное взбалтывание четырех навесок песка с водой. На первом этапе происходит непрерывное механическое взбалтывание в течение 1 ч. Затем содержимое банок отстаивается в течение 10 мин, вода сливается до уровня 12 мм от поверхности осадка. Затем доливается вода и вручную интенсивно взмучивается, после чего содержимое отстаивается 10 мин, вода сливается, снова заливается и т.д. Цикл повторяется до тех пор, пока вода после 5 мин отстаивания не станет прозрачной. После этого осадок из банки переносится в фарфоровую чашку, где он высушивается при температуре 105—110°С. Средняя величина определяется по четырем частным показателям. Как правило, испытание длится не более 2 ч.

Метод взбалтывания полностью высвечивает глинистую фракцию и до 40% алевритовой, т.е., как было отмечено выше, наиболее нежелательные составляющие фракции 0...0,14 мм. С нашей точки зрения, чистота (надежность) данного метода достаточно высокая, так как строго определенный механический режим взбалтывания снижает субъективность ручного фактора

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

(характерного для ГОСТ и DIN), более эффективно улавливает мельчайшие частицы: прилипшие к зернам песка; растворенные комки глины.

На основании испытаний 30 навесок песка одной партии нами были получены ориентировочные линейные зависимости между содержанием в песке мельчайших частиц, определяемых тремя вышеотмеченными методами:

$$x = 2{,}8 - 1{,}2z \qquad (1)$$

$$y = 1{,}9 - 0{,}3z, \qquad (2)$$

где x — процентное содержание в песке глинистых, алевритовых и песчаных частиц, определяемых по экспресс-методу DIN 4226; y — процентное содержание в песке глинистых и алевритовых частиц (ГОСТ 8735—75); z — процентное содержание в песке частиц с размером менее 0,022 мм (метод взбалтывания).

Зависимости (1) и (2) характерны для мытого песка Сычевского ГОКа в интервале: z — до 1% включительно; y — от 1,6 до 1,9% включительно; x — от 1,6 до 2,8% включительно.

В качестве примера рассмотрим песок, в котором среднее содержание частиц менее 0,022 мм составляет 0,7% по массе. Как отмечалось, метод взбалтывания улавливает 100% глинистых частиц плюс часть (около 40%) алевритовых. Исходя из этого можно утверждать, что максимальное количество глинистой фракции — 0,7%, а минимальное — 0, так как хорошо промытый песок теоретически может вообще не содержать глинистых частиц. В этом случае 0,7% — только алевритовая фракция. Применяя зависимость (2), найдем среднее содержание в песке глинистых и алевритовых частиц — 1,7%. Если песок содержит 0,7% глинистых частиц, то доля алевритовых частиц (1,7—0,7) соответственно 1%. Если же в песке глинистые частицы отсутствуют, то 1,7% — это только алевритовая фракция.

Используя функцию (1), определим среднее содержание в песке глинистых, алевритовых и песчаных частиц — 2%. Глинистая и алевритовая фракции составляют 1,7% (при любом соотношении между собой). Значит, средняя доля песчаных частиц составит 0,3%.

Зная среднее значение (0,7%) содержания в песке ненормируемой фракции 0,022 мм, определенной по методу взбалтывания, мы определили диапазоны содержания в песке всех трех составляющих тонкодисперсной фракции 0...0,14 мм: от 0 до 0,7% — глинистая; от 1 до 1,7% — алевритовая; 0,3% — песчаная.

Определение глинистых частиц производится в более узком диапазоне, что значительно увеличивает точность оценки наличия наиболее вредного компонента и повышает ценность и эффективность данной методики.

Выводы

1. Данная методика применима к любому песку и позволяет в более сжатые сроки оценивать свойства сырья по нормативным показателям (через построение функциональных зависимостей).

3. Предложенная методика в сочетании с двумя другими позволяет получить более углубленное представление о свойствах песка и прежде всего по показателю глинистой составляющей, имеющему существенное значение при изготовлении высокопрочного бетона.

Уважаемые подписчики!

Сведения о нашем журнале Вы найдете в Каталоге издательства «Известия»(в разделе II) издания АО «Агентства по распространению зарубежных изданий» (АРЗИ) и в Каталоге Федерального управления почтовой связи при Министерстве связи России.

Подписку на журнал «Бетон и железобетон» на второе полугодие 1995 г. Вы можете оформить по любому из этих каталогов, которые имеются во всех отделениях связи.

Подписной индекс журнала 70050.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:624.044

В.М. КОЖЕВНИКОВ, канд. техн.наук (НИИ им. Д.М. КАРБЫШЕВА)

Расчет поперечных сечений при моделировании на ЭВМ действия кратковременной динамической нагрузки

Для выполнения расчетов железобетонных конструкций на динамические нагрузки при моделировании на ЭВМ процесса их деформирования во времени необходимо задание сопротивления конструкции ее деформированию и, в частности, - зависимости воспринимаемых ею изгибающих моментов от изменений кривизны. С этой целью разработана методика, позволяющая производить расчет нормальных сечений стержневого элемента на внецентренное сжатие и изгиб по значениям кривизны и продольной силы.

Расчет может выполняться как до начала, так и в процессе разрушения. С использованием гипотезы плоских сечений определяется распределение деформаций и напряжений в сечении, а по ним - величина воспринимаемого сечением изгибающего момента (без учета работы бетона на растяжение).

Для решения поставленной задачи необходимо иметь зависимость между относительными деформациями сжатия бетона ε и соответствующими им напряжениями σ. Вид этой зависимости определяет форму эпюры напряжений в сжатой зоне, так как деформации в ней возрастают линейно от нуля на нейтральной оси до максимальной величины у сжатой кромки сечения. Поэтому форма эпюры напряжений в сжатой зоне высотой x воспроизводит диаграмму $\sigma(\varepsilon)$ на ее участке от $\varepsilon=0$ до величины краевой деформации ε_x.

При расчете на кратковременную динамическую нагрузку вид диаграммы $\sigma(\varepsilon)$ играет бóльшую роль,чем в случае действия статической нагрузки, когда проверяется только прочность сечения в предельном состоянии, а форма эпюры напряжений не играет существенной роли. В динамике же состояние, которого конструкция достигнет в момент максимальных деформаций, зависит от характера изменения сопротивления на протяжении всего процесса деформирования во времени, начиная от начальной стадии минимальных деформаций.

В состоянии, близком к предельному, эпюра напряжений в бетоне имеет форму полной диаграммы сопротивления, соответствующей изменению ε от нуля до предельной деформации сжатия бетона ε_{np}. Как известно, эта диаграмма имеет форму выпуклой кривой, выходящей из начала координат с наклоном, определяемым начальным модулем E_b. В зависимости от режима нагружения и многих других факторов эта кривая может иметь максимум при $\varepsilon<\varepsilon_{np}$ и нисходящий участок в конце,или может быть монотонной и не достигать максимума до ε_{np} [1,2,3].

В процессе возрастания деформаций, поскольку разбивки сечения по высоте на слои не предусматривается, форма эпюры напряжений изменяется непрерывно от треугольной до некоторой криволинейной, соответствующей достигнутой максимальной краевой деформации ε_m. Если $\varepsilon_m=\varepsilon_{np}$, то конструкция достигнет предельного состояния по прочности бетона, а эпюра напряжений будет наиболее полной для данного режима нагружения.

Так как действительная форма этой кривой зависит от многих, зачастую случайных факторов и не может быть определена однозначно заранее для разных конкретных режимов, целесообразно принять некоторую достаточно простую аппроксимацию, которая качественно соответствовала бы виду зависимости для бетона, но удовлетворяла бы значениям опытных характеристик на концах.

В качестве такой аппроксимации была принята кубическая парабола (рис. 1), описываемая формулой

$$\sigma=E_1\varepsilon-E_2\varepsilon^2+E_3\varepsilon^3 \qquad (1)$$

с начальным модулем $E_1=E_b$ и горизонтальной касательной в точке максимума, имеющей координаты ε_{np} и $R_{bn}^{\partial c}$ - средняя динамическая призменная прочность бетона. Такая диаграмма (совместно с условием монотонности $3E_1E_3=E_2^2$) полностью определяется двумя указанными параметрами E_b и $R_{bn}^{\partial c}$, через которые выражаются остальные величины:

$$\varepsilon_{np}=3R_{bn}^{\partial c}/E_b; \qquad (2)$$

$$E_2=E_b/\varepsilon_{np};\quad E_3=E_b/(3\varepsilon_{np}^2).$$

Величина E_b для бетонов различных классов прочности установлена СНиП 2.03.01-84, а средняя динамическая призменная прочность

$R_{bn}^{\partial c}=k_yR_{bn}/(1-1{,}64v)=1{,}28k_yR_{bn}$

определяется через величины нормативной призменной прочности R_{bn} с обеспеченностью 0,95, коэффициента вариации прочности $v=0{,}135$ и коэффициента динамического упрочнения k_y [4].

Величина предельной деформации, определяемая формулой (2) и характеристиками E_b и R_{bn} по СНиП, для бетонов различных классов проч-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ности (от В20 до В60) с типовым значением коэффициента упрочнения $k_y = 1{,}2$ изменяется в диапазоне от $250 \cdot 10^{-5}$ до $480 \cdot 10^{-5}$ (в среднем $365 \cdot 10^{-5}$). По данным работы [1] для внецентренного сжатия "...при динамическом испытании образцов - близнецов краевое укорочение бетона в среднем составляет около $400 \cdot 10^{-5}$ при разбросе результатов в пределах от $330 \cdot 10^{-5}$ до $475 \cdot 10^{-5}$".

Таким образом, получаемые на основе предлагаемой аппроксимации предельные деформации практически (с небольшим запасом) совпадают с экспериментальными данными НИИЖБ.

При выборе аппроксимации были рассмотрены также аналогичная аппроксимация квадратной параболой $\sigma = E_1\varepsilon - E_2\varepsilon^2$ и диаграммой Прандтля с наклонным участком по модулю E_b и горизонтальным на уровне $R_{bn}^{\partial c}$. Однако квадратная парабола приводит к занижению предельной деформации в 1,5 раза против опытных данных, а трапециедальная форма дает заметное завышение сопротивления конструкции по сравнению с экпериментом.

В случае разгрузки, когда краевая деформация бетона в каком - либо сечении становится меньше некоторой, достигнутой ранее величины ε_m (рис. 1), напряжения в бетоне определяются линейной зависимостью:

$$\sigma = E_1(\varepsilon - \varepsilon_{mn\,л}),$$

$$\varepsilon_{mn\,л} = (E_2 - E_3\varepsilon_m)\varepsilon_m^2 / E_1,$$

$$\varepsilon_{mn\,л} < \varepsilon < \varepsilon_m.$$

Для арматуры (растянутой и сжатой) принята динамическая диаграмма Прандтля. В пластической стадии напряжения равны динамическому пределу текучести, определяемому в ходе расчета с помощью интегрального критерия

$$\int_o^\tau \sigma_s^\alpha(t)dt = R_s^\alpha t_*.$$

Здесь α и t_* - константы арматурной стали [4], R_s - статический предел текучести (нормативное сопротивление), τ - время достижения динамического предела текучести $R_{sд} = \sigma_s(\tau)$.

Поскольку для конструкций, рассчитываемых на динамические нагрузки, деформативность обычно применяемых арматурных сталей А-I... А-III во много раз больше указанной величины предельной деформации сжатия бетона ε_{np}, разрушение железобетонных конструкций, как правило, связано с разрушением бетона сжатой зоны в наиболее нагруженных сечениях. Поэтому оценка действительной несущей способности конструкции может производиться на основе использования этой величины.

Так как методика предусматривает расчет в стадии разрушения, в ней вводятся дополнительные предельные состояния по отношению к их общей установленной системе. Устанавливается предельное состояние начала разрушения по достижении предельной деформации сжатия ε_{np} в крайнем наиболее сжатом волокне. При необходимости создания запаса от разрушения может задаваться допустимая деформация как определенная доля величины ε_{np}. В прочностную характеристику бетона $R_{bn}^{\partial c}$ какой-либо запас вводиться не должен, так как это будет приводить к искажению диаграммы сопротивления бетона.

Если при расчете какого-либо сечения краевая деформация ε_x превысит ε_{np}, то это означает начало разрушения бетона. В соответствии с гипотезой плоских сечений толщина слоя дробления $\Delta = x(\varepsilon - \varepsilon_{np})/\varepsilon_{np}$. Путем соответствующего уменьшения начальных величин определяются новые значения полезной высоты сечения h_o и толщины защитного слоя a, с использованием которых расчет может продолжаться. Тем самым обеспечивается моделирование в стадии разрушения, что в ряде случаев позволяет существенно облегчить конструкцию, например, для колец, работающих в грунте.

Когда суммарная толщина слоя дробления превысит начальное значение a, то из расчета исключается сжатая арматура A_s', которая потеряет устойчивость. Наличие продольной силы при прогрессирующем уменьшении высоты может привести к раздроблению остающегося бетона от сжатия.

В соответствии с этим контролируется достижение потери прочностных свойств, по достижении следующих форм которой расчет следует прекращать:

1) дробление бетона в каком-либо сечении на всю его высоту;

2) дробление бетона более чем на 1/3 высоты в таком числе сечений конструкции, что она превращается в механизм;

3) дробление бетона на толщину полки конструкции таврового сечения, когда она перестает выполнять свои функции.

Распределение деформаций и напряжений в наиболее нагруженных сечениях (для 1-го случая внецентренного сжатия) определяется из условия равновесия продольных сил N и нормальных напряжений с использованием гипотезы плоских сечений:

$$N + \sigma_s A_s - (\sigma_s' - \sigma_{bs}')A_s' - \int_0^x b_\xi \sigma_\xi d\xi = 0. \quad (3)$$

В этом уравнении x - высота сжатой зоны. Напряжения в растянутой арматуре в упругой стадии (признак $q1 = 0$) или в пластической ($q1 = 1$) при общепринятых обозначениях

$$\sigma_s = \begin{cases} E_s[k(h_0 - x) - \varepsilon_{n\,л}] & (q1 = 0) \\ R_{sd} & (q1 = 1); \end{cases}$$

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

$p1 = 1 - q1$,

где k - задаваемая кривизна элемента, $\varepsilon_{n\pi}$ - пластическая деформация арматуры, достигнутая ранее.

Для сжатой арматуры в связи с допущением больших деформаций сжатого бетона также предусматривается возможность ее работы в пластической стадии ($q2 = 1$). Соответственно,

$$\sigma'_s = \begin{cases} E_s k(x-a) & (q2=0) \\ R'_{s\partial} & (q2=1); \end{cases}$$

$p2 = 1 - q2$.

Равнодействующая сжимающих сил в бетоне для прямоугольного сечения шириной b при аналитическом интегрировании (1) с учетом того, что краевая деформация $\varepsilon_x = kx$,

$$N_b = b\int_0^x \sigma_\xi d\xi = bx(E_1 kx/2 - E_2 k^2 x^2/3 + E_3 k^3 x^3/4).$$

Напряжения в сжатом бетоне на уровне сжатой арматуры

$$\sigma'_{bs} = E_1 k(x-a) - E_2 k^2 (x-a)^2 + E_3 k^3 (x-a)^3.$$

Относительная высота сжатой зоны $\bar{x} = x/h_o$ при возрастании деформаций бетона определяется решением уравнения 4-й степени, к которому после подстановок сводится уравнение (3):

$$\bar{x}^4/4 - C_3\bar{x}^3 + C_2\bar{x}^2 + C_1\bar{x} - C_o = 0. \quad (4)$$

Коэффициенты в этом уравнении (для прямоугольного сечения), зависящие от переменных N и k и постоянных параметров сечения и материалов:

$$C_3 = \bar{E}_2/(3\bar{k}) + \mu';$$

$$C_2 = \bar{E}_1/(2\bar{k}^2) + (\bar{E}_2/\bar{k} + 3\bar{a})\mu';$$

$$C_1 = [p1\cdot\bar{E}_s\mu + (p2\cdot\bar{E}_s - \bar{E}_1 - 2\bar{E}_2\bar{a}\bar{k} - 3\bar{a}^2\bar{k}^2)\mu']/\bar{k}^2;$$

$$C_o = \{N/(E_3 bh_o) + [p1\cdot\bar{E}_s(\bar{k} - \varepsilon_{n\pi}) + q1\cdot\bar{R}_s]\mu - [q2\cdot\bar{R}'_s - (p2\cdot\bar{E}_s - \bar{E}_1)\bar{a}\bar{k} + \bar{E}_2\bar{a}^2\bar{k}^3 + \bar{a}^3\bar{k}^3]\mu'\}/\bar{k}^3;$$

где $\bar{k} = kh_o$; $\bar{a} = a/h_o$;

$\bar{E}_s = E_s/E_3$; $\bar{R}_s = R_{s\partial}/E_3$;

$\bar{R}'_s = R'_{s\partial}/E_3$; $\bar{E}_1 = E_1/E_3$;

$\bar{E}_2 = E_2/E_3$; $\mu = A_s/(bh_o)$;

$\mu' = A'_s/(bh_o)$.

В случае, если сечение является тавровым, в формулах для N_b и коэффициентов C_i дополнительно появляются члены, содержащие размеры полки.

Величина продольной силы N может определяться независимо, например, из кинематических соотношений для условия продольной недеформируемости. Кривизна k определяется поперечными перемещениями конструкции.

Уравнение (4) удобно решать в программах методом уточнения приближений с использованием формулы Ньютона для приближений с последовательными номерами $n-1$ и n:

$$\bar{x}_n = \bar{x}_{n-1} - f(\bar{x}_{n-1})/f'(\bar{x}_{n-1}),$$

в которой функция f -левая часть уравнения, а f' -ее производная по x.

Высота сжатой зоны бетона при разгрузке определяется решением квадратного уравнения, то есть

$$\bar{x} = \sqrt{C_1^2 + 2C_o} - C_1, \quad (4')$$

где $C_1 = p1\cdot\bar{E}_s\mu + (\bar{E}_s - 1)\mu'$;

$C_o = [p1\cdot\bar{E}_s + q1\cdot\bar{R}_s/(kh_o)]\mu + (\bar{E}_s - 1)\bar{a}\mu' + N/(\varphi E_1 kbh_o^2)$;

$\bar{E}_s = E_s/(\varphi E_1)$; $\bar{a} = a/h_o$,

функция φ - средняя по высоте сжатой зоны доля относительных упругих деформаций, определяемая по формуле:

$$\varphi = 1 - \varepsilon_m/(2\varepsilon_{np}) + [\varepsilon_m/(3\varepsilon_{np})]^2.$$

Формула (4') при $\varphi = 1$ позволяет также задавать первое приближение для корня уравнения (4) в начале процесса деформирования.

Найденная высота сжатой зоны x определяет распределение деформаций в сечении: деформация сжатой арматуры $\varepsilon'_s = \varepsilon_x(x-a)/x$; деформация растянутой $\varepsilon_s = \varepsilon_x(h_o - x)/x$.

Изгибающий момент, воспринимаемый сечением, определяется соотношением (рис.2):

$M = [N_b + N_s + N'_s + (1-2z/p)N]\cdot p/2$,

в котором

$N_s = \sigma_s A_s$, $N'_s = (\sigma'_s - \sigma'_{bs})A'_s$,

p - плечо внутренней пары, вычисляемое по формуле

$p = [N_b(h_b - x + e) + N'_s(h_b - a)]/(N_b + N'_s)$

при расстоянии равнодействующей сжимающих сил в бетоне от нейтральной оси

$$e = \int_o^x b_\xi \sigma_\xi \xi d\xi / N_b$$

и высоте центра тяжести сечения

$z = h_o - x + [N_b e + N'_s(x-a) - N_s(h_o - x)]/(N_b + N'_s + N_s)$.

Расчет менее нагруженных сечений, работающих по 2 случаю внецентренного сжатия, когда все сечение сжато, целесообразно выполнять по формулам сопротивления материалов, принимая для бетона линейную диаграмму с модулем E_1. В этом случае изгибная жесткость сечений B определяется формулами:

$B = E_1\{bh[h^2/3 - c(h-c)] + n_1[A_s(c-a)^2 + A'_s(h-c-a)^2]\}$;

$c = [bh^2/2 + n_1(A_s a + A'_s h_o)]/[bh + n_1(A_s + A'_s)]$;

$n_1 = E_s/E_1 - 1$,

а изгибающий момент $M = kB$.

Расчет сечений на изгиб можно выполнять по приведенным выше формулам для внецентренного сжатия при величине продольной силы $N \equiv 0$. Распределение деформаций и напряжений определяется так же, как и при внецентренном сжатии, а изгибающий момент в сечениях - по формуле:

$M = (E_1\varepsilon_x/3 - E_2\varepsilon_x^2/4 + E_3\varepsilon_x^3/5)bx^2 + \sigma_s A_s(h_o - x) + (\sigma'_s - \sigma'_{bs})A'_s(x-a)$.

Программы для ЭВМ, написанные на языке ПЛ1 для ЭВМ ЕС и языке СИ для ПЭВМ, работают настолько эффективно, что обеспечивают многовариантный расчет и оптимизацию конструктивных решений с учетом работы в упругой и упругопластической стадиях, а также в стадии разрушения.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Использование данной методики позволило, в частности, промоделировать экспериментально отмеченный в работе [1] на первый взгляд парадоксальный факт увеличения высоты сжатой зоны по мере роста деформаций при изгибе. Это объясняется тем, что с ростом краевой деформации уменьшается средний по высоте сжатой зоны модуль деформаций бетона, а нейтральная ось смещается к растянутой арматуре, если она продолжает работать упруго с постоянным модулем.

Только с переходом арматуры в стадию текучести высота сжатой зоны существенно уменьшается, а изгибающий момент сохраняется до начала разрушения за счет соответствующего роста плеча внутренней пары и краевых напряжений.

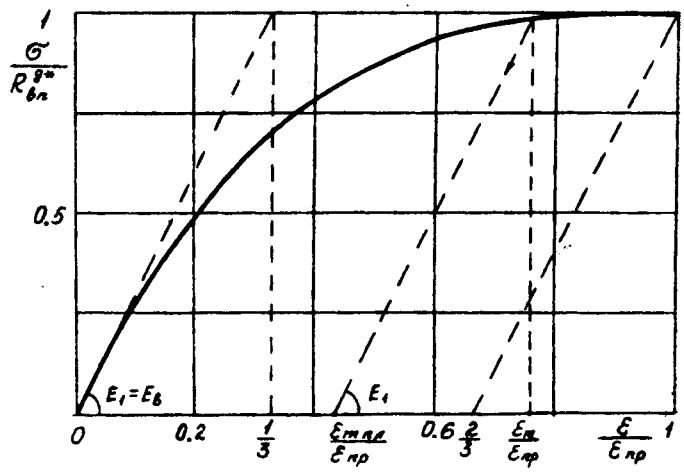


Рис. 1. Аппроксимация диаграммы сопротивления бетона сжатию кубической параболой

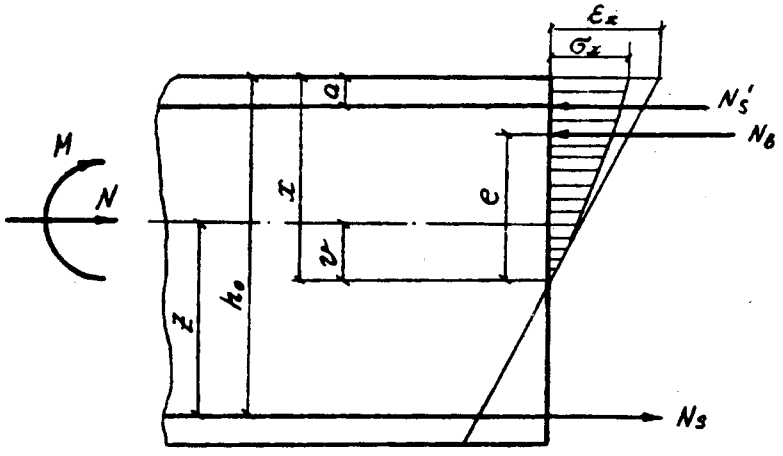


Рис. 2. Схема к расчету сечений на внецентренное сжатие

Библиографический список

1. Гвоздев А.А., Дмитриев С.А., Крылов С.М., Белобров И.К., Тихонов И.Н. и др. Новое о прочности железобетона. Под ред. Михайлова К.В.,М., Стройиздат. -1977-

2. Карпенко Н.И., Мухамедиев Т.А., Петров А.Н. Исходные и трансформированные диаграммы деформирования бетона и арматуры // Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций. НИИЖБ,М.- 1986 -

3. Остапенко А.Ф. Универсальная зависимость для диаграмм деформирования бетона, арматуры и железобетонных элементов. Бетон и железобетон. -1992. -№7.-

4. Котляревский В.А., Ганушкин В.И., Костин А.И. и др. Убежища гражданской обороны. Конструкции и расчет. М.,Стройиздат,-1989.-с.347.

ВНИМАНИЮ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ!

Мини-заводы и универсальные установки для изготовления стеновых, фундаментных и теплоизоляционных блоков из неавтоклавного пенобетона, серобетона и полимербетона.

Мини-заводы по выпуску воднодисперсных красок для внутренних и наружных работ.

Плиты фасадные половые облицовочные под натуральный камень, цветные суперцементы М800-1000.

Доступное сырье. Цены в 10-12 раза ниже мировых. Авторский надзор ведущих специалистов стройиндустрии.

МГП "ТЕХНА" НИИЖБ Минстроя РФ

т. 174-85-97, 174-83-01, 174-80-80 с 10 до 18

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 666.973.2

Ю.И. ОРЛОВСКИЙ, д-р техн.наук (Львовский инженерный центр "Строитель");
А.С. СЕМЧЕНКОВ, д-р техн.наук (АО "Инрекон"); В.И. ХОРЖЕВСКИЙ, инж. (АО "Электрон", Львов)

Бетон и изделия на основе серосодержащих промышленных отходов

Проведенные ранее исследования показали, что на основе отходов, образующихся при добыче и переработке серы (золы отстоя, головок плавки и отходов флотации серы), можно изготавливать качественные серные бетоны [1, 2]. Как правило, отходы содержат более 40% элементарной серы и минеральный остаток, представляющий собой мелкодисперсный наполнитель. Количество минеральных примесей может колебаться в значительных пределах. По минералогическому составу примеси представлены в основном известняком и кварцевым песком.

Для подбора состава бетона на основе отхода — золы отстоя Яворовского ПО "Сера" (обогатительная фабрика, г. Новояворовск, Львовская обл., Украина) был использован способ корректировки состава отходов, разработанный в НИИЖБе [3]. По этому способу эталонный состав серного бетона сравнивают с гранулометрическим составом отхода при условии, что количество серы в последнем по абсолютному значению соответствует количеству ее в эталонном образце. К отходу добавляют недостающую разницу наполнителя (частицы размером менее 0,14 мм), мелкого заполнителя (частицы размером более 0,14 мм) и крупного заполнителя. Такой подход к подбору состава методом корректировки гранулометрии отхода может быть использован для любого вида серосодержащих отходов, включающих минеральные примеси различных фракций.

В нашем случае за эталон был принят следующий состав серного бетона (в кг на 1 м^3): сера техническая природная — 300 (12%), мука кварцевая — 300 (12%), песок кварцевый — 600 (24%), гранитный щебень фракций 5...10 мм — 1300 (52%). Недостающее количество фракций в золе отстоя дополняли отходами флотации серы, рассеянными на две фракции: частицы менее 0,14 и более 0,14 мм. Результаты корректировки состава приведены в табл. 1.

Вторым этапом исследований являлась оптимизация состава бетона. Для этого использовали метод математического планирования экспериментов с применением экспериментально-статистического моделирования по разработанной Одесским инженерно-строительным институтом системе "COMPEX-93" (автор разработки акад. В.А. Вознесенский) [4]. Факторы варьирования, уровни и интервалы приведены в табл. 2.

Выходными параметрами моделирования являлись: предел прочности бетона при сжатии, растяжении при изгибе и начальный модуль упругости. Получены три экспериментально-статистические модели:

$$R = 47{,}93 + 2{,}35X_1 - 3{,}92X_1^2 + 2{,}51X_1X_2 - 5{,}14X_2 - 6{,}07X_2^2 - 3{,}52X_3^2, \quad (1)$$

адекватная при ошибке эксперимента 3,1 МПа (6,5%).

$$E_b = 42{,}09 + 0{,}75X_1 + 0{,}78X_1X_2 - 1{,}55X_2 - 1{,}84X_2^2 - 0{,}89X_3^2, \quad (2)$$

Таблица 1

Составы (на 10 кг бетона)	Зола отстоя	Отходы флотации		Гранитный щебень
		> 0,14 мм	< 0,14 мм	
Оптимальный состав, кг	1,2	1,2	2,4	5,2
"Приведенный" состав золы отстоя	1,2	0,64	0,66	–
Составляющие, которые необходимо добавить, кг	–	0,56	1,74	5,2

Таблица 2

Факторы варьирования, кг	Код	Уровень варьирования, кг			Интервал варьирования	
		–	0	+	кг	%
Общее количество отходов флотации – 2,3 кг						
Наполнитель	X_1	0,06	0,56	1,06	1,0	± 0,5
Песок	X_2	1,24	1,74	2,24	1,0	± 0,5
Щебень	X_3	4,70	5,20	5,70	1,0	± 0,5

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

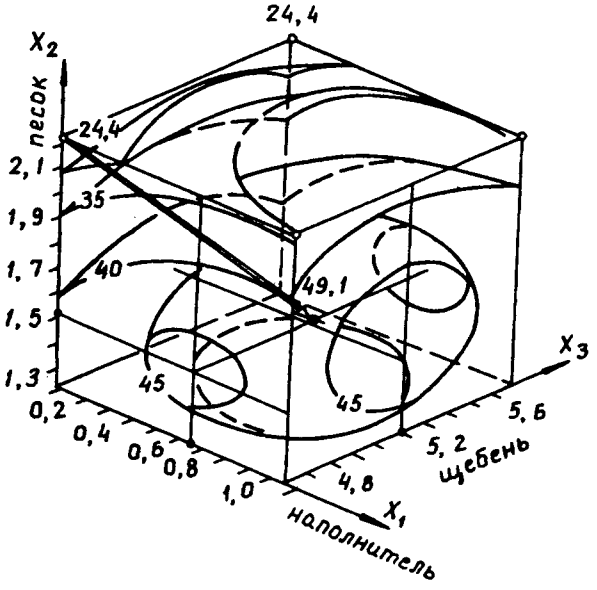


Рис. 1. Модель прочности бетона на сжатие

адекватная при ошибке эксперимента 0,95 ГПа (2,3%).

$$R_{btb} = 3{,}38 + 0{,}44X_1 - 0{,}78X_1^2 + 0{,}49X_1X_2 - 0{,}29X_1X_3 - 1{,}08X_2 - 1{,}18X_2^2 - 0{,}68X_3^2, \quad (3)$$

адекватная при ошибке эксперимента 0,63 МПа (6,7%).

Модель прочности бетона на сжатие показана на рис. 1 и имеет максимум при $X_1 = 0{,}17$ (наполнитель 0,645), $X_2 = -0{,}39$ (песок 1,545) и $X_3 = 0$ (щебень 5,2), а минимум при $X_1 = X_3 = -1$ (нижний уровень) и $X_2 = -1$ (верхний уровень). Прирост прочности в рецептурном пространстве составляет 24,7 МПа (101,2%).

Аналогично проанализированы однофакторные кривые, проходящие через максимум (минимум) (рис. 2). Установлено, что наиболее интенсивно на характеристики бетона влияет дозировка песка, причем превышение 30...32% ведет к быстрому снижению прочности.

Изоповерхности R_{btb} и E_b подобны изоповерхностям прочности на сжатие, хотя точка максимума E_b несколько смещена в сторону максимального (в пределах опыта) содержания наполнителя.

Получены линейные модели, связывающие R_{btb} и E_b с прочностью на сжатие, имеющие вид:

$$R_{btb} = 0{,}20R - 0{,}1 \quad (4)$$

(ошибка неадекватности 0,14 МПа, или 5,5% среднего значения R_{btb});

$$E_b = 0{,}269R - 29{,}9 \quad (5)$$

(ошибка неадекватности 0,49 ГПа, или 1,2%).

Следует отметить, что зависимости (4, 5) не повышают точности предсказания при переходе к нелинейным моделям. Выбор ресурсосберегающих и других инженерных решений целесообразно вести по прочности на сжатие (1), контролируя характеристики по зависимостям (4 и 5).

На протяжении четырех месяцев из одного и того же рабочего состава изготавливались 5 серий образцов с использованием золы отстоя и отходов флотации серы, отбираемых в различное время, но из одной технологической точки. Рабочий состав бетона (т/м^3) следующий: зола отстоя — 0,624; отход флотации с размерами частиц менее 0,14 мм — 0,141; более 0,14 мм — 0,435; гранитный щебень фракции 5...10 мм — 1,3. Изготовленные из рабочего и эталонного составов образцы (кубы, призмы, цилиндры и балочки) испытывали на прочность и деформативность (табл. 3).

Усредненные величины не позволяют характеризовать качество бетона, поэтому для оценки его однородности использовали статистические методы. Статистическая оценка однородности бетона рабочего состава при сжатии показала, что показатель дисперсности составляет 4,83%, коэффициент вариации 4,48%, среднеквадратическая ошибка среднеарифметического значения прочности не превышает 0,322 при теоретическом значении критерия Стьюдента (уровень значимости 0,05), равном 2,15. Доверительный интервал с 95%-ной вероятностью составлял 49±1,26 МПа. Эти показатели свидетельствуют о высокой однородности разработанного состава бетона.

Проведенные исследования основных физико-механических свойств и предложенная заводская технология серных бетонов [5] позволили рекомендовать разработанный состав для изго-

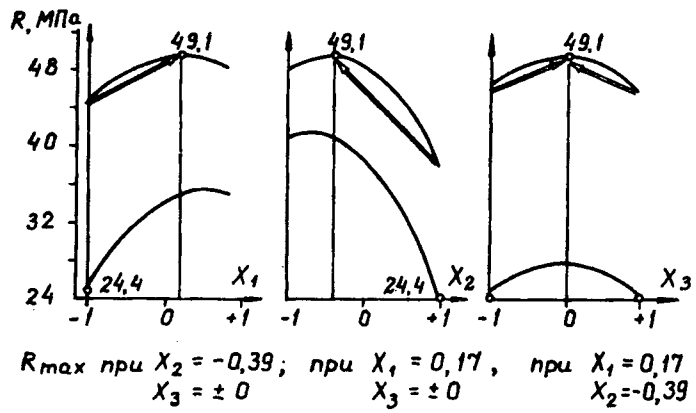


Рис. 2. Однофакторные кривые зависимости прочности бетона от состава

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 3

Показатель	Единица измерения	Величина	
		эталонный состав	рабочий состав
Прочность:	МПа		
кубиковая		59±4,7	49±3,8
призменная		44,3±3,7	38,3±3,0
растяжение при изгибе		10±0,6	8,1±0,7
осевое растяжение		2,6±0,5	2,4±0,15
Коэффициент призменной прочности		0,75	0,78
Модуль упругости	МПа	46±0,1	43±0,1
Коэффициент Пуассона		0,19	0,20
Деформации, $\varepsilon_b \times 10^{-5}$, сжатия		175±8,4	168±9,2
То же, растяжения		15±1,6	14,5±2,5

товления конструкций и изделий различного назначения.

Одной из рациональных областей применения серного бетона является транспортное и дорожное строительство. Для определения возможности использования этого вида бетона для конструкций, воспринимающих динамические и многократно повторяющиеся знакопеременные нагрузки, были проведены исследования ударной прочности, истираемости и выносливости бетона.

Ударную прочность оценивали по методике ЦНИИСКа путем испытания образцов-кубов на копровой установке. Результаты испытаний показали, что образцы эталонного состава бетона характеризуются общей работой 506,7 кгс·см и удельной работой 1,45 кгс·см/см^3; образцы рабочего состава — соответственно 460,7 и 1,32.

Истираемость бетона определяли на круге истирания ЛКИ-2 и выражали через коэффициент истираемости, представляющий собой потерю массы образца, отнесенную к единице площади истирания (рис. 3). Установлено, что истираемость обоих составов бетона ниже предела, допустимого ГОСТ 13087 и равного 70 г/см^2.

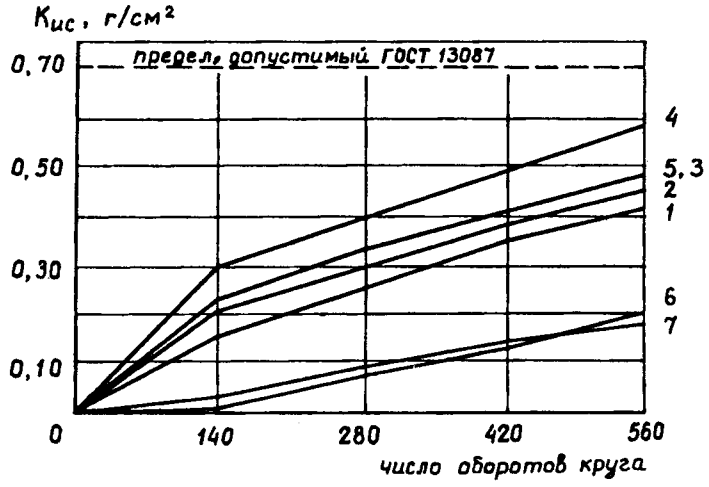


Рис. 3. Результаты определения коэффициентов истираемости серных бетонов, рекомендованных для дорожных конструкций

1 — цементно-песчаный бетон; *2* — серный бетон, эталонный состав (серия ЭСБ); *3* — серный бетон, наполнитель — мука из барханного песка, известняковый щебень (данные Я.К. Тегилекова); *4* — серный бетон, наполнитель — известняковая мука, известняковый щебень (данные Я.К. Тегилекова); *5* — серный бетон на серосодержащих отходах (серия СБО); *6* — серный бетон, эталонный состав (серия ЭСБ-М); *7* — серный бетон, кварцевая мука, гранитный щебень, сера, модифицированная 5% дициклопентадиена (данные Ю.И. Орловского)

Предел выносливости бетона (усталостная прочность) является прочностной характеристикой при воздействии многократно повторных нагрузок. Для проведения испытаний на выносливость была сконструирована установка вибрационного действия, в которой знакопеременные усилия создавались четырьмя эксцентриками на двух валах, вращающихся синхронно в противоположных направлениях. Статическая нагрузка создавалась пригрузами в виде стальных блинов и прикладывалась к образцу в 1/3 пролета. Образцы испытывались при частоте 50 Гц и характеристике цикла напряжений 0,5.

Методика определения предела выносливости бетона на базе 2 млн.циклов (с целью уменьшения числа опытных образцов) была принята следующей. Образец нагружался с относительным уровнем нагрузки, который был заведомо ниже коэффициента выносливости, равного 0,25, и испытывался до 100 тыс. циклов. После этого, если образец не разрушался, следующий нагружался предыдущим уровнем и прикладывался 1 млн.циклов. Если и после этого образец не разрушался, относительный уровень нагрузки повышался на 0,02 и снова прикладывался 1 млн.циклов. В дальнейшем шаг изменения нагрузки не изменялся, но остальные образцы испытывались полным базовым количеством циклов, равным 2 млн. Такой подход позволил быстро (используя 2...3 образца) определить ориентировочный уровень относительного предела выносливости бетона и в дальнейшем его уточнить.

Полученные результаты испытаний позволили сделать следующие выводы. Относительный предел выносливости для эталонного состава бетона составляет 0,40, для рабочего состава — 0,44. Повышение предела выносливости состава с использованием серосодержащих отходов и известнякового наполнителя и заполнителя объясняется снижением модуля упру-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

гости бетона, а также снижением локальных неоднородностей в структуре в результате замены кварцевого песка известняковым мелким заполнителем.

При испытании образцов было отмечено следующее. Изменение относительных деформаций нижней грани в процессе действия многократно повторной нагрузки почти не проявлялось. Измерения показали, что относительные деформации снижались до момента разрушения балочек не более чем на 10...15%. Это же изменение, носящее название "эффект Баушингера", для цементных бетонов достигает величин порядка 30...50%. Качественно изменение относительных деформаций характеризует степень разрыхления структуры бетона. Если процесс разрушения бетона при воздействии переменной нагрузки представить, согласно предложению Лангера [6], состоящим из двух стадий — стадии медленного зарождения и развития микродефектов и субмикротрещин и стадии их быстрого развития и объединения — то следует полагать, что в серных бетонах вторая стадия процесса разрушения происходит намного быстрее, чем в цементных. Поэтому разрыхление структуры серных бетонов не успевает проявляться в виде изменения относительных деформаций при постоянной внешней нагрузке.

Сопоставление серного и дорожного цементного бетонов с прочностью на сжатие порядка 50 МПа показывает, что прочность на растяжение при изгибе серного бетона превышает аналогичный показатель цементного в 2 раза, а предел выносливости на растяжение при изгибе — в 1,4 раза, хотя коэффициент выносливости серного бетона в среднем на 20% ниже. Из этого можно сделать вывод, что если серный бетон можно применять в конструкциях, где напряжения от действия статических сил превышают в два раза те, которые выдерживает цементный, то многократно повторные нагрузки серный бетон может воспринять лишь в 1,4 раза большие, чем цементный.

Таблица 4

Состав	R_{end}, МПа	R_{btb}, МПа	K_{end}	R_{bt}, МПа	E_b, МПа
1:2:2:2,5	4,43	12,3	0,36	2,5	51,1
1:2:2:3,0*	10,25	19,6	0,52	8,3	39,5
1:2:2:3,0	4,75	12,5	0,38	2,8	53,8
1:2:2:3,0*	10,0	21,2	0,50	7,2	48,1
1:1:2:4,33	4,50	10,0	0,40	2,6	46,0
1:1:1,16; 3,47	3,32	8,1	0,45	2,4	43,0

* Бетон с серой, модифицированной 5% ДЦПД

В табл. 4 приведены результаты испытаний, которые показывают, что на величину коэффициента выносливости серного бетона влияют в основном следующие факторы: объемное содержание крупного заполнителя и модифицированное состояние серы. Замена кварцевой муки и песка на известняковые наполнитель и мелкий заполнитель, а технической серы — на золу отстоя благоприятно сказывается на выносливости бетона.

Проведенные исследования позволили запроектировать сборные плиты для оснований и покрытий автодорог и улиц размерами 300x175x16 и 300x150x16 см. Программа для расчета плит под нагрузки АК-II и НК-80 составлена на алгоритмическом языке "ФОРТРАН-VI" для ЭВМ СМ-4.

Львовским инженерным центром был построен цех по изготовлению конструкций и изделий из серного бетона, состоящий из установки по обезвоживанию золы отстоя, поступающей с обогатительной фабрики в виде пульпы, установки по приготовлению серного бетона и технологической линии изготовления изделий.

Проведенные испытания натурных образцов плит по схеме свободно опертой плиты подтвердили расчетные характеристики, что позволило рекомендовать предложенную конструкцию для практики дорожного строительства.

В настоящее время разработаны рекомендации по технологии изготовления серного бетона на основе серосодержащих отходов и расчету дорожных плит из этого бетона, предназначенных для оснований и покрытий автодорог, улиц и транспортных площадок.

Библиографический список

1. Орловский Ю.И. Бетоны и изделия на основе серосодержащих отходов. //Бетон и железобетон. — 1990. — N 1. — С. 24—26.

2. Орловский Ю.И. Бетоны, модифицированные серой. Дис... докт.техн.наук. — Львов, 1992. — 529 с.

3. Никитин А.Е. Серные бетоны на основе серосодержащих отходов промышленного производства. /Автореф.дис.канд.техн.наук. — М., НИИЖБ, 1989. — 23 с.

4. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Иванов Я.П., Николов И.И. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов. — Киев: Будівельник, 1989. — 240 с.

5. Орловский Ю.И. Особенности технологии производства полимерсеробетонов на основе серного связующего. //Бетон и железобетон. — 1993. — N 4. — С. 27—29.

6. Серенсен С.В. Усталость материалов и конструкций. — Киев: Наукова думка, 1985. — 236 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 691.327:69.003:658.516

Ю.Л. СЕРЫХ, А.С. ЗАЛЕСОВ, доктора техн.наук, профессоры

Новое в стандартизации бетона

Современное развитие Российской экономики привело к созданию различных форм собственности и негосударственных экономических структур, которые в соответствии с Российским законодательством обязаны соблюдать общегосударственные нормативно-технические требования по обеспечению качества выпускаемой продукции массового потребления. Согласно требованиям СНиП 10-01-93 "Система нормативных документов в строительстве. Основные положения" предусматриваются разработка, действие и соблюдение общегосударственных стандартов (ГОСТ) на продукцию и методы ее контроля.

В этой части разрабатывается и пересматривается ряд государственных стандартов на бетоны, которые должны учесть накопленный опыт предыдущих лет, а также включать в себя комплекс новых достижений в области бетоноведения. В этих же документах должны быть намечены пути стандартизации ранее не изученных, но существенно важных для практики методов испытаний и контроля показателей бетона. Кроме того, система стандартизации продукции должна быть достаточно компактной, исключать возможность двоякого толкования одной и той же физической величины и вместе с тем позволять осуществлять контроль этой величины с достаточной достоверностью, обеспечивающей сохранение ее значения на заданном уровне в течение срока эксплуатации продукции. Одновременно должно быть соблюдено взаимодействие системы сертификации продукции с действующей базой стандартов.

В свете этого Минстроем России от 27.10.94 утверждены и с 01.11.94 введены в действие следующие нормативные документы по сертификации в строительстве:

система сертификации ГОСТ Р "Порядок проведения сертификации продукции в строительстве" (РДС-10-232-94);

система сертификации ГОСТ Р "Требования к органам по сертификации в строительстве и порядок проведения их аккредитации" (РДС-10-233-94);

система сертификации ГОСТ Р "Требования к испытательным лабораториям (Центрам) в строительстве и порядок их аккредитации" (РДС-10-234-94).

Указанная информация позволит потребителям и производителям осуществлять не только взаимодействие, но и объективно оценивать требования, заложенные в соответствующих стандартах на отдельные виды продукции, в частности на бетон для железобетонных и бетонных конструкций, изделий и отдельных элементов во всех областях строительства и его видах.

В настоящее время действуют три основных стандарта: ГОСТ 25192-82; ГОСТ 4.212-80 и СТ СЭВ 6550-88, отражающие общие технические требования к бетонам и номенклатуру показателей их качества. Заданием Минстроя России эти документы пересматриваются с целью их объединения и включения в новый стандарт данных о всех разновидностях бетонов, нашедших применение в строительстве, а также уточнения как терминологических понятий, так и методических подходов к системе оценки показателей их качества. Новый стандарт должен устанавливать классификацию бетонов и общие технические требования к ним и будет использован при разработке новых и пересмотре действующих нормативных документов по стандартизации. Этот стандарт будет служить также для целей сертификации проектной, технологической и другой нормативной документации по бетонам, бетонным и железобетонным конструкциям и сооружениям всеми организациями на территории России, независимо от форм собственности.

В основу классификации бетонов положены признаки: по основному назначению; виду вяжущего; типу применяемых заполнителей; средней плотности; структуре; условиям уплотнения и твердения бетонной смеси. Кроме того, каждый из признаков подразделяется на отдельные классификационные показатели. Так, в зависимости от основного назначения бетоны подразделены на конструкционные с основными показателями качества, к которым отнесены: классы бетона по прочности на сжатие и растяжение; марки бетона по морозостойкости, водонепроницаемости и средней плотности; на функциональные с показателями качества, учитывающими условия их эксплуатации в зданиях и сооружениях и на конструкционно-функциональные с признаками, сочетающими основные и функциональные показатели качества. Поэтому в соответствующей нормативно-проектной документации на элементы, изделия для конструкций зданий и сооружений должны будут оговариваться признаки основного назначения как в полном, так и в сокращенном наименовании. К примеру, полное наименование "Бетон конструкционный на цементном вяжущем и плотных крупных и мелких заполнителях, плотной структуры, средней плотностью от 2200 кг/м^3 до 2800 кг/м^3" и сокращенное наименование "бетон тяжелый".

В стандарте предполагается охватить такие разновидности

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

бетонов, как радиационно-защитные с последующей разработкой самостоятельного стандарта на этот вид бетона, поскольку остро встает вопрос о транспортировке и хранении ядерного топлива, а также о захоронении радиоактивных отходов атомных станций и агрегатов специального назначения; бетонов на композитных вяжущих типа тонкомолотых цементов (ТМЦ) и низкой водопотребности (ВНВ); бетонов для кровельных изделий и конструкций, применение которых приводит к обеспечению высокой прочности, плотности, экономии энергоресурсов при их изготовлении и снижению клинкерного фонда в составе вяжущего без изменения установленных эксплуатационных показателей качества.

В части общих технических требований к бетонам введены основные показатели качества, включающие параметрические ряды классов по прочности на сжатие до В90, поскольку получение и применение бетона таких классов вполне обосновано в несущих конструкциях зданий и сооружений; марки по морозостойкости от F15 до F1000; марки по водонепроницаемости от W2 до W20; марки по средней плотности от Д200 до Д5000, включающие бетоны на специальных заполнителях (рудосодержащие горные породы, чугунную и стальную стружку, шамот и др.).

В зависимости от назначения бетонов и условий их работы целесообразно устанавливать следующие функциональные показатели качества:

для бетонов конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия агрессивных сред, назначают марки по диффузионной проницаемости для растворов солей, марки по диффузионной проницаемости для газов, марки по капиллярной проницаемости, марки по химической стойкости (коэффициент химической стойкости);

для бетонов, предназначенных для работы в условиях повышенных температур, назначают марки по термической стойкости в водных теплосменах, марки по термической стойкости в воздушных теплосменах;

для бетонов, предназначенных для тепловой изоляции конструкций зданий и сооружений, назначают марки по теплопроводности;

для бетонов, предназначенных для работы в условиях воздействия радиационных излучений, назначают марки по радиационной проницаемости и другим показателям;

для бетонов, предназначенных для отделки зданий и сооружений, назначают марки по цветостойкости;

для бетонов, предназначенных для работы в условиях истирающих воздействий, назначают марки по истираемости;

для бетонов, предназначенных для создания самонапряжения в конструкциях и сооружениях, назначают марки по самонапряжению;

для бетонов, предназначенных для работы в монолитных и сборных дорожных и аэродромных покрытиях, назначают классы прочности на растяжение при изгибе, марки по морозостойкости бетонов, насыщенных 5%-ным водным раствором хлорида натрия;

для бетонов, предназначенных для работы в конструкциях гидротехнических сооружений, назначают марки по стойкости против кавитации, марки по тепловыделению.

Конкретные значения марок и классов функциональных показателей качества бетона устанавливаются в стандартах на отдельные виды бетонов.

Существенное значение в системе стандартизации бетонов имеет сохранение единого научно-методического и информационного пространства не только в международном плане, но и среди стран—членов СНГ, поскольку последующее развитие экономики должно опираться на четкую структуру гармонизированной нормативно-технической базы. Система стандартизации предусматривает создание основополагающих нормативных документов, на базе которых разрабатываются производные документы, учитывающие специфику областей строительства, включая требования к отдельным материалам, методам их испытаний и контролю качества, а также к правилам расчета и обеспечения долговечности различных типов сооружений в жилищно-гражданском, гидротехническом, транспортном и других направлениях строительства.

Немаловажным фактором в системе стандартизации бетона должны стать единый подход к терминологическим понятиям физических величин, строго оговоренные обозначения показателей качества — материалов и расчетных величин, а также система размерностей.

В заключение следует отметить, что изложенный в настоящей статье материал является концептуальной позицией разработчиков нового стандарта России в области строительства.

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ!

ИП "СОВПАТЕНТ" предлагает прогибомеры динамометрические (датчики давления) ПДМ-70 и электродвигатели мощностью 7 кВт (750 об/мин).

Обращаться 142040, Моск. обл., г. Домодедово, Главпочта, а/я 7.
Контактный тел. в Москве: (095) 174-85-92

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Т.И. МАМЕДОВ, канд.техн.наук (ГНЦ РФ "Строительство")

XII Конгресс ФИП в Вашингтоне

В мае 1994 г. в Вашингтоне (США) был проведен очередной XII Конгресс Международной Федерации бетона и железобетона (ФИП) под девизом "Сборный железобетон в будущем столетии".

Конгрессы являются наиболее значительным событием в деятельности ФИП, они проводятся, как правило, один раз в четыре года и их организации уделяется много сил и внимания.

XII Конгресс был совмещен с ежегодной 40-й Конвенцией Американского Института сборного преднапряженного бетона (PCI) и был проведен с присущим американцам широким размахом.

В работе Вашингтонского Конгресса приняло участие около 1300 специалистов из 60 стран, в том числе около 800 иностранных делегатов и 500 специалистов США. От России в его работе приняло участие 5 человек.

Конгресс и Конвенция проходили в отеле Шератон, размеры и технические возможности которого позволили без сбоев провести запланированные программой Конгресса мероприятия:

заседания технических комиссий ФИП; наши специалисты принимали участие в заседаниях двух основных комиссий: "Напрягаемые стали и материалы" (Мадатян С.А.), "Сборный железобетон" (Сасонко Л.В.);

заседание Административного Совета ФИП, в котором принимал участие автор данной статьи — постоянный член Совета;

заседание Совета Директоров PCI;

генеральная Ассамблея членов ФИП с участием всех делегатов—членов ФИП;

пленарные заседания, на которых заслушивались: генеральные доклады крупных специалистов по наиболее интересным проблемам; доклады представителей стран—членов ФИП о достижениях в области бетона и железобетона в последние годы в этих странах (в основном выступили представители западных стран); доклады председателей технических комиссий ФИП о результатах проделанной работы за прошедший период (4 года);

работа сессий по тематическим направлениям;

вручение медалей ФИП выдающимся специалистам в области бетона и железобетона;

присуждение специальных дипломов ФИП и PCI выдающимся строительным сооружениям;

техническая выставка строительных фирм—участниц Конгресса.

В целом по итогам Конгресса можно отметить, что современное развитие железобетона характеризуется существенным усовершенствованием и усложнением технологии бетонных и арматурных работ.

В инженерной практике достигнуты выдающиеся результаты: построены железобетонный вантовый мост с центральным пролетом более 400 м, балочный мост с центральным пролетом более 200 м, другие ответственные сооружения из бетона, в том числе корпуса атомных реакторов и защитных оболочек АЭС, нефтедобывающие платформы, установленные в море в сотнях километрах от берега при глубине воды более 200 м, и т.д.

Здания с железобетонным монолитным каркасом достигли 80 этажей и конкурируют с небоскребами со стальным каркасом; разработаны бетононасосы для подачи бетонной смеси на высоту уже не одной сотни метров; мощность отдельных (единичных) напрягаемых арматурных канатов превысила уровень 1000 тс; в строительстве из сборного железобетона разработаны и успешно реализуются критерии разделения несущих и теплоизолирующих функций ограждающих конструкций, принципы гибкой планировки, демонтируемости зданий, эффективные конструкции сухих стыков и т.д.

Широко изучаются возможности использования новых материалов для улучшения технологии производства и эксплуатационных свойств железобетонных конструкций, в первую очередь за счет применения разнообразной гаммы модификаторов бетона, микрокремнезема, фибрового армирования, в том числе углепластиком; расширяется применение сверхпрочных бетонов и новых видов стальной и неметаллической арматуры.

В мировой строительной практике в последние годы достигнут значительный прогресс в области защиты строительных конструкций от коррозии. Это позволило повысить уровни напряжений при эксплуатационных нагрузках и соответственно поднять уровень назначаемых нагрузок.

Все большее внимание стало уделяться эстетике возводимых железобетонных сооружений, их архитектурному облику, гармонии с окружающей средой, сертификации строительной продукции. Ряд выдающихся железобетонных сооружений в последние годы был отмечен специальными дипломами именно по критериям эстетики.

В производстве бетона и железобетона, помимо внедрения более экономичных и экологически чистых процессов, отчетливо стала проявляться неуклонная ориентация на повышение качества и долговечности конструкций и сооружений. Это достигается путем дальнейшего усложнения и усовершенствования конструктивных решений, технологий и применения более дорогих, но высококачественных материалов.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

К открытию Конгресса были изданы его материалы в виде двухтомника общим объемом почти 600 страниц, содержащего около ста докладов участников по следующим тематическим направлениям:

состояние и перспективы развития железобетонных конструкций;

новые материалы и технологии;

сборный железобетон, Пособие ФИП по расчету и проектированию сборных железобетонных конструкций;

сооружения из сборного железобетона в сейсмических условиях;

сборные преднапряженные мосты;

строительные нормы и правила;

преднапряженные железобетонные конструкции;

железобетон и окружающая среда.

Третий том материалов Конгресса предусматривалось издать позже, с включением в него генеральных докладов, докладов технических комиссий, а также стендовых докладов.

На Конгрессе в торжественной атмосфере, что уже стало традицией, были присуждены награды ФИП — медали Фрейсине и медали ФИП специалистам, внесшим большой вклад в развитие бетона и железобетона.

Медалями Фрейссине (самая почетная награда ФИП) были награждены Рене Вальтер (Швейцария); Ганс Виттфот (Германия); Александр С. Скорделис (США). Медали ФИП были вручены Норману С. Скотту (США) и Арнольду Ван Аккеру (Бельгия).

В повестке дня заседания Административного Совета ФИП стоял вопрос о членских взносах. Было отмечено, что ряд стран—членов ФИП на протяжении нескольких лет не платит взносы. В результате обсуждения Совет принял решение, согласно которому коллективным членам ФИП, не оплатившим членские взносы последние три года и не гарантирующим возмещение задолженности, с 1995 г. не будет направляться журнал ФИП и материалы, публикуемые по результатам работы технических комиссий этой организации.

В числе стран, не оплативших членские взносы в течение последних 4 лет (с 1991 г.) и соответственно подпадающих под это решение, была названа и Россия. В этой связи нужно отметить, что техническая информация, получаемая нашими специалистами в результате участия в международной деятельности ФИП, представляет большую научную и практическую ценность для отечественного строительства. Поэтому несмотря на трудности, с которыми сталкивается в последние годы отечественная строительная наука, необходимо изыскать возможности для погашения задолженности по оплате членских взносов России в ФИП, начиная хотя бы с 1994 г. Это позволит отечественным специалистам принимать активное участие в международных научно-технических мероприятиях и тем самым ускорит процесс их интеграции с международным научно-техническим сообществом.

В числе наиболее интересных мероприятий, намеченных к проведению в ближайшие два года, можно отметить Международные симпозиумы по следующим проблемам:

1995 год

Конструкции из бетона на легких заполнителях (20—24 июня, Сандефьерд, Норвегия);

Бетон на службе человечеству (24—28 июня, Данди, Шотландия);

Бетон в суровых условиях (2—4 августа, Саппоро, Япония);

Неметаллическая арматура (23—25 августа, Гент, Бельгия);

Бетон'95. Совершенствование конструкций из бетона (4—7 сентября, Брисбейн, Австралия).

1996 год

Проектирование с учетом экономики, окружающей среды и энергии (16—20 июня, Копенгаген, Дания);

Железобетонные конструкции с натяжением арматуры на бетон (25—27 сентября, Лондон, Великобритания).

В целом результаты работы Конгресса еще раз показали, что в настоящее время бетону и железобетону как основным строительным материалам нет альтернативы и приоритетными направлениями их развития и применения на современном этапе продолжают оставаться:

разработка новых эффективных видов бетона (высокопрочных, быстротвердеющих, легких, ячеистых, напрягаемых, водонепроницаемых, жаростойких, коррозионно-стойких и др.);

разработка новых видов сборных, сборно-монолитных и монолитных железобетонных конструкций жилых, гражданских, производственных зданий, инженерных сооружений и частей машиностроительного оборудования из обычных, легких, ячеистых и других специальных бетонов;

разработка новых типов металлической и неметаллической арматуры для обычных и предварительно напряженных железобетонных конструкций;

создание прогрессивных технологий бетонных и арматурных работ, механизированного изготовления железобетонных конструкций, обеспечивающих экономию цемента и металла, интенсификацию твердения бетона в различных температурных и климатических условиях;

повышение долговечности и надежности бетонных и железобетонных конструкций;

совершенствование методов обследования, диагностики и усиления сооружений при повреждении конструкций или при реконструкции предприятий; разработка новых методов контроля качества бетона, арматуры и конструкций;

осуществление мероприятий, направленных на снижение и компенсацию отрицательного воздействия производства железобетона на окружающую среду.

Представленные прогнозы в очередной раз показали, что бетон и железобетон сохраняют свое ведущее положение среди других строительных материалов и в XXI веке.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

*Рене Вальтер — известный специалист в области проектирования и строительства мостов; профессор Федерального технологического института в Лозанне (Швейцария); почетный профессор Штутгартского (Германия) университета, в котором руководил отделением стали и бетона в институте Отто-Графа с 1960 по 1969 гг.; среди опубликованных работ известна его монография "Подвесные мосты", изданная в 1986 г.

Ганс Виттфот — более 40 лет назад разработал метод преднапряжения, позволяющий концентрировать высокие усилия обжатия в одиночном пучке; первым применил на практике непрерывные преднапряженные пучки при строительстве мостов навесным методом; участвовал в строительстве мостов во многих странах и всегда стоял во главе прогрессивных программ, включая ранние работы по подвесным мостам; многие годы был Президентом Международной строительной компании в Германии; награжден медалью ФИП в 1978 г.; был Президентом ФИП с 1984 по 1988 г.

Александр С.Скорделис — видный американский ученый, участвовал в качестве консультанта в более 40 крупных строительных проектах; обладатель многих наград; почетный член Американского общества инженеров-строителей; в 1978 г. избран в Национальную академию инженеров "за разработку и применение прогрессивных методов расчета в проектировании уникальных строительных систем". Многие годы возглавлял программу исследований мостовых балок коробчатого сечения. В настоящее время — председатель департамента строительства в Беркли (США).

Норман С.Скотт (США) — председатель и исполнительный директор "Консалтинг инженирс груп" (штат Иллинойс). Известен как высококлассный специалист в области сборного железобетона. Многие годы активно и плодотворно участвовал в работе соответствующих технических комиссий ФИП, PCI и ACI; в прошлом — президент ACI. В настоящее время возглавляет проекты строительства нового Олимпийского стадиона в Атланте, а также профессиональных футбольных стадионов в Северной Каролине и Флориде.

Арнольд Ван Аккер (Бельгия) — известный специалист в области сборного железобетона, работает в этой области более 32 лет. В настоящее время — директор департамента исследований и строительства в "Партек Конкрит Интернешнл". Активно участвовал в разработке бельгийских и европейских норм проектирования и строительства из бетона, в частности в составлении раздела Еврокода "Сборные железобетонные конструкции и изделия". Участвует в работе ФИП с 1978 г.; председатель технической комиссии ФИП с 1986 г. Последние два года возглавлял работы по составлению и изданию "Пособия ФИП по проектированию зданий из сборного железобетона".

В.М. БОНДАРЕНКО, Р.Л. СЕРЫХ, В.И. РИМШИН

Силовое сопротивление материалов, конструкций и зданий

22 марта 1995 г. в Российской академии архитектуры и строительных наук состоялись чтения по теме "Проблемы и модель силового сопротивления материалов, конструкций и зданий". В них приняли участие 48 ведущих специалистов страны в данной области строительной науки, 12 из которых выступили после доклада вице-президента РААСН академика В.М. Бондаренко.

В научных сообщениях Почетного члена академии Б.Г. Коренева, академиков РААСН С.Н. Булгакова, Н.И. Карпенко, В.И. Ильичева, членов-корреспондентов Т.И. Барановой, Г.А. Гениева, Г.В. Мурашкина, Е.М. Чернышева, Н.Н. Шапошникова и других ученых, специалистов вузов и НИИ России нашел отражение широкий спектр достижений и проблем, накопившихся в фундаментальных и прикладных исследованиях в рассматриваемой области строительной науки.

Главная цель чтений заключалась в оценке проблемы и ее дальнейшем развитии в научном и прикладном планах, что обеспечивает устойчивое развитие науки и общества.

Основными задачами, поставленными на обсуждение, являлись:

развитие и совершенствование концептуальных основ методик оценки силового сопротивления материалов, конструкций, зданий;

оптимизация методов экспериментальных исследований различных материалов и конструкций для объективного получения информационных данных;

современные рабочие гипотезы силового сопротивления;

развитие представлений о нелинейных задачах силового сопротивления, взаимодействие конструктивных систем зданий и сооружений;

проблемы оптимизации и управление гистерезисными качест-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вами и работоспособностью конструкций;

совершенствование статистических и вероятностных методов расчета;

разработка и совершенствование расчетных моделей силового сопротивления материалов и конструкций;

особенности объемного и сложного силового сопротивления твердых тел в теории строительных конструкций;

методология построения модели сопротивления конструкций деформированию и разрушению;

вопросы оптимизации строительных решений.

Развитие поставленных задач и их решение позволяет увязать теоретические представления с практическим приложением для обеспечения надежности и долговечности материалов, конструкций и зданий в целом. Последние при этом рассматриваются как единая конструктивная система, воспринимающая силовые нагрузки.

Среди частных задач можно выделить следующие:

обеспечение эффективного энергосбережения в зданиях и сооружениях путем изменения конструктивных систем;

создание методов прогнозирования риска несущей способности зданий и сооружений в условиях природных и техногенных воздействий;

объективная оценка системы накопления повреждений в строительных конструкциях при различных силовых воздействиях.

В последующих выступлениях ведущих ученых России, академиков и членов-корреспондентов РААСН было отмечено, что поставленная проблема является весьма актуальной и охватывает как вопросы строительного материаловедения и технологии получения материалов и изделий, так и теоретические задачи надежности и расчета конструкций зданий и сооружений с привязкой их к фактическим условиям эксплуатации. При этом полагается, что аналитическое описание модели сопротивления должно быть приемлемо для решений конкретных задач с учетом нелинейности взаимосвязей, вязкости системы, внутреннего трения, наличия градиентов напряжения и других факторов. Динамические задачи в теории сопротивления материалов и конструкций и систем потребуют учета волновых процессов и развития деструктивных явлений в их нелинейной постановке.

Поскольку строительные конструкции зданий и сооружений, как правило, испытывают сложное нагружение и находятся в различного рода напряженных состояниях, необходимо развивать соответствующие программные комплексы сеточного моделирования. Это следует осуществлять с учетом выявленных критериев силового сопротивления материалов различной структуры, наиболее опасных механизмов разрушения и деформирования, возможности изменения во времени траектории нагружения, а также масштабных факторов оценки критериев прочности в структуре материала.

С этой целью целесообразно основную стадию прогноза поведения материала, конструкции и здания в целом при силовом нагружении осуществлять с использованием компьютерной техники. Такое моделирование могло бы учитывать работу материала и конструкции в различных стадиях изготовления, монтажа и эксплуатации; при этом должна быть обязательной обратная связь оператора с машиной.

Немаловажное место в изучении проблемы сопротивления материалов и конструкций силовым воздействиям должно быть отведено построению реономенологических моделей структуры материала. Эти модели должны предусматривать: оптимизацию и рассмотрение ее масштабных уровней; изучение и учет сопротивления химических и механических связей, созданных при твердении камневидных твердых тел; механизм разрушения на основе теории развития трещин.

В обсуждениях отмечалась необходимость создания методов тестирования программных комплексов, обеспечивающих их функциональную приспособляемость, а также оценку погрешностей определяемых значений деформаций, напряжений и усилий во взаимосвязи с расчетными схемами и связевыми элементами конструктивных систем зданий и сооружений.

В работе академических чтений принял участие президент РААСН академик А.Г. Рочегов.

По итогам чтений выпускается сборник основных научных выступлений участников дискуссии.

3-я Международная специализированная выставка-ярмарка "СТРОЙТЕХ-95"

Вот уже в третий раз в Москве в парке "Сокольники" прошла (20—26 апреля 1995 г.) ставшая уже традиционной весенняя строительная выставка-ярмарка "СТРОЙТЕХ-95". Ее общая экспозиционная площадь — 10 тыс.м^2 в павильонах и 5 тыс.м^2 на открытых площадках. Количество экспонентов в этом году почти на 1/3 больше, чем в 1994, расширилась география участия как российских, так и зарубежных фирм и организаций. Это свидетельствует о наличии у строителей конкурентоспособной продукции, а также об укреплении позиций и роста авторитета "Московской ярмарки" на рынке выставочного бизнеса. Об этом говорит и возросшее в этом году число так называемых коллективных организаторов.

Организаторы выставки: Министерство строительства Российской Федерации, выставочный центр "Московская

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ярмарка", фирма "Глахе Интернациональ КГ" (ФРГ).

Страны-участницы: ФРГ, США, Швеция, Финляндия, Дания, Польша, Италия, Швейцария, Словакия, Эстония, Нидерланды, Австрия, Югославия, Турция, Франция, Великобритания, Россия, Украина, Беларусь, Казахстан.

Около 400 фирм из 20 стран мира, России и государств СНГ продемонстрировали:

современные технологии и ноу-хау;

экологически чистые строительные материалы;

подъемно-транспортное оборудование, дорожные и дорожно-ремонтные машины и механизмы, а также коммунальные машины;

строительно-отделочные машины и механизмы, разнообразный строительный инструмент;

санитарно-техническое, отопительное, вентиляционное оборудование, оборудование подготовки горячей воды, технику измерения и регулировки тепла и воды;

современные экологически чистые и энергосберегающие системы и технологии.

Среди российских коллективных организаторов хотелось бы выделить следующие: ЦБНТИ Минстроя России, АО Машмир и Московскую торгово-промышленную палату совместно с Московской Гильдией предприятий строительной индустрии, объединяющей производителей строительных материалов, конструкций, проектные и строительные фирмы и организации Москвы и Московской области.

Центральное бюро научно-технической информации (ЦБНТИ) Минстроя России — информационная, издательская, выставочная, рекламно-коммерческая, посредническая, маркетинговая деятельность — имеет деловые контакты с выставочными центрами в Англии, Финляндии, Франции, Германии, а также в Нижнем Новгороде, Уфе, Новосибирске. ЦБНТИ Минстроя России, имея банк данных по строительным организациям Урала, Сибири и Дальнего Востока, значительно расширил географию участия в выставке российских предприятий. Среди них: АО Уральский ДСК из Екатеринбурга, АО Чебаркульский Крановый завод (г. Чебаркуль Челябинской области), Магнитогорский завод механомонтажных заготовок, АО "Промжилстрой ММК — Завод керамических изделий из Магнитогорска, завод Дормаш из г. Верхний Уфалей Челябинской области и т.д. Отрадно отметить широкую географию выставки "СТРОЙТЕХ-95". Это предприятия из Самарской области (Полимер-стройматериалы, Алексеевский комбинат строительных материалов, АО Кубра, ТОО Астра, ТОО Синтерос), из Ленинградской области (Престиж, г, Пушкин, АО НИИстроммаш, г. Гатчина), из Челябинской области (АО Уралавтоприцеп, Златоустовский завод легких металлических конструкций), а также из Орловской, Калужской, Свердловской и Тверской областей, из Иваново, Красноярска, Воронежа, Перми и других городов России. По-прежнему в выставках, организуемых "Московской ярмаркой", принимают участие крупные предприятия: из Беларуси — Коллективный стенд Минстройархитектуры Беларуси, Концерн Амкодорпроизводитель строительно-дорожной и снегоуборочной техники, автобусов, техники для лесопромышленного комплекса, СКТБ "Сарматия" — энергосберегающие технологии в строительстве, АО Керамин — крупный производитель керамической плитки и сантехники; с Украины — Черкасский завод "Строммашина", АО "Атек" — крупный производитель экскаваторов, Николаевский завод "Дормашина".

АО "Машмир" представляет на своих стендах экспозицию по строительному и дорожному машиностроению: АО "Туймазинский завод автобетоновозов" из Башкортостана, АО "Пневмостроймашина" из Екатеринбурга, "Сибниистройдормаш" из Красноярска, Машиностроительный завод "Прогресс" из Крыма, Ивановское АО "Автокран", АО "Тверской экскаваторный завод", АО "Ковровский экскаваторный завод", АО "Брянский арсенал" и другие. Вообще большую часть экспозиции занимают предприятия и фирмы, занимающиеся вопросами механизации строительства, много популярной ныне мини-техники, спрос на которую постоянно растет. Кроме выше названных следует отметить и таких производителей и продавцов строительно-дорожной, подъемно-транспортной и коммунальной техники как российских, так и зарубежных: "Логлифт АО" (Финляндия) — грейферные погрузчики для тяжелых захватных операций; "ЦСМ Тисовец а.с." (Словакия) — строительные машины марки UDS и телескопические манипуляторы марки TELEMAN; "КЛЕММ/ИНГЕРЗОЛЬ — РЭНД" (ФРГ) — анкерные буровые машины, машины направленного бурения, гидравлические бурильные молотки и т.п.; "Мартимэкс Альфа" (Словакия) — продажа, гарантийное обслуживание, запасные части, ремонт строительно-дорожной техники производства Чехии и Словакии; "ППС Детва" (Словакия) на базе бывшего военного производства выпускает минипогрузчики различной модификации, а также фирмы "Дормаш", АО "Спецтехника", МФ "Барс", Карачаровский механический завод, АО "Балашихинский крановый завод", ПСП "Комтекс", фирма "Кудесник", АО "Москвич" и другие из России.

Большая часть экспозиции выставки ориентирована на программу жилище: жилые дома различной этажности, малоэтажное строительство.

Еще шире, чем в прошлом году, номенклатура отделочных материалов, удовлетворяющих потребителя с различным уровнем дохода: изделия из керамики, стекла, полимеров, металла, натурального камня, представляющих экологически чистую продукцию с высокими эстетическими качествами (АО "Кучинский керамкомбинат", АО "Гончар", фирма "Интеркерамика", АО "Мосстройпластмасс", союз "Метроспецстрой", Московский камнеобрабатывающий комбинат, АО СП

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ТигиKNAUF, завод Мосметаллоконструкция, АО "Алпром", фирма КВ, АО завод строительных красок и мастик).

Особенностью нынешней экспозиции является большое количество строительных и ремонтно-строительных фирм, частных и акционированных, более мобильных на строительном рынке, чем государственные. И это хорошо, т.к. помимо нового строительства не менее важное значение приобретает сохранность и обновление действующего жилого фонда, капитальный ремонт и реконструкция. Корпорация "Подмосковье" производит застройку престижных районов Подмосковья современными, охраняемыми, комфортабельными жилыми поселками с полным инженерным обеспечением и объектами социальной инфраструктуры. Финансово-строительный консорциум "Анжел-Конкор" — строительство коттеджей, а также многоэтажных домов по новой, экологически чистой, экономичной, эффективной технологии монолитного строительства в несъемной опалубке из плит "Велок-Зидарт", АО "Компания Мособлстрой", объединяющая более 80 строительных фирм и организаций, осуществляет строительство на территории Московской области, а также проводит работы по ремонту зданий и сооружений. ПСФ "Импульс-М" — строительство и реконструкция мостов и путепроводов, английская технология текстурного бетонирования тротуаров и пешеходных дорожек. НПФ "Ресма" — реставрация, реконструкция и воссоздание памятников архитектуры, сохранение уникальных методов и традиций русского зодчества. Одна из ведущих российских реставрационных фирм.

В этом году на выставке **"СТРОЙТЕХ-95"** в Сокольниках появились фирмы, которые вообще впервые выставляют свою продукцию в России. Это, например: фирма "Мовейбл Пауер + Г.Г. Инжиниринг Б.В." из Нидерландов — производитель установок для отопления и кондиционирования воздуха в контейнерном исполнении для установки на крыше и на полу; "Фиссманн Верке ГибХ и Ко" из ФРГ занимает ведущее место в Европе по производству отопительной техники, энергосберегающей и сохраняющей окружающую среду; "Глинвед Пластикс Интернейшнл" из Великобритании — одна из ведущих в мире компаний по изготовлению и сбыту систем напорных трубопроводов из пластмассы; "АО Макрофлекс" — дочерняя фирма "АО Уренол Ойтти" (Финляндия) — экологически чистая продукция, изготовленная на основе полиуретана (герметики, Макрофлекс, изоляционные плиты Пур, Макропанель); "АББ Стройтехника" — дочерняя фирма, входящая в состав транснационального электротехнического концерна "АББ", предлагает в широком ассортименте компоненты и оборудование для строительства и технического обустройства зданий и решения задач электрификации, вентиляции и кондиционирования объектов; а также ряд фирм из Польши и Югославии.

Подводя итоги, можно сказать, что экспонаты выставки отвечают в основном главным направлениям, обеспечивающим в настоящем и будущем жизнедеятельность строительной отрасли.

А.А.Шлыков

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

Корректор *Н.Я. Шатерникова*

Подписано в печать 27.05.95. Формат 60x88 1/8. Печать офсетная. Бумага книжно-журнальная.
Усл.печ.л. 3,92. Усл.кр.-отт. 4,92. Уч.-изд.л. 5,2. Тираж 1 800 экз. Заказ № 884

Адрес редакции:
Москва, Георгиевский пер., д. 1, строение 3, 3-й этаж
Почтовый адрес редакции (экспедиция): 101442, Москва, Долгоруковская ул., 23а
тел. 292-62-05

Отпечатано в типографии № 9
Комитета РФ по печати
109033, Москва, Волочаевская, д. 40

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Стройиздат предлагает Вам книги для полезного досуга:

- Дымовые трубы печей индивидуальных домов Л. Паркани
- Инженерное оборудование индивидуального дома: Справ.пособие А.С. Шварцман и др.
- Колодцы и погреба А.М. Шепелев
- Кровельные материалы для строительства и ремонта индивидуального дома С.Х. Исламкулова
- Лепка в доме и квартире А.М. Шепелев
- Наш дом Ф. Годеман
- Обшивка деревом. Бетонные растворы Ю.А. Новикс
- Отопление и горячее водоснабжение индивидуального дома Ю.П. Соснин, Е.Н. Бухаркин
- Раздвижные перегородки, двери и солнцезащитные устройства Б.И. Зингер
- Слесарю-сантехнику Ю.Н. Саргин
- Справочник домашнего мастера А.М. Шепелев
- Строительство и оборудование индивидуального дома
- Теплица в Вашем доме Ю. Эрат, Дж. Вулстон
- Юридический справочник строителя В.И. Козлов

Фолдеры — двусторонние плакаты в виде буклета. Они подробно, в четкой технологической последовательности и с помощью многочисленных рисунков рассказывают о том, как наиболее эффективно и аккуратно выполнять работы в квартире, на даче и приусадебном участке:

- Малярные работы
- Паркетные работы
- Кровельные работы
- Стекольные работы
- Ремонтируем сантехнику
- Предупреждение квартирной кражи
- Приусадебное водоснабжение
- Выращиваем картофель
- Как сохранить овощи
- Устройство колодца
- Финская баня
- Гараж

Эти книги Вы всегда найдете на прилавках Ассортиментного кабинета издательства Стройиздат по адресу:

101442, Москва, Долгоруковская ул., 23-а (ст.м. Новослободская);
т е л. 978-32-55
ф а к с 978-79-00

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Обл. библ-ка

СОЛУТ

ТУ-113-03-18-88
побочный продукт производства Диафена ФП-
антистарителя резино-технических изделий

Индекс 70050

СОЛУТ - активатор твердения цементных бетонов.

Содержание СОЛУТА в бетонной смеси 0.5-2.0 %.
СОЛУТ увеличивает подвижность бетонной смеси, улучшает ее удобоукладываемость, повышает прочность изделий на 8 %, сокращает время тепловой обработки на 6 часов.

СОЛУТ ускоритель твердения бесцементного золобетона.

Содержание СОЛУТА в смеси 1.5-2.0 %.
Изделия из смесей содержащих СОЛУТ, на бесцементных вяжущих имеют прочность после пропаривания до 35 МПа, через 28 суток - до 44 МПа, а водонепроницаемость В 4.

СОЛУТ активатор твердения малоцементных бетонов.

У бетонов из смесей, содержащих СОЛУТ, расход цемента на 10 % ниже нормы, прочность остается в пределах показателей без сокращения расхода вяжущего, сокращается время тепловой обработки на 6 часов.

На применение СОЛУТА имеется разрешение Минздрава.

Технические характеристики

Наименование показателей	Нормативы
Внешний вид	Гранулы длиной до 10 мм или кусочки неправильной формы
Массовая доля сульфата натрия, %	40-60
Массовая доля хлористого натрия, % не более	30,0
Массовая доля тиосульфата натрия, % не менее	20,0
Массовая доля влаги, % не более	15,0

Транспортировка навалом в железнодорожном или автомобильном транспорте.
Хранение в закрытых складах.

По вопросам приобретения обращаться :
РОССИЯ 650099 г.Кемерово АО"АЗОТ"
Тел.: (3842) 222691,220936
Факс: (3842) 220008
Телетайп: 215187 ЛУНА
Телекс: 215229 PTB SU

Консультации по техническим вопросам :
РОССИЯ 650026 г.Кемерово
ул.Весенняя 28 КГТУ
Тел.: (3842) 232387,233323
Факс: (3842) 230808

AZOT
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ISSN 0005—9889 Бетон и железобетон. — 1995. №3. 1—32

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru