ISSN 0005-9889

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1
2000

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
средств контроля качества строительных работ

ПРЕДЛАГАЕТ

↓ ЗАВОДСКИМ,
↓ СТРОИТЕЛЬНЫМ ЛАБОРАТОРИЯМ
↓ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ ЦЕНТРАМ

КОМПЛЕКТ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ОБСЛЕДОВАНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

УСТРОЙСТВА ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ:

- ***водонепроницаемости бетона*** → **«ВВ-2»**
- ***активности цемента:***
  - **механическим методом** → **«КАМИН»**
  - **по скорости тепловыделения** → **«ЭКСПРЕСС-1»**
- ***прочности и однородности бетона:***
  - **ультразвуковым методом** → **«БЕТОН-22»**
  - **методом упругого отскока** → **«ОМШ-1»**
  - **методом вырыва анкера** → **«ПБЛР»**

***а также* ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ:**

- ***измерения защитного слоя бетона*** → **«ИЗС-10Н»**
- ***выбуривания образцов-кернов в бетонных конструкциях с целью определения прочности бетона*** → **«БУРКЕР»**
- ***испытания бетона на растяжение при изгибе*** → **«УРИ»**
- ***оценки водонепроницаемости и фильтрации бетона*** → **«УВФ-6»**
- ***тепловой обработки бетона, ускоренного определения прочности и нормального хранения образцов (камера универсальная пропарочная)*** → **«КУП-1»**

КОНТАКТНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ:

(095) 539–36–03, тел./факс (095) 972–43–67, 179–85–17

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

1 (502)
Февраль 2000

Издается с апреля 1955 г.

Учредители:
НИИЖБ, ВНИИжелезобетон

СОДЕРЖАНИЕ

БЕТОНЫ

СИЛИНА Е.С., ШЕЙНФЕЛЬД А.В., БОРЫГИН С.Т. Свойства бетонных смесей с модификатором бетона МБ-01 3

СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

АМБАРЦУМЯН С.А. Утепление щитов греющей опалубки для зимнего бетонирования 6

ЗАВОДСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

КРАКОВСКИЙ М.Б., БРУССЕР М.И. ЭВМ — программа для контроля, учета и регулирования производства бетона 8

МАРКАРОВ Н.А., АСАТРЯН В.Г. О замене электротермического способа натяжения арматуры механическим при изготовлении многопустотных настилов 10

ВОПРОСЫ РЕКОНСТРУКЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ

ЗАБЕГАЕВ А.В., ТАМРАЗЯН А.Г., ЛЮБЛИНСКИЙ В.А., АРУТЮНЯН Р.Г. Безопасность восстанавливаемых зданий с изменяющейся конструктивной схемой несущих систем и физической нелинейностью материала 12

В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ

КУДЗИС А. Сопротивление жестких железобетонных узлов рамных систем при значительных боковых нагружениях 16

В ПОМОЩЬ ЗАВОДСКИМ ЛАБОРАТОРИЯМ

ОВЧАРОВ В.И. Приборы для контроля качества бетона 19

ВОПРОСЫ КАЧЕСТВА

УТКИН В.С., УТКИН Л.В. Оценка качества продукции при малой или нечеткой информации 21

ИНФОРМАЦИЯ

ЗВЕЗДОВ А.И., САСОНКО Л.В. Симпозиум *fib* 1999 г. "Конструкционный бетон — мост между людьми" 23

НАМ ПИШУТ

КОРШУНОВ Д.А. О мерах обеспечения морозостойкости бетона 26

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

ВОЛКОВ Ю.С. Монолитный железобетон 27

БИБЛИОГРАФИЯ

ЖОРДАНИЯ Т.Г. Своевременный и нужный учебник 30

УШЕРОВ-МАРШАК А.В. Эпоха в технологии бетона 31

Москва
Издательство
"Ладья"

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации РФ. Рег. № 01080
Издательская лицензия № 065354 от 14.08.97

© Издательство "Ладья", журнал "Бетон и железобетон", 2000

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Обращение президента Ассоциации "Железобетон" д.т.н. А.И.Звездова

Уважаемые коллеги!

Обращаюсь к Вам на новом этапе существования и развития нашей Ассоциации и приглашаю к активному участию в ее работе.

Ассоциация "Железобетон" — это межрегиональная общественная научно-техническая организация, которая объединяет специалистов научно-исследовательских институтов, учреждений высшей школы, проектного дела и строительной индустрии с целью выработки технической политики и обеспечения прогресса в проектировании, исследовании, изготовлении и использовании бетона и железобетонных конструкций в строительстве.

Ассоциация является творческим содружеством ее членов, общей целью которых является дальнейшее совершенствование и развитие бетона и железобетона во всех отраслях строительства, определение активной маркетинговой политики и поддержание высокой конкурентоспособности бетона и железобетона по отношению к другим видам строительных материалов.

Индивидуальные и коллективные члены Ассоциации участвуют в подготовке и проведении различных ее мероприятий.

Каждый член Ассоциации входит в состав региональных отделений.

Ассоциация регулярно проводит семинары, симпозиумы, конференции, готовит и по заявкам своих членов рассылает информационные сборники и различные документы.

Члены Ассоциации, как правило, участвуют в работе технических комитетов и комиссий по различным вопросам развития бетона и железобетона.

Информация о работе Ассоциации, проведении конференций, подготовке документов, а в ряде случаев и их публикация осуществляются через журнал "Бетон и железобетон".

Ассоциация предполагает большую издательскую деятельность, учитывая тот факт, что ее члены активно участвуют в работе международных организаций — *fib* и RILEM.

Совет Ассоциации может создавать специальные фонды и утверждать гранты для проведения отдельных работ, исходя из финансового состояния Ассоциации.

Ассоциация является некоммерческой организацией, т.е. ее доход идет только на выполнение уставных целей и не распределяется в виде прибыли среди коллективных и индивидуальных членов.

Денежные средства Ассоциации складываются из членских взносов коллективных и индивидуальных членов, спонсорских взносов, средств от продажи научно-технических и информационных материалов, а также из поступлений от иной деятельности, не противоречащей законам.

На 2000 г. решено установить следующие размеры взносов для коллективных и индивидуальных членов.

Коллективные члены

Старшие члены

годовой взнос 8 тыс.руб.— имеют право на своего представителя в Совете Ассоциации и право решающего голоса на конференции

Члены

годовой взнос 4 тыс.руб. — имеют право решающего голоса на конференции

Наблюдатели

годовой взнос 2 тыс.руб.— имеют право совещательного голоса на конференции

Индивидуальные члены

Титулярные члены

годовой взнос 600 руб. — имеют право возглавлять комитеты и комиссии Ассоциации

Члены

годовой взнос 150 руб. — имеют право входить в комитеты и комиссии Ассоциации

Наблюдатели

годовой взнос 35 руб. — специалисты в возрасте до 35 лет.

Почетные члены Ассоциации не платят взносов.

Всю корреспонденцию можно направлять исполнительному директору Ассоциации Сасонко Л.В. по адресу: 109428, Москва, 2-я Институтская, 6, тел./факс 174-78-48, E-mail: niizhb@glasnet.ru.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Е.С.СИЛИНА, А.В.ШЕЙНФЕЛЬД, кандидаты техн. наук, Н.Ф.ЖИГУЛЕВ, инж. (НИИЖБ); С.Т.БОРЫГИН, инж. (Мосинжбетон)

Свойства бетонных смесей с модификатором бетона МБ-01

В связи со значительной переориентацией строительной промышленности в последнее десятилетие в область монолитного бетона существенно возросли требования к качеству бетонных смесей, которые, как правило, доставляются с бетонносмесительных узлов на стройплощадку в автобетоносмесителях и подаются к месту укладки бетононасосами.

Основными требованиями, которым должны удовлетворять бетонные смеси, являются их высокая подвижность (марка по удобоукладываемости П4–П5), длительная сохраняемость во времени, нерасслаиваемость. К полученным из таких бетонных смесей бетонам часто предъявляются требования высокой прочности, морозостойкости, коррозионной стойкости, низкой проницаемости. Проведенные исследования и имеющийся опыт работы показали, что именно такими свойствами обладают бетонные смеси и бетоны, в состав которых введен модификатор МБ-01. Он представляет собой порошкообразный продукт на органо-минеральной основе, содержащий в своем составе микрокремнезем конденсированный, суперпластификатор С-3 и регулятор твердения.

Результаты исследований, описанные в настоящей публикации, относятся к бетонным смесям, имеющим осадку конуса 18–22 см. Высокая подвижность бетонных смесей с МБ-01 (при невысоком водотвердом отношении, равном 0,28–0,34) достигается за счет наличия в составе модификатора суперпластификатора С-3; степень разжижения, кроме величины В/Т, определяется маркой применяемого модификатора (количеством СП С-3, входящего в его состав) и дозировкой модификатора в составе бетона.

Высокая степень сохраняемости бетонной смеси с модификатором МБ-01, транспортируемой в автобетоносмесителе, особенно в сравнении с бетонной смесью, изготовленной на обычном портландцементе с СП С-3, показана на рис.1.

Высокоподвижные и литые бетонные смеси с модификатором МБ-01 обладают более высокой связностью по сравнению с бетонной смесью с СП С-3 и практически не расслаиваются и не отделяют воды, давая возможность получать однородный бетон вне зависимости от высоты бетонируемой конструкции. Подтверждением этому служат данные, полученные при исследовании однородности бетона, изготовленного с модификатором МБ 10-01 и уложенного в тело буронабивной сваи (высотой 24 м) при строительстве путепровода на пересечении МКАД с Савеловским направлением Московской железной дороги. Бетонирование производилось методом свободного сброса. Однородность бетона определяли по показателям прочности при сжатии и плотности кернов, выбуренных по всей высоте сваи. Полученные результаты, представленные на рис.2, свидетельствуют о высокой однородности бетона.

Приведенный результат подтверждают данные по определению количества воды, не связанной в процессе ранней стадии гидратации цемента. Эксперимент был поставлен следующим образом. Готовились цементные пасты с различным количеством модификатора МБ 10-01, а также с СП С-3 в качестве эталона. Расход вяжущего (цемент + МБ) и водотвердое отношение, равное 0,33, во всех случаях оставались постоянными. Перемешивание производилось в течение 5 мин. Для каждой из приготовленных паст определяли расплыв с помощью металлического кольца диаметром 70 мм, а также посредством центрифугирования в течение 5 мин при скорости, выбранной экспериментальным путем и равной 3 тыс. об/мин; затем отжимали несвязанную воду и замеряли ее количество. Параллельно вели визуальное наблюдение за процессом водоотделения

Рис. 1. Изменение пластичности бетонных смесей во времени

1 — бетонная смесь на чистом цементе; 2 — бетонная смесь с 10% МБ 10–01 массы цемента; 3 — бетонная смесь с 15% МБ 10–01 массы цемента

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 2. Характеристики однородности бетона с модификатором МБ 10-01 по высоте буронабивной сваи при бетонировании методом свободного сбрасывания

цементных паст, находящихся в покое.

Полученные результаты (рис.3) показали, что, несмотря на значительный разжижающий эффект, проявляющийся даже в сравнении с СП С-3 и усиливающийся по мере увеличения дозировки модификатора, количество отжатой при центрифугировании, т.е. несвязанной воды уменьшается, причем тем в большей степени, чем выше дозировка МБ 10-01. Цементные пасты, изготовленные с модификатором и находящиеся в покое, не показали никаких признаков водоотделения.

При необходимости получения высокоморозостойких бетонов с МБ-01 в их состав дополнительно вводят структурообразующие добавки воздухововлекающего или газовыделяющего действия. Типичным представителем первых является СНВ, достаточно часто применяемая в строительстве. В связи с этим представило интерес исследовать эффективность ее использования модифицированных бетонных смесях. В данном эксперименте расход цемента составлял 470 кг/м^3, модификатора МБ 10-01 — 47 и 72 кг/м^3 (10 и 15% массы цемента соответственно). Добавку СНВ вводили в бетонную смесь в количестве от 0,005 до 0,037% массы вяжущего. Получены следующие результаты.

Несмотря на высокую вязкость бетонных смесей с модификатором, их воздухововлечение достаточно интенсивно растет по мере увеличения дозировки добавки (рис.4). Поэтому при изготовлении модифицированных бетонных смесей следует тщательно соблюдать выбранную для данной технологии производства бетона дозировку СНВ, обеспечивающую требуемую величину воздухосодержания. Незначительный разброс, имеющий место при трех замерах для каждой дозировки добавки, свидетельствует о высокой однородности бетонных смесей, изготовленных с модификатором МБ-01 и воздухововлекающей добавкой СНВ.

Интересный, в том числе с точки зрения практического использо-

Рис. 3. Влияние дозировки МБ 10-01 на расплыв цементных паст (а) и количество несвязанной воды при их центрифугировании (б)

В — количество воды, пошедшее на замес; B_1 — количество несвязанной воды, отделившееся при центрифугировании

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 4. Влияние дозировки СНВ на воздухосодержание бетонных смесей с МБ 10-01 в количестве 10% массы цемента

Рис. 5. Влияние количества МБ 10-01 на воздухосодержание бетонной смеси с добавкой СНВ

1 — бетонные смеси с добавкой СНВ-0,010% массы (Ц+МБ); 2 — бетонные смеси с добавкой СНВ-0,015% массы (Ц+МБ)

вания, результат получен при изучении воздухосодержания бетонных смесей, изготовленных с различными дозировками модификатора МБ 10-01 и добавки СНВ (рис.5). Оказалось, что увеличение дозировки модификатора от 10 до 15% значительно, на 1,2–1,8%, снижает воздухосодержание бетонной смеси. Это может быть объяснено более высокой вязкостью смеси с 15% МБ, следствием чего является затруднение процесса захвата воздуха при перемешивании. Этот эффект должен учитываться в практике применения модификатора: для каждой дозировки МБ-01 оптимальная величина воздухосодержания бетонной смеси достигается за счет применения соответствующей дозировки СНВ. Количество последней следует увеличивать по мере роста содержания модификатора МБ-01 в составе бетонной смеси.

Доставка бетонных смесей на стройки в автобетоносмесителях, а также введение в смеси добавки СНВ непосредственно на месте бетонирования привели к необходимости оценки их однородности (с точки зрения воздухосодержания) во времени в процессе перемешивания. Результаты эксперимента, представленные на рис.6, свидетельствуют о том, что бетонные смеси, изготовленные с модификатором МБ 10-01 и воздухововлекающей добавкой СНВ, становятся практически однородными через 15 мин после начала перемешивания в автобетоносмесителе.

Из всех известных в настоящее время структурообразующих добавок наиболее эффективной с точки зрения повышения морозостойкости бетона является газообразующая добавка кремнийорганической жидкости 136-41 (бывш. ГКЖ-94). Эксперименты были проведены на бетонных смесях с расходом цемента от 310 до 490 кг/м^3, расход модификатора МБ 10-01 составлял 10 и 15% массы цемента. Проведенными ранее исследованиями установлено, что оптимальным количеством КОЖ 136-41, обеспечивающим высокую морозостойкость бетона, является 250 г/м^3.

При изучении газосодержания модифицированных бетонных смесей с различным расходом цемента получены результаты, аналогичные результатам для бетонных смесей, изготовленных на чистом портландцементе: расход цемента не влияет на количество выделившегося водорода (рис.7).

Незначительный разброс в величине газосодержания бетонных смесей (от 3,2 до 4%) свидетельствует об их стабильном качестве.

Результаты, аналогичные приведенным выше для воздухововлекающей добавки СНВ, получены при изучении влияния дозиров-

Рис. 6. Изменение воздухосодержания бетонных смесей с добавкой СНВ и модификатором бетона МБ 10-01 в количестве 10% массы цемента во времени в процессе их перемешивания в автобетоносмесителе

1 — в начале выгрузки бетонной смеси; 2 — в середине выгрузки бетонной смеси; 3 — в конце выгрузки бетонной смеси

Рис. 7. Зависимость газосодержания бетонных смесей с добавками МБ 10–01 (10% массы Ц+МБ) и КОЖ 136-41 от расхода цемента

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 8. Влияние дозировки МБ 10-01 на газосодержание бетонных смесей с добавкой 136-41 в количестве 0,25 кг/м^3 (расход цемента 490 кг/м^3)

Рис. 9. Влияние длительности перемешивания бетонной смеси с МБ 10-01 (10% массы Ц+МБ) и добавкой 136-41 на ее газосодержание (расход цемента 490 кг/м^3)

ки модификатора МБ 10-01 на величину газосодержания бетонных смесей с добавкой КОЖ 136-41: с увеличением количества модификатора от 10 до 15% газосодержание бетонных смесей несколько снижается (рис.8). Этот эффект объясняется тем, что замеряемая величина "газосодержания" складывается из двух составляющих: количества выделившегося газа (водорода) и воздуха, всегда вовлекаемого в бетонную смесь при ее перемешивании. С увеличением "жирности" бетонной смеси (при 15% МБ 10-01) объем вовлеченного воздуха несколько снижается.

Результаты исследования кинетики газовыделения в бетонной смеси, перемешиваемой в автобетоносмесителе, представлены на рис.9. Они показывают, что в условиях проведенного эксперимента газосодержание достигает максимальной величины через 30 мин после начала перемешивания. При дальнейшем перемешивании (вплоть до 1,5 ч) оно остается на постоянном уровне. Следует отметить, однако, что скорость этого процесса зависит от температуры бетонной смеси.

Выводы

1. Модификатор МБ-01 дает возможность получать нерасслаивающиеся высокоподвижные и литые бетонные смеси (с маркой по удобоукладываемости П4-П5) высокой степени сохраняемости.

2. Высокая степень связности бетонных смесей, изготовленных с модификатором МБ-01, подтверждена результатами исследования однородности бетона, выбуренного из тела буронабивной сваи высотой 24 м, а также снижением количества отжатой (несвязанной) воды, определенного методом центрифугирования модифицированных цементных паст, по сравнению с цементной пастой, изготовленной с СП С-3.

3. Бетонные смеси, модифицированные МБ-01, в том числе с воздухововлекающими или газообразующими добавками в своем составе, обладают высокой степенью однородности.

4. При изготовлении высокоморозостойких бетонов с модификатором МБ-01 в состав бетонных смесей следует вводить добавки структурообразующего действия, оптимальная дозировка которых зависит от расхода модификатора и растет с увеличением количества последнего.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

С.А.АМБАРЦУМЯН, канд. техн. наук (ЗАО "Моспромстрой")

Утепление щитов греющей опалубки для зимнего бетонирования

Опалубка для бетонирования монолитных конструкций в зимних условиях должна быть, как правило, многоцелевой, т.е. обеспечивать возведение не только конструкций с различными геометрическими размерами, но и обусловить возможность выдерживания твердеющего бетона при разных температурных режимах до приобретения им заданной прочности.

Рассмотрим несколько упрощенно эти режимы.

В настоящее время многие строительные организации применяют при бетонировании современную опалубку, достаточно дорогую, нередко приобретенную у зарубежных фирм за валюту. По экономическим соображениям такую опалубку необходимо оборачивать как можно быстрее. Поэтому продолжительность выдерживания в ней бетона до приобретения им заданной прочности должна быть по возможности небольшой. Это требует использования

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

коротких температурных режимов тепловой обработки бетона с большой скоростью подъема температуры, с предельно допустимыми температурой изотермического прогрева и скоростью его остывания по окончании активного прогрева.

Согласно действующим СНиП*, скорость подъема температуры бетона монолитных конструкций с модулем поверхности до 4, от 4 до 10 и более 10 $м^{-1}$ не должна превышать соответственно 5,10 и 15 °С/ч, температура изотермического прогрева бетонов на портландцементе должна быть не более 80 °С, скорость остывания бетона в конструкциях с модулем соответственно 5 и 10 °С/ч.

Распалубливание прогретых конструкций с модулем поверхности не выше 5 $м^{-1}$ и армированием до 1, до 3 и более 3% допускается при разнице температуры наружных слоев бетона и окружающего воздуха не более 20, 30 и 40 °С, а с модулем поверхности свыше 5 $м^{-1}$ при разнице температуры соответственно 30, 40 и 50 °С. При таких параметрах температурного режима, обеспечивающего приобретение бетоном 70% R_{28}, продолжительность подъема температуры бетона составит от 5 до 15 ч, изотермического прогрева в случае использования цемента второй группы активности при тепловой обработке — до 11 ч и остывания бетона до 10 °С в конструкциях с $М_п$ до 5 и более 5 $м^{-1}$ соответственно 2,3...4,5 ч и 1,8...3 ч. Суммарная продолжительность твердения бетона в опалубке составит от 18 до 30,5 ч. Следует отметить, что прочность бетона, требуемая указанным СНиП перед замораживанием несущих конструкций, составляет не менее 70% R_{28} и, как правило, устанавливается в качестве минимального допустимой перед распалубливанием бетона названных конструкций. Это позволяет обеспечить оборот опалубки в течение 1,5–2 сут.

При электротермообработке бетона, в том числе при электропрогреве, обогреве в греющей опалубке, обогреве с помощью греющих проводов и т.п., при наиболее коротких температурных режимах требуется значительно большая электрическая мощность, чем при длительных режимах. Это далеко не всегда могут обеспечить строительным организациям электроподстанции в городских кварталах, на действующих промышленных предприятиях и в сельской местности. Кратковременные режимы являются также наиболее энергоемкими — с расходом электроэнергии до 46 кВт·ч/$м^3$. Вследствие этого такие температурные режимы далеко не всегда приемлемы в практике зимнего бетонирования.

Температурные режимы с невысоким подъемом температуры бетона, примерно до 40 °С, и последующим медленным термосным остыванием являются наименее энергоемкими (с расходом электроэнергии 25...30 кВт·ч/$м^3$). Однако продолжительность твердения бетона в конструкции с $М_п$=12 $м^{-1}$ в опалубке до приобретения им 70% R_{28} достигает 5 сут, а оборот опалубки может осуществляться не менее чем за 6 сут. Следует отметить, что в практике зимнего бетонирования в большинстве случаев используют температурные режимы, занимающие промежуточные положения между наиболее короткими и наименее энергоемкими.

Вследствие того, что предельно допустимые значения скорости подъема температуры бетона и температуры изотермического прогрева ограничены положениями СНиП, а длительность изотермического прогрева определяется необходимостью достижения бетоном заданной прочности, с целью уменьшения продолжительности твердения бетона в опалубке следует сокращать время его остывания, не превышая при этом скорость остывания, установленную СНиП. Эта необходимость диктует применение значительно менее эффективного утепления опалубочных щитов, чем для обеспечения медленного термосного остывания конструкции. Очевидно, что необходимая при кратковременных температурных режимах электротермообработки бетона предельно допустимая скорость остывания не может быть реализована в опалубке с таким же утеплением, которое требуется в случае термосного остывания бетона. Не подлежит сомнению, что для каждого температурного режима электротермообработки бетона иметь опалубочные щиты с соответствующим только этому режиму утеплением строительная организация не может.

Предлагается следующее решение этой задачи.

Поскольку весьма продолжительное термосное выдерживание бетона в современной дорогой опалубке, как правило, экономически нецелесообразно, то для этого способа выдерживания строительной организации следует предусмотреть минимально необходимое количество менее дорогой опалубки с эффективным утеплением, соответствующим коэффициенту теплопередачи 1 Вт/($м^2$·°С).

В случаях, когда электротермообработка бетона осуществляется по коротким или во всяком случае не очень продолжительным температурным режимам, коэффициент теплопередачи опалубочных щитов должен составлять примерно 4 Вт/($м^2$·°С), что обеспечивает применение фанеры толщиной 20 мм.

Утепленные щиты с коэффициентом теплопередачи 1 Вт/($м^2$·°С) по окончании изотермического прогрева следует демонтировать и укрывать оголенные поверхности прогретой конструкции слоем рулонного материала, например, поролона толщиной примерно 8–10 мм либо одним или несколькими слоями брезента. Толщина материала для укрытия оголенной поверхности бетона зависит от температуры изотермического прогрева и наружного воздуха, от модуля поверхности остывающей конструкции и коэффициента теплопроводности применяемого утеплителя, она должна обеспечить остывание бетона со скоростью, указанной выше и соответствующей СНиП.

Изложенная технология зимнего бетонирования успешно применяется при возведении зданий из монолитного бетона в Москве с 1996 г.

* СНиП 3.03.01-87*. Правила производства и приемки работ. Несущие и ограждающие конструкции. М, Стройиздат, 1992 г.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

М.Б.КРАКОВСКИЙ, д-р техн. наук, проф. (НПКТБ Оптимизация АО); М.И.БРУССЕР, канд. техн. наук (НИИЖБ)

ЭВМ–программа для контроля, учета и регулирования производства бетона

В НПКТБ "ОПТИМИЗАЦИЯ" разработана программа для ЭВМ "БЕТОН". Ее использование на заводах ЖБИ и товарного бетона позволяет снизить расход цемента и автоматизировать многие трудоемкие процессы — контроль прочности, плотности и удобоукладываемости; подбор и текущую корректировку составов бетона; учет объема выпуска бетона и расхода материалов. Программа предназначена для следующих целей:

1. Автоматизированного текущего статистического контроля прочности бетона согласно ГОСТ 18105-86 [1] (выполнение необходимых требований к прочности достигается при минимальном расходе цемента);
2. Автоматизированного текущего статистического контроля средней плотности легкого и ячеистого бетонов согласно ГОСТ 27005-86 [2];
3. Статистического контроля прочности и средней плотности в начальный период и отдельными партиями;
4. Автоматизированного назначения среднего уровня прочности, необходимого для статистического контроля, по результатам всех видов проводимого контроля (отпускной, передаточной и проектной прочности, прочности на растяжение и сжатие, по образцам и неразрушающими методами и т.п.);
5. Ведения журнала и автоматизированной обработки результатов испытаний, выполненных на образцах или неразрушающими методами;
6. Автоматизированного построения контрольных карт;
7. Автоматизированного подсчета внутрисерийной вариации образцов-близнецов;
8. Ведения журнала характеристик материалов, необходимых для подбора номинальных составов тяжелых бетонов, а также для текущей корректировки составов тяжелых, легких и ячеистых бетонов;
9. Автоматизированного подбора номинальных составов тяжелых бетонов;
10. Корректировки составов бетонов — автоматизированной для тяжелого бетона и "ручной" для легкого и ячеистого бетонов; цель корректировки состоит в максимальном приближении показателей прочности, удобоукладываемости и средней плотности к заданным значениям при минимальном расходе цемента;
11. Учета расходов материалов — по всему производству и на каждом технологическом комплексе; расчет ведут по фактическим составам, использованным для приготовления бетонной смеси в разные дни на разных технологических комплексах;
12. Автоматизированного учета влажности при учете расхода материалов;
13. Учета прихода и остатков материалов на любой заданный момент времени;
14. Вывода на печать всех необходимых данных;
15. Архивирования и сохранения данных, удаления их при необходимости из программы и возвращения данных в программу.

В статье описаны структура программы и возможности, предоставляемые пользователю.

Программа состоит из следующих основных блоков: Производство, Схема, Результаты, Составы, Документация. Рассмотрим содержание каждого из блоков.

В блоке "Производство" пользователь перечисляет названия технологических комплексов, указывает цеха, технологические линии и конструкции каждого комплекса. В специальном разделе указываются даты изменения характеристик и сами характеристики бетона комплекса. Характеристики включают следующие показатели:

вид конструкций — сборные бетонные и железобетонные без предварительного напряжения, предварительно напряженные, монолитные (товарный бетон); вид бетона по плотности — тяжелый, легкий, ячеистый; вид бетона для определения требуемой прочности — обычный, плотный силикатный, автоклавный ячеистый, для массивных гидротехнических конструкций;

значения прочности бетона на сжатие и (при необходимости) на растяжение — проектной, отпускной, передаточной (для преднапряженных конструкций), в промежуточные сроки (для монолитных конструкций); прочность бетона может задаваться как классом, так и маркой;

способ контроля прочности — по образцам или неразрушающими методами; способ вычисления коэффициента вариации для определения прочности в проектном возрасте — вычисляется или принимается равным 85% отпускной прочности;

номинальный состав бетона; марки по морозостойкости и водонепроницаемости, если к бетону предъявляются соответствующие требования;

значения требуемых показателей удобоукладываемости — осадки конуса или жесткости, задаваемых числом или маркой;

показатели тепловой обработки (при ее наличии для сборных конструкций) — группа цемента по эффективности тепловой обработки и продолжительность последней;

способ определения единичных значений прочности бетона при контроле неразрушающими методами (если ведется такой контроль) — средняя прочность в конструкции или на участке конструкции; показатели, необходимые для контроля неразрушающими методами — среднеквадратичное отклонение градуировочной зависимости, количество контролируемых участков конструкции, коэффициент K_n;

вид легкого или ячеистого бетона для назначения требуемой плотности, нормируемое значение плотности, показатели для статистического контроля плотности легкого или ячеистого бетона радиоизотопным методом (если ведется такой контроль).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Всего программа позволяет вести 14 видов контроля прочности и 2 вида контроля плотности.

В блоке "Схема" пользователь указывает следующие данные, относящиеся к схеме статистического контроля прочности и плотности в выбранном комплексе:

даты начала и конца контролируемого и анализируемого периодов; при этом если анализируемый период не указан, то он считается начальным либо контроль ведется отдельными партиями;

число смен в каждом рабочем дне (рабочие дни программа указывает автоматически);

даты и смены начала и конца каждой партии;

число замесов и число проб из каждого замеса;

число серий образцов, изготовляемых из одной пробы (процесс заполнения всех данных автоматизирован).

В блоке "Результаты" по запросу пользователя программа автоматически вычисляет показатели за анализируемый период, необходимые для работы в контролируемом периоде. Определяются коэффициент вариации прочности, требуемая прочность, средний уровень прочности, верхние предупредительные границы прочности и коэффициента вариации прочности. При нескольких видах контроля средний уровень прочности назначается с учетом результатов всех видов контроля. При текущем контроле пользователь вносит в базу данных результаты испытаний образцов или результаты отдельных измерений (при неразрушающих методах). Программа автоматически определяет единичные прочности или плотности (среднее значение в серии), прочность и коэффициент вариации бетона в партии и принимает решение о приемке или браковке партии. Кроме того, программа дает сообщения — рекомендации по регулировке процесса. Например, сообщение может иметь вид: "При контроле отпускной прочности партия № 123 забракована: средняя прочность 28,4 МПа ниже требуемой 29,6 МПа. Поскольку 10 предыдущих партий были приняты, вмешательство в технологический процесс нецелесообразно" или "Значение коэффициента превышения средней прочности в проектном возрасте за контролируемый период 1,19 больше предельного значения 1,15. Рекомендуется принять меры по снижению прочности бетона в проектном возрасте и экономии цемента" и т.п. При контроле видов прочностей программа дает сводку всех результатов. Аналогично происходит контроль отдельных партий и в начальный период. При текущем контроле пользователь вносит также результаты контроля удобоукладываемости — значения осадки конуса или жесткости.

По результатам контроля программа автоматически строит контрольную карту, графически представляя изменения прочности (плотности) и коэффициента вариации за период. По запросу пользователя программа вычисляет коэффициент внутрисерийной вариации образцов за выбранный пользователем период — показатель, характеризующий состояние испытательного оборудования и форм для изготовления кубов.

В блоке "Составы" пользователь может провести автоматизированный подбор номинальных составов тяжелых бетонов. Рассмотрены следующие случаи: Бетоны, твердеющие в условиях тепловой обработки; Бетоны с минеральными добавками; Бетоны, твердеющие при положительной температуре; Бетоны с пластифицирующими и комплексными добавками. Все номинальные составы бетонов заносят в базу данных.

Программа ведет дневник составов бетона по каждому комплексу. В базе данных хранят смены и даты корректировок составов бетона, а также состав после каждой корректировки. Для тяжелых бетонов корректировка проводится по запросу пользователя автоматически так, чтобы приблизить фактические значения прочности и удобоукладываемости к требуемым. Для легких и ячеистых бетонов такая корректировка проводится "вручную"; учитываются фактические и заданные значения прочности, плотности и удобоукладываемости. Рабочие составы получают с учетом и без учета влажности и засоренности материалов (наличия щебня в песке и песка в щебне).

В блоке "Документация" пользователь заносит в базу следующие данные:

наименования материалов, используемых для производства бетона с указанием для каждого из них процента потерь;

приход материалов с указанием в необходимых случаях их влажности (программа автоматически ведет учет как сухих, так и влажных материалов);

объем бетона, изготовленного на каждом комплексе за каждую смену.

За указанный пользователем период программа автоматически подсчитывает нарастающим итогом объем выпущенного бетона за каждую смену и каждые сутки — по всему производству и каждому комплексу. Она определяет также расход каждого материала за указанный период (с учетом трудноустранимых потерь) и остатки материалов на определенную дату и смену.

Программа полностью соответствует нормативным документам [1–4]. К программе прилагаются две Инструкции — общая и для начинающего пользователя. В последней подробно описано каждое действие при работе с программой.

Программа работает в среде Windows версия 3.1 и выше. Она написана на языке Visual FoxPro и предоставляет пользователю все возможности этого языка: одновременное открытие нескольких окон, передвижение этих окон по экрану, прокрутка текста в окне (scrolling) и т.п.

Требования к аппаратному обеспечению состоят в следующем. Для работы программы необходимо иметь ЭВМ с процессором не ниже 386. Объем оперативной памяти должен быть не менее 8 Мб, свободное место на диске — около 10 Мб. Необходимо также иметь мышь.

За дополнительной информацией, демонстрационной версией и по вопросам приобретения программы просьба обращаться в НПКТБ ОПТИМИЗАЦИЯ АО по адресу: 117292 Москва, ул.Профсоюзная, 8–2–150; тел. 124–2425, факс 292 6511 (Бокс 6773); e-mail krakov@dataforce.net.

Библиографический список

1. **ГОСТ 18105-86**. Бетоны. Правила контроля прочности. — М.: Госстрой СССР. — 1989. — 17 с.

2. **ГОСТ 27005-86**. Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности. — М.: Госстрой СССР. — 1986. — 7 с.

3. **Рекомендации** по статистическим методам контроля и оценки прочности бетона с учетом его однородности по ГОСТ 18105-86// Оргэнергострой, НИИЖБ. — М.: Стройиздат. — 1989. — 60 с.

4. **Рекомендации** по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов (к ГОСТ 270006-86)//Госстрой СССР. — М.: ЦИТП. — 1990. — 67 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Н.А.МАРКАРОВ, д-р техн. наук, проф., В.Г.АСАТРЯН, инж. (НИИЖБ)

О замене электротермического способа натяжения арматуры механическим при изготовлении многопустотных настилов

Более 30 лет тому назад предложенный отечественными специалистами электротермический способ натяжения арматуры позволил резко увеличить производство эффективных преднапряжений железобетонных конструкций. Особенно широко и практически повсеместно этот простой способ натяжения стержневой арматуры стал применяться при изготовлении многопустотных настилов для перекрытий, составляющих временами до 30% всего объема сборных железобетонных изделий, производимых в нашей стране.

Как известно, технологический процесс преднапряжения стержневой арматуры при электротермическом способе осуществляется следующим образом: производят точный обмер и резку арматуры, затем на концы стержней крепят анкера различного типа ("обжатая спираль" или "высаженная головка", создание анкера путем опрессовки шайб и др.). На нагревательной установке к концам арматуры подводят электрический ток большой мощности, в результате чего арматура нагревается до определенной температуры (не выше 400–500°С) и, увеличиваясь в длине на заданную величину, позволяет свободно устанавливать ее в упоры силовой формы в горячем состоянии. Остывая, арматура укорачивается и концевыми анкерами упирается в упоры формы, в результате чего происходит натяжение стержней.

Следует отметить, что такой способ преднапряжения арматуры не используется ни в одной другой стране мира. И причин тому несколько: отсутствие контроля степени нагрева арматуры, большой разброс преднапряжения в отдельных стержнях (чаще всего в меньшую сторону по сравнению с проектным уровнем) и зависимость точности натяжения от состояния силовых форм.

При этом способе резкая (динамичная) передача усилия преднапряжения на бетон путем обрезания стержней около упоров из-за отсутствия возможности плавного отпуска приводит к образованию трещин в торцах многопустотных настилов, снижающих их качество. И, конечно, этот способ сопряжен с огромными энергозатратами для нагрева арматурной стали.

О всех перечисленных недостатках электротермического способа у нас известно давно.

При этом из-за отсутствия возможности контролировать фактическую температуру при нагреве снижаются несущие свойства используемой арматуры при ее перегреве (свыше 450°С). А при переходе на более эффективные классы арматуры, например, с Ат-V на Ат-VI или Ат-VII, у которых следует увеличивать и уровень преднапряжения, использование электротермического способа, в рамках необходимости ограничения температуры нагрева (400–450°С), и вовсе невозможно. Как следствие, из-за снижения уровня преднапряжения в арматуре при эксплуатации возрастают прогибы многопустотных настилов.

Со всеми известными недостатками этого способа натяжения арматуры мирились до определенного времени. Однако с увеличением стоимости энергоносителей, в том числе электроэнергии, применение данного способа для заводов ЖБИ во многих регионах России и особенно в странах СНГ стало очень дорогим. Энергозатраты при изготовлении многопустотных настилов могут быть существенно снижены, если исключить электротермический метод натяжения арматуры. Целесообразной альтернативой последнему можно считать механический способ преднапряжения арматуры, при котором из общих затрат на этот передел фактически полностью исключаются расходы электроэнергии, составляющие, по данным заводов ЖБИ, 17...20%, а также повышается качество продукции (рис.1).

При переходе на механический способ возможен также отказ от значительного количества оборудования и освобождение производственных площадей. В большинстве случаев механический метод натяжения можно применять на существующих поддонах (формах) практически без их кардинальной переделки и остановки действующего производства на технологических линиях. При этом обеспечивается значительное улучшение качества железобетонных настилов за счет повышения точности натяжения арматуры. Кроме того, появляется возможность применения арматуры с более высокими прочностными характеристиками (Ат-VI, Ат-VII),.

При замене электротермичес-

Рис. 1. Схема механического натяжения арматуры с помощью гидродомкрата

1 — гидродомкрат; 2 — натягиваемая арматура; 3 — поддон

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 2. Технологическая схема пооперационных работ и необходимое оборудование для подготовки и натяжения арматуры электротермическим методом

1 — станок для обмера и резки арматуры; 2 — станок для высадки анкерных головок; 3 — станок для штамповки шайб; 4 — установка для электронагрева арматуры; 5 — электротележка; 6 — кран; 7 — склад арматуры; 8 — арматурный цех; 9 — формовочный цех; 10 — насосная станция; 11 — кислородная станция; 12 — электроподстанция; 13 — поддон; 14 — арматура

кого способа натяжения механическим из технологического цикла исключается значительное число процессов по заготовке арматурных элементов с анкерами типа "высаженная головка" или с шайбой. Исключается также пооперационная переброска или перекидка арматуры от одного станка к другому.

Для сравнения на рис.2 показана технологическая схема пооперационных работ и оборудования для подготовки к натяжению арматуры электротермическим способом, а на рис.3 — то же, для натяжения механическим способом. Анализ показал, что при переходе на последний из технологической цепочки по подготовке к натяжению электротермическим способом исключается следующее оборудование: станок для точного обмера и резки арматуры; станок для высадки анкерной головки; штамповочный станок для изготовления шайб; электронагревательная установка для нагрева арматуры; электротележка; кран-балка и др. Общая стоимость перечисленного оборудования на примере одного из заводов ЖБИ составила (в ценах 1997 г.) 437,8 млн.р.

Кроме того, исключается ряд установок и коммуникаций, обслуживающих и подающих к станкам необходимые для их работы сжатый воздух, воду и, конечно, электроэнергию; значительно сокращаются и производственные площади, занимаемые вышеперечисленным оборудованием (до 300 м^2).

Рис. 3. Технологическая схема пооперационных работ и оборудование для натяжения арматуры механическим способом

Н — насосная станция с гидродомкратом;
1 — склад арматуры; 2 — формовочный цех; 3 — поддон; 4 — электроподстанция; 5 — арматура

На основе ориентировочных расчетов установлена и окупаемость оборудования при переводе электротермического способа натяжения на механический способ. Так, при условии выпуска на одной технологической линии на указанном заводе ЖБИ 40 шт. многопустотных настилов размером 1,2х6 м при односменной работе в год будет изготовлено 10 400 шт. (или 75 000 м^2 изделий), а срок окупаемости составит несколько месяцев.

В НИИЖБе проведен большой объем конструкторско-технологических и экспериментальных работ, которые показали возможность перехода на механический способ натяжения без остановки производства и необходимости больших капвложений.

Разработана технология и налажено производство малогабаритных гидродомкратов, на которые нами получены патенты РФ. Такой переход возможно осуществить как при наличии различных анкерных устройств, обычно применяемых на действующих заводах ЖБИ (высаженные головки, опрессованные шайбы), так и путем использования новых анкеров типа "опрессованная гильза". В этом случае с использованием разработанных простейших устройств и имеющихся гидродомкратов можно в кратчайшие сроки освоить механическое натяжение стержневой арматуры различных классов и диаметров (10, 12, 14, 16 мм) с контролем преднапряжения, что в значительной степени повысит качество многопустотных настилов.

Предлагаемый механический способ натяжения арматуры целесообразно использовать при изготовлении и других конструкций.

Заинтересованным организациям можно обращаться по тел. (095) 174-76-96.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

А.В.ЗАБЕГАЕВ, А.Г.ТАМРАЗЯН, доктора техн.наук, профессора, В.А.ЛЮБЛИНСКИЙ канд.техн. наук, Р.Г.АРУТЮНЯН, инж. (МГСУ)

Безопасность восстанавливаемых зданий с изменяющейся конструктивной схемой несущих систем и физической нелинейностью материала

В процессе эксплуатации зданий и сооружений происходит достаточно интенсивное старение конструкций и связей между ними за счет усталости, коррозионного износа, накоплении повреждений. Возможны повреждения отдельных конструкций и всей несущей системы вследствие террористических актов, землетрясений, аварий, осадок оснований и других не менее существенных причин. Часть зданий и сооружений достигает своего срока службы при появлении воздействий, непредусмотренных условиями нормальной эксплуатации. Важным вопросом становится определение допустимых сроков дальнейшей эксплуатации объекта в условиях приемлемого риска. Приостановка функционирования объекта или его дальнейшая эксплуатация зависит от значительного количества информации на всех стадиях проектирования, возведения, эксплуатации и реконструкции здания или сооружения.

Теоретически и практически широко освещены вопросы проектирования несущих систем зданий и сооружений, технологии монтажа, организации работ и т.д. Разборка получивших повреждение и физически непригодных к дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений является сложной и актуальной задачей. Взрывные работы по уничтожению несущих систем носят ограниченный характер в силу плотности городской застройки, возможности дальнейшего использования отдельных элементов. Прямой демонтаж несущих систем, особенно многоэтажных зданий вызывает существенные трудности технологического, организационного характера, не проработаны вопросы обеспечения прочности, устойчивости здания, вопросы безопасности проведения работ.

Обычно в несущей системе здания при достаточно длительном сроке эксплуатации происходит распределение и перераспределение усилий в несущих элементах (принимая во внимание деформации ползучести, усадки, нелинейное деформирование конструкционных материалов и прочие факторы). Это является основанием для разборки конструкций восстанавливаемых зданий в обратном монтажу порядке – снятием плит покрытий и перекрытий, ограждающих конструкций, что на наш взгляд является недостаточно аргументированным.

Для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, снижения материального ущерба актуальным является разработка методики расчета, оценки и прогнозирования поведения и состояния зданий и сооружений при демонтаже.

В качестве примера можно привести вариант увеличения сейсмостойкости 9-ти этажных жилых зданий серии 111 путем демонтажа 3-х верхних этажей. Основные размеры в плане 18 x 18 м, шаг колонн- 6м в обоих направлениях. Каркас состоит из сборных железобетонных рам в поперечном направлении, связанными между собой продольными сборными железобетонными связями. Колонны - трехъярусные, с сечением 40 x 40см.

Рассмотрим возможность демонтажа двух секций девятиэтажного жилого дома 125 серии. Конструктивная схема здания –

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

поперечно-стеновая. Наружное стеновое ограждение – самонесущие стеновые панели. Общая длина здания 51,2 м, ширина – 12м, общая высота до верха парапетной плиты – 26,5м. Несущие вертикальные панели приняты толщиной 160мм из бетона класса В20.

Вследствие осадок основания обследуемое здание получило значительные перемещения вдоль продольной и поперечной осей до 30см.

Основой информационной модели здания служила дискретно – континуальная модель несущей системы [1]. Математически поведение здания описывается системой дифференцированных уравнений 2-го порядка [2]

$$\ddot{N} - A \cdot N = F, \qquad (1)$$

где $N(m+1,n)$ – матрица неизвестных нормальных усилий в столбах;
$A(m+1,\ m+1)$ – матрица жесткостных коэффициентов;
$F\ (m+1,n)$ – матрица внешней нагрузки;
m – количество столбов в здании;
n – количество расчетных сечений по высоте несущей системы.

В системе (1) жесткостные параметры несущей системы – модули деформации столбов E и податливости связей сдвига S – величины постоянные. Для учета нелинейной работы столбов и связей сдвига математическая модель задается совместной системой

$$\begin{aligned} &\ddot{N} - A \cdot N = F \\ &E = f(N) \\ &S = f\left(\dot{N}\right) \end{aligned} \qquad (2)$$

Здесь $E\ (m,\ k)$ – матрица модулей деформаций столбов;
$S\ (l,\ k)$ – матрица податливостей связей сдвига;
l - количество связей сдвига;
k - количество интервалов по высоте здания, в пределах которых величины E и S – постоянны.

Математическая запись $E = f(N)$ и $S = f\left(\dot{N}\right)$ может быть любой, в частности, определяться эмпирическими зависимостями. Система нелинейных уравнений в явном виде не формируется. Поскольку нормальные усилия переменны по высоте здания, то переменны в функции этого усилия и модули деформации столбов и податливости связей. Системой (2) определена нелинейная краевая задача, решаемая методом итераций.

Вводя исходные параметры по жесткости, нагрузкам, режимам загружения, учитывая крен фундаментов, дополнительные нагрузки от продольного изгиба элементов можно достаточно точно спрогнозировать поведение несущей системы при демонтаже той или иной конструкции.

Физическая нелинейность материала, обладающего упругостью, вязкими несовершенствами, а также элементами сухого трения, описывается моделью бетона [3] (рис. 1), где

E_m - жесткость цементной матрицы;

E_b - модуль упругости бетона;

σ_y - предел текучести в элементе сухого трения.

Рис. 1. Модель деформирования бетона, учитывающая повреждение материала

С целью единого описания последействия и релаксации твердых тел будем исходить из дифференциального соотношения

$$E \cdot n \cdot \dot{\varepsilon}(t) + H \cdot \varepsilon(t) = n \cdot \dot{\sigma}(t) + \sigma(t) \qquad (3)$$

Здесь H – длительный модуль упругости, соответствующий предельным деформациям;
E - мгновенный модуль упругости;
$n = \eta/E$ - время релаксации;
η - параметр вязкости.

Переход из одной стадии деформирования в другую происходит путем

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

включения в работу или выключения из работы элемента сухого трения как только напряжения в нем из-за накопления повреждений достигнет величины ($\pm\sigma_y$) предела текучести. При этом

$$\sigma(t) = \sigma_y \cdot sign\dot{\varepsilon}(t), \qquad (4)$$

где $sign\dot{\varepsilon}(t)$ - функция, равная ±1, в зависимости от знака $\dot{\varepsilon}(t)$.

Нелинейность вязкого элемента выражается в изменении параметра вязкости η в зависимости от уровня напряжения, времени загружения и водоцементного отношения.

Физическая нелинейность на стадии деформирования $\sigma(t) > \sigma_y$ (при выходе из работы элемента сухого трения) происходит вследствие взаимодействия жидко-газовой фазы структуры бетона с образовавшимися трещинами и выражается в повышении внутренней относительной влажности, которая способствует адсорбированию влаги из капилляров на поверхность трещины. Наличие жидкой прослойки приводит к уменьшению параметра вязкости и соответственно в 5 раз увеличивает молекулярную составляющую расклинивающего давления в данном сечении [4].

В данном случае развивается подход с использованием кинетических уравнений накопления повреждений [5] на основе деформационного критерия поврежденности и структурно-реологической модели тела.

Для учета процесса накопления повреждений вводится критерий поврежденности в виде

$$D = \varepsilon(t)/\varepsilon_u, \qquad (5)$$

где ε_u - предельные деформации.

Уравнение поврежденности модели выражается в виде

$$E \cdot n \cdot dD/dt + H \cdot D = [n \cdot v_\sigma + E \cdot \sigma(t)]/\varepsilon_u. \qquad (6)$$

Решение уравнения имеет вид

$$D = [n \cdot v_\sigma + E \cdot \sigma(t)]/H \cdot \varepsilon_u + c \cdot e^{-E_b \cdot t/n}. \qquad (7)$$

При $t = 0$, поврежденность $D = 0$,

$$c = -[n \cdot V_\sigma + E \cdot \sigma(t)]/H \cdot \varepsilon_u.$$

Выражение (7) преобразуется к виду

$$D = [n \cdot V_\sigma + E \cdot \sigma(t)](1 - e^{-E_b t/n})/H \cdot \varepsilon_u. \qquad (8)$$

При начальной дефектности материала, т.е. при $t = 0$, $D = D_0 > 0$, зависимость (7) преобразуется в

$$D = \frac{[n \cdot V_\sigma + E \cdot \sigma(t)] \cdot \left[\dfrac{D_0 \cdot \varepsilon_u \cdot H}{(n \cdot V_\sigma + E \cdot \sigma(t) - e^{-E_b \cdot t/n})}\right]}{H \cdot \varepsilon_u} \qquad (9)$$

Решение системы, состоящей из уравнений (3), (7), (9) при начальных условиях $t = 0$ и $\varepsilon(0) = 0$, имеет вид

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma(t)}{H} + \left[\frac{\sigma(t)}{E} - \frac{v_\sigma \cdot \eta}{E^2(D+1)}\left(1 - e^{-\frac{E(D+1)}{\eta} \cdot t}\right)\right]^{1/D+1} \qquad (10)$$

При $D > 0$, т. е. при накоплении повреждений, скорость деформации с увеличением t увеличивается.

Графическая зависимость (10) показана на рис.2.

Рис. 2. Кривые деформации при равномерном накоплении повреждений для бездефектной (D=0) и дефектной (D>0) моделей

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Расчет пространственной несущей системы многоэтажного здания серии 125 выявил следующее:

- несущая система спроектирована таким образом, что распределение а затем и перераспределение происходит с поперечных элементов на единственную продольную несущую стену. Некоторые элементы этой стены загружаются нормальными усилиями, составляющими до 35 – 40% от исходной продольной нагрузки. Нормальные усилия возникают вследствие работы связей сдвига, объединяющих вертикальные элементы в единую пространственную систему;
- наличие широкого шага поперечных стен (6,4м) наряду с шагом 3,2м приводит к значительно большому уровню напряжений в близ лежащих вертикальных несущих элементов;
- центр жесткостей здания не совпадает с центром масс. Эксцентриситет составляет 1,54м, что приводит к появлению кручения, не смотря на отсутствие замкнутых контуров при горизонтальной нагрузке.
- Демонтаж наиболее напряженного вертикального элемента здания приводит к перераспределению усилий в несущей системе здания для наиболее напряженного элемента. Последовательный поиск напряженных элементов, их удаление не приводит к последовательному снижению усилий в несущей системе. В ряде случаев происходит скачкообразное увеличение усилий до 46%, что может привести к потери прочности и устойчивости всей демонтируемой несущей системы.

Можно предположить, что локальная зона возможного разрушения здания при демонтаже находится именно в местах увеличения усилий. При полном или частичном обрушении конструкций может произойти прогрессирующее обрушение соседних элементов, как, например, это произошло в г. Ванадзоре. Спустя 7-8 месяцев после Спитакского землетрясения внезапно обрушились несколько 5-и этажных жилых домов серии А-451 и ряд построек и подпорных стенок. Эта возможность определяется дальнейшим расчетом путем исключения опасного элемента из расчетной системы и передачи части несущей нагрузки на соседние элементы.

При расчете в запредельном состоянии, когда при отказах меняется проектная конструкция здания, решающую роль будет играть конструктивная нелинейность, учитывающая видоизменение конструктивной схемы здания при разгружении: снижение жесткостей, увеличение податливости связей сдвига. А при реконструкции – замене поврежденных элементов связей, при различной степени поврежденности элементов конструкций – физическая нелинейность материала.

Такая схема совместного учета физической нелинейности материала и конструктивной схемы несущих систем позволяет повысить безопасность восстановления и надежность реконструируемых зданий и сооружений.

Численное моделирование поведения несущей системы здания с применением дискретно - континуальной модели позволило произвести анализ работы многоэтажного здания и отследить возникновение и развитие ситуаций, связанных с риском обрушения демонтируемого здания.

Библиографический список

1. **Дроздов П.Ф.** Конструирование и расчет несущих частей зданий и их элементов. М.: Стройиздат, 1977.
2. **Люблинский В.А., Люблинская Н.Н.** Моделирование несущих систем многоэтажных зданий при нелинейной работе их элементов//Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: Межвуз. сб. тр. Вып. 4/СПбГАСУ. СПб., 1998. — 186 с.
3. **Бедов А.И., Тарамзян А.Г., Арутюнян Р.Г.** Влияние сухого и вязкого трений при сейсмических колебаниях зданий и сооружений//Сейсмостойкое строительство. — № 4. — 1998. — с.26–29.
4. **Забегаев А.В., Тамразян А.Г.** О влиянии внутренней влаги на деформативность бетона//Бетон и железобетон. — № 1. — 1997. — с.21–24.
5. **Работнов Ю.В.** Ползучесть элементов конструкций. — М.: Наука, 1966. — 752 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

А.КУДЗИС, д-р техн.наук (Вильнюсский технический ун-т им.Гедиминаса)

Сопротивление жестких железобетонных узлов рамных систем при значительных боковых нагружениях

Стержневые и панельные железобетонные конструкции рамного типа с жесткими узлами применяются в качестве несущих систем, способных воспринимать большие боковые силы. Такие эпизодические и переменные во времени силы возникают при больших ветровых, сейсмических, волновых и т. п. воздействиях.

При наличии стохастических независимых боковых (W) и гравитационных (p=g+q) сил, в элементах плоской рамной системы возникают усилия $\mathbf{S} \equiv (\mathbf{M};\mathbf{N};\mathbf{Q})$ (рис. 1, а). Вследствие развития трещин и неупругих деформаций с ростом интенсивности внешних сил члены матрицы влияния усилий системы изменяются. Поэтому составляющие S_w и S_p усилия S должны вычисляться с учетом матрицы влияния суммарных (боковых и гравитационных) усилий $\boldsymbol{\alpha}$. Тогда средние значения и дисперсии распределения вероятности случайных усилий вычисляются из выражений:

$$\mathbf{S}_m = \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{L}_m; \boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{S} = \left(\boldsymbol{\alpha}^2\right)^T \boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{L}; \quad (1)$$

$$\mathbf{S}_{wm} = \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{W}_m; \boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{S}_w = \left(\delta\mathbf{W}\cdot\mathbf{S}_{wm}\right)^2; \quad (2)$$

$$\mathbf{S}_{pm} = \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{P}_m;$$

$$\boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{S}_p = \left[\left(\delta g\cdot\mathbf{S}_{gm}\right)^2 + \left(\delta q\cdot\mathbf{S}_{qm}\right)^2\right]^{1/2}. \quad (3)$$

Здесь $\boldsymbol{\alpha}^T$ - транспонированная строка матрицы влияния суммарных усилий $\boldsymbol{\alpha}$; $\mathbf{L}_m$ и $\boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{L}$ - параметры вектора суммарных внешних сил; $\mathbf{W}_m$ и $\delta\mathbf{W}$ -среднее значение вектора боковых сил и их коэффициент вариации; $\mathbf{P}_m$, δg и δq - среднее значение вектора постоянных g и временных q гравитационных нагрузок, а также их коэффициенты вариации.

Сжимающие C_i и растягивающие T_i внутренние силы, действующие в контактных сечениях горизонтальных (ригелей или плоских панелей) и вертикальных (колонн или стен) железобетонных элементов (рис. 1, б) составляют:

$$C_i = M_i / z_i + 0.5N_i; \quad (4)$$

$$T_i = M_i / z_i - 0.5N_i; \quad (5)$$

$$C_{wi} = M_{wi} / z_i + 0.5N_{wi}; \quad (6)$$

$$T_{wi} = M_{wi} / z_i - 0.5N_{wi}; \quad (7)$$

$$C_{pi} = M_{pi} / z_i + 0.5N_{pi}; \quad (8)$$

$$T_{pi} = M_{pi} / z_i - 0.5N_{pi}. \quad (9)$$

Главные усилия F и их компоненты F_w и F_p, которые могут стать причиной возникновения наклонных трещин и разрушения сжатого бетона, вычисляются из выражений:

$$F = \left[\begin{matrix}(C_1 + T_2 - Q_4)^2 + \\ +(C_4 - C_3 - Q_1)^2\end{matrix}\right]^{1/2}, \quad (10)$$

$$F_w = \left[\begin{matrix}(C_{1w} + T_{2w} - Q_{4w})^2 + \\ +(C_{4w} + T_{3w} - Q_{1w})^2\end{matrix}\right]^{1/2}, \quad (11)$$

$$F_p = \left[\begin{matrix}(C_{1p} - C_{2p} - Q_{4p})^2 + \\ +(C_{4p} - C_{3p} - Q_{1p})^2\end{matrix}\right]^{1/2}. \quad (12)$$

Напряженно-деформированное состояние узлов рамных систем, приведенное на рис. 1, б, соответствует расчетной модели, рекомендуемой новозеландскими нормами проектирования [1], Институтом Архитектуры Японии [2] и Европейским комитетом по бетону [3] (рис. 1, в). Согласно данной модели, несущая способность узла зависит от сопротивления сжимаемого диагонального бетонного раскоса.

Согласно рекомендациям НИИЖБа [4], толщина диагонального раскоса бетонной призмы, т. е. растояние между главными трещинами, может быть определена по формуле:

$$t = \chi\left(z_1^2 + z_4^2\right)^{1/2}, \quad (13)$$

где χ - коэффициент, учитывающий влияние соотношения высот сечений

Рис. 1. Жесткий узел железобетонных конструкций рамного типа (а), внутренние силы в контактных сечениях горизонтальных и вертикальных элементов (б) и расчетная модель диагонального бетонного раскоса (в)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

горизонтальных и вертикальных элементов (для средних рамных узлов $\chi=0,4$ и $0,45$, если соотношение $h_1/h_4=1,25$ и 1, z_1 и z_4 - плеча внутренних сил.

Расчетное сопротивление диагонального раскоса при сжатии составляет:

$$R_{cal} = bt\gamma_{в}R_{пр}, \qquad (14)$$

где b - расчетная ширина раскоса (не более ширины сечения горизонтального элемента); t - толщина раскоса по (13); $\gamma_b=0,85$ при отсуствии специальной или поперечной арматуры и $\gamma_b=0,9...1$ в других случаях; $R_{пр}$ - призменное сопротивление бетона.

Для проверки приемлемости расчетной модели испытанию подвергались пять фрагментов узловых соединений железобетонных элементов перекрытий и стен многоэтажного здания (рис. 2). Высота и ширина поперечного сечения элементов составили, соответсвенно, *200* и *700 мм*. В день испытания призменная прочность бетона составила $R_{пр}$ = *20...27 МПа*. В качестве продольной арматуры элементов применялись стержни арматуры диаметром 16 мм из мягкой стали с пределом текучести R_T = *372* и *387 МПа* и прочности R_u =*550...650 МПа*. Сборная железобетонная опалубка (составная часть плит перекрытия) изготовлялась из бетона призменной прочностью *35...40 МПа* и армировалась монтажными стержнями диаметром *6 мм*.

Созданное испытательное оборудование позволило нагружать фрагментов постоянной гравитационной и боковой повторной нагрузкой. При

Рис. 2. Схема испытания железобетонного фрагмента многоэтажного здания на гравитационную и боковую нагрузки

малоцикловом нарастающем боковом нагружении измерялись внутренние силы элементов, их перемещения и повороты, а также деформации арматурных стержней и бетона. Наклонные трещины в узловых зонах бетона образовались на 3-ем цикле нагружения. Они постепенно раскрылись и после 9-го цикла нагружения появи-лись признаки разрушения бетона. После этого опытные образцы разгружались, а их элементы возвращались в исходное (первоначальное) положение. При помощи инъекций эпоксидной смолой трещины заполнялись и поврежденные зоны бетона восстановлялись. После этого, фрагменты подвергались повторному нагружению до их разрушения.

Опыты показали, что напряженно-деформированное состояние нагруженных основных и восстановленных образцов отличались незначительно. Причем, заполненные смолой трещины не раскрывались. При разрушении бетонного раскоса, напряжения в растянутой арматуре перекрытия превышали предел текучести стали в *20...70 %* как в основных, так и в восстановленных фрагментах (табл. 1). Этим подтвердилась обоснованность рекомендаций американского комитета по бетону ACI-ASCE [5] в расчетах узлов по несущей способности учитывать прирост этих напряжений на *25 %*.

Из результатов табл. 2 нетрудно убедится, что модель разрушения узлов многоэтажных рамных систем по диагональному раскосу вполне применим в инженерных расчетах. Соотношение опытных и расчетных величин сопротивления данного раскоса при сжатии состовляло *1,0...1,17*. Однако требуются дополнительные опыты по изучению влияния типа узла (внутренний, крайний, верхний), размеров поперечного сечения стыкуемых элементов и армирования узловой зоны на величину коэффициентов χ и γ_b, соответсвенно, в формулах (13) и (14). Опыты показали, что при помощи эпоксидной смолы можно вполностью восстанавливать несущую способность как железобетонных элемен-

Таблица 1

Сопоставление опытных T_{obs} и расчетных T_{cal} усилий в растянутой арматуре контактного сечения перекрытия в основных (о) и восстановленных (в) узловых соединениях

Тип фрагмента	Вид фрагмента	Верхние стержни					Нижние стержни				
		T_{obs}, кН	R_T, МПа	$A_s \cdot 10^4$, м^2	T_{cal}, кН	T_{obs}/T_{cal}	T_{obs}, кН	R_T, МПа	$A_s \cdot 10^4$, м^2	T_{cal}, кН	T_{obs}/T_{cal}
Ф1	о	403	387	8,04	311	1,29	404	387	8,04	311	1,30
	в	425				1,37	440				1,41
Ф2	о	439	387	8,04	311	1,41	375	387	8,04	311	1,20
	в	430				1,38	361				1,16
Ф3	о	419	372	8,04	299	1,40	429	372	8,04	299	1,49
	в	442				1,48	466				1,56
Ф4	о	257	372	4,02	149,5	1,72	574	372	12,06	448,5	1,28
	в	257				1,72	621				1,38
Ф5	о	579	372	12,06	448,5	1,29	596	372	12,06	448,5	1,33
	в	550				1,27	550				1,23

Примечания: A_s -площадь продольной арматуры в плитах перекрытия

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Сопоставление опытных R_{obs} и расчетных R_{cal} по (14) величин сопротивления диагональных раскосов основных (о) и восстановленных (в) узловых соединений

Тип фрагмента	Колич. ϕ16 в перекрытии	Колич. ϕ16 в стене	Вид фрагмента	Опытные усилия, кН N	G	Q	C_1	T_2	Сопротивление раскоса R_{cal}, кН	R_{obs}, кН	R_{obs}/R_{cal}
Ф1	4+4	4+4	о	294	16,2	90,6	403	404	985	989	1,00
			в	294	16,2	96,7	425	440	985	1058	1,07
Ф2	4+4	4+4	о	569	23,5	92,6	439	375	985	1004	1,02
			в	569	23,5	90,6	430	361	985	977	0,99
Ф3	4+4	4+4	о	490	16,2	95,1	419	429	985	1039	1,05
			в	490	16,2	101,4	442	466	985	1110	1,13
Ф4	2+6	4+4	о	314	16,2	95,5	257	574	985	1040	1,06
			в	314	16,2	99,6	257	621	985	1090	1,11
Ф5	6+6	6+6	о	520	23,5	131,4	579	596	1227	1437	1,17
			в	520	23,5	123,6	550	550	1227	1348	1,10

Примечание: колич. ϕ16 - количество арматурных стержней ϕ16 в перекрытии и стене

тов, так и жестких узлов рамных конструкций.

Конструкционная безопасность узлов рамных систем может быть проверена несложным методом предельного эпизодического усилия [6]. Законы распределения вероятности сопротивления элементов, а также постоянных и длительных временных нагрузок близки к нормальному [7, 8]. Поэтому, функция эффективности жестких узлов может быть записана так:

$$Z = \left(R - F_g - F_q\right) - F_w . \qquad (15)$$

Во многих случаях, с течением времени сопротивление раскоса узлов R может снижатся. Поскольку опасные боковые нагрузки являются эпизодическими, то в основу расчета целесообразно рассматривать стохастическую последовательность функции эффективности

$$Z_k = F_{\lim,k} - F_w . \qquad (16)$$

Здесь предельное эпизодическое усилие

$$F_{\lim,k} = R_m - F_{gm} - F_{qm} - \\ - t_p\left(\sigma^2 R + \sigma^2 F_g + \sigma^2 F_q\right)^{1/2}, \qquad (17)$$

где R_m, $\sigma^2 R$, F_{gm}, $\sigma^2 F_g$, F_{qm}, $\sigma^2 F_q$ - средние значения и дисперсии сопротивления раскоса R и компонентов главного усилия F_g и F_q; $t_p \geq 1{,}3$ - квантиль нормированного нормального распределения, которым учитывается влияние неопределенности модели на результаты расчета.

Распределение вероятности эпизодических усилий, обычно, подчиняется закону экстремальных распределений типа 1. Поэтому вероятностный показатель безопасности узловых соединений в течение времени t_r вычисляется по формуле:

$$\mathbf{P}\{T \geq t_r\} = \mathbf{P}\left\{\bigcap_{k=1}^{r}\left(F_w < F_{k,\lim}\right)\right\} \approx \\ \approx \exp\left[-\sum_{k=1}^{r}\exp\left(\frac{a - F_{\lim,k}}{b}\right)\right], \qquad (18)$$

где r - число сечений случайной последовательности; a и b - параметры положения и масштаба распределения. Во всех случаях, этот показатель должен быть не менее минимальной вероятности безопасной эксплуатации конструкции $\mathbf{P}_{\lim}$= =99,993% [9].

Выводы

1. Расчетную модель для оценки несущей способности жестких железобетонных узлов рамных систем целесообразно представить в виде диагонального бетонного раскоса, подвергаемого к сжатию главными усилиями. Его расчетное сопротивление может быть определено по формуле (14), параметры которой требуют дополнительных экспериментальных исследований.
2. Вероятностная безопасность жестких железобетонных стыков нетрудно рассчитывать по формуле (18) инженерного метода предельного эпизодического усилия.

Библиографический список

1. Code of practice for design of concrete structures. *Standard Association of New Zealand, NZS 3101, Wellington*, 1982
2. *Architectural Institute of Japan.* Design guidelines for earthquake resistant reinforced concrete buildings based on ultimate strength concept, October, 1988.
3. CEB. Model code for seismic design of concrete structures. *Final Draft, Bulletin d'information No. 160*, 1984.
4. НИИЖБ. Стыки сборных железобетонных корструкций (сборник статьей). Москва, Стройиздат, 1970.
5. ACI-ASCE Committee 352 (1985). Recommendations for design of beam-column joints in monolithic reinforced concrete structures. *Journal of the ACI, May-June*, 1985, 266-283.
6. Kudzys Alg., Joh O., et. al. Experimental study on strength of reinforced concrete wall-slab connections, parts 1, 2, 3. Proceedings of AIJ (Hokkaido Branch), No. 67, 1994.
7. Rosenblueth E. Safety and structural design // Reinforced Concrete Engineering, V. 1/ Materials, Structural Elements, Safety. John Wiley and Sons, 1974, 407-516.
8. Райзер В. Д. Расчет и нормирование надежности строительных конструкций. Москва, Стройиздат, 1995.
9. CEN, ENV 1991-1. Eurocode 1, Part 1: Basis of Design and Actions on Structures, 1993.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В.И.ОВЧАРОВ, д-р техн. наук

Приборы для контроля качества бетона

Для совершенствования известных, а также развития новых технологий сборного железобетона нами предложены приборы для контроля качества бетона.

На рис.1 показан прибор для подбора соотношения крупного и мелкого заполнителей бетона. Прибор, обеспечивающий получение плотной, водонепроницаемой смеси бетона с разными заполнителями, устраняющий коэффициент "раздвижки" (1,25) заполнителей, обеспечивает экономию 10–15% цемента на 1 м^3 бетона в расчетах его состава (а.с. № 630586). В отличие от заполнения мелким заполнителем пор крупного в 5-литровом цилиндре без крышки с отверстиями размером 0,5 мм происходит просыпание мелкого заполнителя (песка) в поры крупного (щебня, гравия или шлака). Имеющийся в новом приборе мелкий заполнитель подтапливает крупный, и точка перелома объемного веса уходит вниз направо, как показано на рис.2.

Рис. 1. Новый прибор для подбора соотношения плотной смеси крупного (щебня, гравия и др.) и мелкого (песка, шлака и др.) заполнителя с устранением коэффициента раздвижки (1,25) зерен и экономией цемента

1 — стакан прибора с защемляемым крышкой дном с отверстиями 0,5 мм для просыпания в стакан мелкого заполнителя при вибрировании в течение 1 мин; 2 — воронка (корпус крышки); 3 — защемляющие крышку (воронку) винты; 4 — ручки для переноски прибора

Рис. 2. График зависимости объемного веса смесей мелкого и крупного заполнителей от содержания в смеси мелкого заполнителя

Удобоукладываемость малоподвижных и жестких смесей для получения плотного бетона и раствора, например, в формуемых скользящими пуансонами комбайнов плитах перекрытий, рекомендуется подбирать на показанном на рис.3 приборе с пригрузами 40 г/см^2 для пластичных и 80 г/см^2 для жестких смесей (а.с. № 617 417).

Этот прибор позволяет подбирать эффективную консистенцию бетонных или растворных смесей в заводских условиях или непосредственно на стройплощадке.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 3. Прибор для определения удобоукладываемости пластичных и малоподвижных бетонных смесей

1 — гайка; 2 — шайба; 3 — груз (h = 32 мм весом 4,96 кг); 4 — груз (h = 35 мм весом 5,36 кг); 5 — кронштейн; 6 — барашек; 7 — опора груза; 8 — форма размером 20x20x20 см; 9 — воронка

Путем изменения массы пригруза можно подбирать хорошо уплотняемые смеси обычной жесткой консистенции простыми средствами их уплотнения (например, вибрацией), в летних и зимних условиях. В последнем случае в качестве присадок для регулирования сроков схватывания бетонных или растворных смесей, а также осуществления возможности ведения работ при отрицательных температурах надо пользоваться добавками поташа, нитрита натрия, мочевины или их смесей (а.с. № 2423225).

Рекомендуемые величины применения этих добавок в бетонах и растворах приведены в табл.1, а прочность бетона показана в табл.2.

Таблица 1

Температура раствора (бетона) в градусах	Величина добавок в % от веса			
	портландцемента и шлакопортландцемента			пуццоланового портландцемента
	нитрит натрия	поташ	нитрит натрия+ +поташ	нитрит натрия+поташ
От +5 до –5	4–6	4–6	4+2	3+3
			3+3	2+4
			2+4	—
До –10	6–8	6–8	6+2	5+5
			4+4	4+6
" –15	8–10	8–10	8+2	Не рекомендуется ввиду необходимости повышения содержания поташа
			5+5	
			4+6	
" –20	—	10–12	8+4	—
			6+6	—
			4+8	—
" –30	—	12–15	7,5+7,5	—
			5+10	—

Примечание. Для ускорения набора прочности раствором в нижних этажах зданий следует за 10–15 дней до начала зимы в растворы и бетоны вводить сразу 8–10% добавки нитрита натрия и поташа.

Таблица 2

Величина добавки от веса цемента в %		Осадка конуса бетонной смеси в см	Прочность бетонных образцов при сжатии в кГ/см² (возраст в сутках)				
нитрит натрия	поташ		7	14	28	90	180
Эталон без добавок нормального хранения		6,3	75,3	100	117	124	140
6	—	5,2	51,1	81,5	106	178	281
—	6	4	81,4	88	113	160	283
4	2	6,5	34,3	68,1	88,5	136	242
12	—	9	47,5	95,4	140	216	321
—	12	3,7	107	127	160	193	290
8	4	7	38,9	75,3	117,5	178	284
15	—	10	51,2	28	71	113	256
—	15	3	87,1	108	151	164	292
7,5	7,5	5,3	53,3	84,5	105	148	—
5	10	4	74	95	115	155	238
10	10	3,5	31	80	125	155	255
10	15	3	35	51	74	116	179
5	15	3	61,4	81,3	97	110	155

Примечания: 1. Состав бетона на 1 м³; пуццолановый цемент 300 кг, карьерный песок 711 кг, щебень фракций 5–15 мм 1171 кг, вода 182 л, В/Ц=0,7.

2. До 90 суток образцы твердели в морозильной камере при –8, –12°, от 90 до 180 суток — в помещении при 15–20°

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В.С.УТКИН, канд. техн. наук, проф., Л.В.УТКИН, канд. техн. наук (Вологодский политехнический ин-т)

Оценка качества продукции при малой или нечеткой информации*

В настоящее время во многих нормативных документах по оценке качества продукции и в частности по испытаниям материалов имеются требования о минимальном количестве образцов или числа испытаний (ГОСТ 22690-88, ГОСТ 10180-78 и др.). Не редко это количество равно трем и менее. Для предупреждения «беспредела» в этом вопросе иногда нормы требуют ограничений, например, в виде предельного различия между наибольшими и наименьшими результатами испытаний, в частности

$X_{\max} / X_{\min} \le 1{,}5$. Строго математического обоснования для этих требований нет. К сожалению, могут иметь место и такие случаи, когда большого количества образцов или испытаний произвести в принципе невозможно.

Известно [1], что при испытаниях 3-х и даже 5 образцов без знания закона распределения случайной величины результатов испытаний не может быть речи о точечных и интервальных характеристиках этой величины. Если все же на практике их находят, то получают либо абсурдные результаты, либо неправомочные.

В связи с этим предлагаем новую методику оценки качества продукции при малом числе образцов или испытаний, основанную на теории нечетких множеств, теории интервальных средних и теории возможностей. Эти теории получили в последнее время значительное развитие и нашли применение в работах авторов по проблемам надежности конструкций [2,3 и др.].

В терминах теории нечетких множеств переменную величину (аналог случайной величины) будем называть нечеткой и обозначать $\widetilde{X}$. Она принимает значения из множества вещественных чисел, которые образуют пространство событий. Отображение ее из этого множества в интервал [0, 1] описывается функцией распределения возможностей того, что нечеткая переменная $\widetilde{X}$ принимает некоторое значение x из области вещественных чисел. Если функция $\pi_x(x)$ известна, то можно найти возможность любого события, образованного из элементарных событий множества. Одновременно с мерой возможности P используется понятие меры необходимости

$$N(x \in A) = 1 - \sup \pi_x(x \notin A),$$

где A – некоторое нечеткое множество.

В качестве функций распределения возможностей используются типовые, обусловленные поставленной задачей и характером событий.

На практике [2] при оценке качества продукции нашла применение функция вида

$$\pi_x(x) = \exp\left\{-\left[(x-a)/b\right]^2\right\}, \quad (1)$$

где a и b параметры функции, определяемые результатами испытаний или измерений. Так для множества результатов испытаний $\widetilde{X} = \{X_1, X_2, \ldots X_n\}$

$$a = 0{,}5(X_{\max} + X_{\min}),$$

$$b = 0{,}5(X_{\max} - X_{\min})/\varepsilon_\alpha,$$

$\varepsilon_\alpha = \sqrt{-\ln \alpha}$, α - уровень риска.

Подробную информацию и первичные источники по этому вопросу можно найти в [2].

Рассмотрим конкретный пример. Пусть получены результаты испытаний образцов материала на прочность. За меру прочности отдельного образца примем наибольшее напряжение X_i, которое выдержал i-образец при испытаниях.

Пусть $\widetilde{X} = \{10{,}8{,}5\}$ МПа. Задаемся $\alpha = 0{,}01$, тогда

$$\varepsilon_\alpha = \sqrt{-\ln \alpha} = 2{,}15.$$

$$a = (10+5)/2 = 7{,}5 \text{ МПа},$$

$$b = (10-5)/2 \cdot 2{,}5 = 1{,}16 \text{ МПа}$$

Запишем (1) для полученных значений a и b.

$$\pi_x(x) = \exp\left\{-\left[(x-7{,}5)/1{,}16\right]^2\right\} \quad (2)$$

Поставим вопрос. Какова возможность того, что средняя прочность исследуемого материала, например, точно равна $x = 6$ МПа? Подставляя в (2) $x = 6$ МПа, найдем $\pi_x(6) = 0{,}19$.

Так как $x = 6 МПа < a = 7{,}5 МПа$, то возможность того, что $x = 6\ МПа$ относится к характеристике материала «средняя прочность» равна 100%. Обратное утверждение оценивается значением $\pi_x(6) = 0{,}19$. Необходимость того, что $x = 6\ МПа$ относится к «средней прочности», составит $N = 1 - \pi_x(6) = 1 - 0{,}19 = 0{,}81$.

Истина утверждения о «средней прочности» $x = 6\ МПа$ находится в интервале [0,81; 1].

Полученная таким образом информация о прочности материала позволяет объективно принять то или иное решение

* Работа финансируется по Гранту фундаментальных исследований в области архитектуры и строительных наук Минобразования РФ

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

относительно его качества (пригодности, сортности и т.п.). Если представляется, что гарантия прочности $x = 6$ МПа, обусловленная интервалом [0,81; 1], мала, то примем иное значение «средней прочности», например равной 5,5 МПа. В этом случае интервальная оценка возможности и необходимость составит [0,95; 1].

Если принять, что $x = 7{,}5$ МПа, тогда интервальная оценка возможности и необходимости составит [0,1], т.е. мы имеем полное незнание для утверждения о том, будет ли $x = 7{,}5$ МПа характеризовать «среднюю прочность» материала.

Если нормировать интервальную оценку $[\alpha, \beta]$, то можно найти соответствующую оценку и качества продукции.

Посмотрим, что бы мы имели, используя полученные в примере результаты испытаний материала и используемую в настоящее время методику оценки его качества. Средняя прочность

$$\overline{X} = (10 + 8 + 5)/3 = 7{,}7 \quad \text{МПа.}$$

Среднее квадратичное отклонение $S_x = 2{,}5$ МПа. Не зная закона распределения, найдем прочность материала с гарантированной обеспеченностью 0,99 (близкой к полученной в примере обеспеченности [0,95; 1]) по условию

$$\text{«Прочность»} = \overline{X} - 3S_x =$$
$$= 7{,}7 - 3 \cdot 2{,}5 = 0{,}2 \text{ МПа.}$$

Результат показывает на его очевидную абсурдность.

Выводы:

1. Необходимо пересмотреть существующие требования нормативных документов относительно оценки качества продукции при малом объеме первичной информации по результатам их испытаний.
2. Разработать методику оценки качества на основе достижений теорий нечетких множеств, интервальных средних и возможностей с учетом специфики их функционального назначения.
3. При возможности получения достаточно большой по объему выборки оценка качества продукции осуществляется вероятностными методами.

Библиографический список

1. Венцель Е.С., Овчаров А.А. Теория вероятностей и ее инженерное приложение. – М.: Наука. 1988. – 408 с.
2. Уткин В.С., Уткин Л.В. Определение надежности строительных конструкций: Учебное пособие. –Вологда: ВоПИ, 1998. – 163 с.
3. Уткин В.С., Уткин Л.В. Определение надежности железобетонных элементов при центральном сжатии возможностным методом // Бетон и железобетон. –1998. - № 3. С.18.

Установка для зимнего бетонирования

Для отогрева промерзшего грунта в США используют мобильные установки "Hydronic Heater", представляющие собой металлический контейнер, содержащий в себе печь на жидком топливе, бак с незамерзающей жидкостью и барабан с резиновым шлангом. Перед началом разработки промерзшего грунта резиновый шланг раскатывают и укладывают волнами на поверхности площадки. Расстояние между соседними волнами составляет около 80 см. Нагретая до 80°С жидкость прокачивается по шлангу и возвращается в бак для подогрева. При одной заправке топливом установка способна работать непрерывно более 80 ч. Для повышения эффективности оттаивания шланги сверху укрывают пленкой или теплоизолирующими матами. Средняя скорость оттаивания грунта составляет около 30 см за 24 ч работы установки.

По сообщению бюллетеня Портландцементной ассоциации США "Concrete Technology Today", № 3, 1998 г., данная установка стала находить применение при производстве бетонных работ в зимнее время года. В соответствии с американскими нормами ACI 306R свежеуложенный бетон необходимо защищать в течение первых трех дней после его укладки, если средняя температура воздуха в этот период составляет менее 5°С. До достижения прочности не менее 24 МПа его следует выдерживать при температуре от 5 до 13°С. При прогреве горизонтальных плоскостных бетонных конструкций резиновые шланги раскатывают таким же образом, как и при оттаивании грунта, а при обогреве вертикальных конструкций шланги крепятся снаружи опалубки рядами по всей ее высоте с расстоянием между рядами около 30 см. Прогрев форм начинают перед укладкой бетона и ведут его все необходимое по американским нормам время с учетом тепловыделения при гидратации цемента.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Симпозиум fib 1999 г. "Конструкционный бетон — мост между людьми"

Симпозиум проходил в Праге с 12 по 16 октября 1999 г. Ему предшествовал **семинар**, имевший целью привлечь молодых инженеров и ученых, даже в том случае, если они не будут участвовать в симпозиуме. На **семинаре** были обсуждены следующие вопросы:

- Азиатские нормы.
- Новые выпуски (тома) "Конструкционный бетон".
- Новые публикации, в том числе — "Модели сцепления" (окончательная редакция) и "будущее журнала "Конструкционный железобетон".
- "Наружное и внутреннее преднапряжение", в том числе:
- преимущества и недостатки,
- проектные и научные основы,
- опыт США.

На симпозиуме присутствовало 540 делегатов из 50 стран. 22 компании представили свои достижения на технической выставке.

Программа симпозиума состояла из пленарных и специальных сессий.

На пленарных сессиях были заслушаны следующие доклады:

- Низкие и высокие железобетонные здания.
- Конструкционный железобетон — прошлое, настоящее и будущее.
- Мосты — работа для инженеров.
- Американская и европейская практика.
- Красота и элегантность — вопросы стоимости.
- Могут ли бетонные мосты быть элегантными.
- Проектирование на поперечную силу в европейских нормах.
- Вперед — к современным проектным концепциям для конструкционного бетона.
- Эффект размера в железобетонных конструкциях: неприятность или необходимость.
- Современные композитные конструкции в Японии.
- Конструктивные и исследовательские тенденции в "транзитных странах".
- Осуществление стратегии бетона — опыт мостового перехода в Орезунде.
- Философия сейсмического проектирования для калифорнийских мостов.
- Проектирование мостов с увеличенными подвесными пролетами.

Значительное количество докладов было заслушано и обсуждено на следующих **5 сессиях**:

Сессия 1 — Проектирование железобетонных конструкций для конструктивной красоты и элегантности

- Бетон как средство инновации при проектировании мостов.
- Подход к конструктивной красоте в железобетонных конструкциях.
- Подвесной мост в Бельгии.
- Гибридные конструкции — решения и возможности.
- Мост в Сан-Франциско, восточный пролет — сейсмически безопасный проект.
- Мост на Корсике.
- Строительное проектирование — эстетика и функциональность.
- Проектирование железнодорожного виадука в Греции.
- Строительное проектирование центральной городской гимназии в Осаке.
- Городские мосты: цивилизованная гражданская инженерия.
- Художественный конструктивный инжиниринг в железобетоне.
- Выразительность железобетона в мостах, соответствующих окружающей среде.
- Эстетика мостов из новых материалов.
- Тридцатилетняя история эластичной железобетонной рамной конструкции в зоне высокой сейсмичности.

Сессия 2 — Практическое проектирование железобетонных конструкций

- Проектные примеры.
- Поведение и анализ балок, подверженных срезу.
- Проектные критерии для железобетонных панелей.
- Материальные модели напряжений для железобетонных плит и оболочек.
- Взаимодействие между стержнями в железобетонных мембранных элементах.
- Проектные инструменты для конструкционного бетона.
- Срез в железобетонных неразрезных балках.
- Предельная несущая способность по поперечной силе в балках с высококачественным легким заполнителем.
- Железобетонные элементы с традиционной арматурой и фиброй.
- Концепция проектирования конструкционного бетона на поперечную силу, основанная на моделях "связей и распорок".
- Общая философия железобетонных конструкций.
- Модели плоских стыков, соединяющих сборный и монолитный бетон.
- Продавливание в балках с поперечной арматурой: разрушение от растяжения.
- Продавливание во внутренних соединениях плит с колоннами.
- Проектирование плоских плит, препятствующее прогрессирующему разрушению.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

●Эластичность железобетонных конструкций.

●Внутренние стыки балок с колоннами в рамах.

●Наружные стыки балок с колоннами типа "связь-распорка".

Сессия 3 — Моделирование в железобетонных конструкциях

●Статический нелинейный анализ цилиндрического преднапряженного резервуара.

●Определение предельной эластичности в железобетонных конструкциях.

●Множественная модель железобетонных элементов для анализа деформации и разрушения.

●Проектирование подвесных составных мостов с использованием вероятностного анализа методом конечных элементов.

●Моделирование балочных мостов с последующим натяжением с использованием метода конечных элементов.

●Изысканный инструмент конечных элементов для использования при проектировании мостов.

●Трехразмерный анализ для мостовых покрытий, подверженных поперечному сдвигу.

●Поведение двухпролетных железобетонных балок с преднапряженными элементами без сцепления.

●Сравнение количества арматуры в коробчатых мостах с преднапряженными внутренними или наружными канатами.

●Механическое поведение и оптимальное проектирование бетонных панелей с отделочным слоем из высококачественного бетона и легким бетоном внутри.

●Численный анализ железобетонных элементов, основанный на принципе наложения ползучести и сцепления бетона.

●Рекомендации по долговечности, основанные на проектировании железобетонных конструкций.

●Моделирование поведения преднапряженного моста, испытанного до разрушения.

●Практичность преднапряженных железобетонных конструкций.

●Проектирование минимального армирования в преднапряженных железобетонных мостах с целью контроля трещинообразования.

●Моделирование влияния времени в преднапряженных железобетонных мостах.

●Деформации в преднапряженных железобетонных конструкциях — измерение и анализ.

●Изучение долговременного поведения монолитного сегментного моста.

●Оценка влияния ползучести на изменение граничных условий в железобетонных конструкциях.

●Расчетные и измеренные деформации в рекордном по длине консольном мосте.

Сессия 4 — Железобетонные конструкции в "транзитных" странах

●Два преднапряженных рамных моста в Чехии.

●Проектирование и строительство моста.

●Проектирование сегментной конструкции с монолитной плитой.

●Конструкции необычной формы и конструкционный бетон.

●Некоторые проекты мостов в Словакии:1995–1998 гг.

●Мост в Польше.

●Предельная стадия проектирования по коррозии в железобетонных мостах.

●Ремонт и восстановление железобетонного моста в Мозамбике.

●Ремонт моста в Румынии.

●Коррозия и сохранение моста.

●Усиление сегментного автодорожного моста.

●Применение железобетона и специальных бетонов в машиностроении.

●Моделирование методом конечных элементов последующего натяжения без сцепления.

●Продавливающая поперечная сила в подъемных плитах с последующим натяжением у угловых колонн.

Сессия 5 — Исследования и инновации в различных проектах

●Составной мост.

●Новая демпфирующая система против вибраций подвесного моста.

●Применение монолитного железобетона для морских дамб и волноломов мостов.

●Резервуар в княжестве Монако.

●Железобетонные сегменты, армированные стальной фиброй во 2-м Хейенордском туннеле.

●Новые материалы и технологии для производства высококачественного легкого бетона.

●Предложение по гибридному преднапряженному ленточному пешеходному мосту для применения в шоссейных мостах.

●Надежное проектирование в рабочей стадии — вызов для *fib*.

●Практический опыт нового поколения напрягаемых элементов и грунтовых анкеров.

●Пешеходный мост Шербрук.

●Продвинутая технология для мостов.

●Проектирование и строительство преднапряженного моста с гофрированными стальными стенками.

●Сейсмическая оценка моста.

●Экспериментальное изучение сейсмических качеств железобетонных преднапряженных колонн.

●Концепция зрелости в применении преднапряжения.

На симпозиуме были организованы технические экскурсии, в том числе на строительство Конгресс-центра и метромоста.

Была также объявлена беспрецедентная программа по изданию материалов *fib*.

Вышли из печати и рассылаются членам следующие серии, изданные еще в FIP:

●Проектирование тонких стеновых элементов.

●Проектирование плит и фундаментов с последующим натяжением.

●Практическое проектирование конструкционного бетона.

Вышли из печати и рассылаются новые серии fib:

●Конструкционный бетон, том 1 — Введение, проектирование, материалы.

●Конструкционный бетон, том 2 — Основы проектирования.

●Конструкционный бетон, том 3 — Долговечность,

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

проектирование для сопротивления огню, сохранение, оценка, ремонт.

●Бетоны на легких заполнителях — Выдержки из норм и стандартов.

●Защита систем от риска — Сущность и развитие проблемы.

Окончательные редакции, которые выйдут из печати позднее:

●Модели сцепления.

●Управление, оценка и усиление железобетонных конструкций.

●Сборные преднапряженные сельскохозяйственные силосы.

●Руководство для проектирования мостов.

Материалы, которые ожидаются в 2000 г.:

●Примеры практического проектирования.

●Соединения для сборных железобетонных конструкций.

●Бетон на легком заполнителе — рекомендации.

●Бетон на легком заполнителе — определение потребности в исследованиях.

●Бетон на легком заполнителе — изучение отдельных случаев.

●Промышленные системы защиты от коррозии.

Материалы, находящиеся в стадии рецензирования и подготовки к печати:

●Проектирование, строительство и оценка железобетонных судов — хранилищ воды.

●Специальные проектные решения для сборных преднапряженных пустотных перекрытий.

●Гофрированные пластиковые трубы для внутреннего преднапряжения со сцеплением.

Намечен перевод в Российской национальной группе fib всех поступающих материалов, с тем чтобы сделать их доступными для строительной общественности, и в первую очередь, для членов Ассоциации "Железобетон".

Основными мероприятиями fib в 2000 г. будут:

●2000 г., 18–22 июня, 2-й международный симпозиум по строительному использованию бетона на легком заполнителе (с участием *fib*) в Норвегии.

●2000 г., 24–27 сентября, симпозиум *fib* и Американского института преднапряженного железобетона в Орландо, США.

А.И.Звездов, руководитель Российской национальной группы в *fib*, д-р техн. наук,
Л.В.Сасонко, канд.техн наук

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ!

В июне 2000 г. в Москве состоится 7-я конференция Ассоциации "Железобетон" **"Состояние и перспективы развития преднапряженных железобетонных конструкций"**, на которой намечено рассмотреть широкий круг проблем по данной теме.

Президиум межрегиональной Ассоциации "Железобетон" и научный комитет по подготовке и проведению 7-й конференции обращается к Вам и Вашим сотрудникам с предложением принять участие в работе конференции и выступить на ней с докладом (сообщением).

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

1. Новые конструкции зданий и сооружений.
2. Эффективные виды бетона и арматуры.
3. Технология изготовления конструкций на заводах ЖБИ и в построечных условиях.
4. Оборудование и приборы для натяжения арматуры.
5. Совершенствование методов расчета.
6. Зарубежный опыт.

Намечаются ознакомительные поездки на заводы ЖБИ, на строительную выставку и в новые районы Москвы.

Для сопровождающих лиц будет организована специальная программа.

Подробная программа с наименованием докладов и авторов будет направлена Вам в феврале 2000 г.

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ:

Председатель **Маркаров Н.А.** — (095) 174–76–96
Волков Ю.С. (зам.председателя)
Забегаев А.В.
Мадатян С.А.
Шагин А.Л.
Солотчина Л.П. (секретарь)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Председатель **Крылов Б.А.** — (095) 174–77–26
Мишина Т.Б. (зам.председателя)
Зикеев Л.Н.
Лебедева Т.И. (секретарь)

Контактные телефоны:

Исполнительный директор Ассоциации "Железобетон"
Сасонко Л.В. — (095) 174–78–48
Секретариат конференции — (095) 174–76–65

E-mail: niizhb@glasnet.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Д.А.КОРШУНОВ, канд.техн. наук (НИИСК, Киев)

О мерах обеспечения морозостойкости бетона

В последние годы "Б и ЖБ" не раз обращался к обсуждению проблемы морозостойкости бетона. Эти выступления, как правило, относились к методам экспериментального определения ее уровня; наконец, в [1] назван комплексный перечень 13-ти требующих решения вопросов. Не следует умалять значение многих из них: например, от состояния прилегающих к плитам пресса граней образцов могут заметно зависеть результаты испытаний. Можно согласиться с автором [1] в части непривычности для многих читателей методов математической статистики. Однако без их использования невозможно обоснованно назначить уровень значимости полученного при сопоставительных испытаниях снижения прочности бетона после морозильных испытаний. Нужно было бы активно реализовать предложение о создании испытательных (на морозостойкость) центров. Но все это не выводит нас из эпохи проф. Н.А.Белелюбского.

Вместе с тем акад. МАИ В.П.Сизов указывает путь кардинального решения проблемы. Представляется полезным поддержать его с общеметодических позиций, одновременно имея в виду существенные особенности рассматриваемого явления.

Во-первых, морозостойкость бетона (а также кирпича, черепицы и подобных камней) является одним из факторов надежности строительных конструкций в части их долговечности. Правда, поверхностное разрушение материала происходит постепенно, в большинстве случаев наглядно и не может поэтому привести к неожиданному обрушению.

Факт постепенного разрушения ставит вопрос о возможной зависимости норматива (марки) морозостойкости (далее — F), с одной стороны, от массивности конструкции, а с другой, — от особенностей ее эксплуатации. Так, дорожное покрытие практически не поддается защите, но допускает ремонт и даже замену, а плотина не допускает замены (скажем, трудно себе представить, каким образом можно заменить плотину ДнепроГЭСа, хоть она и имеет ряд повреждений), но поддается защите и ремонту с использованием современных технологий.

Во-вторых, известно, что приемлемость норм проектирования в конечном счете апробируется практикой эксплуатации сооружений. К сожалению, такой критерий вряд ли удастся применить к обоснованию F. Среди многих препятствий можно назвать три:

- исключительную трудность определения действительного числа циклов замораживания-оттаивания эксплуатируемой конструкции (например, оно может быть разным с южной и северной стороны) — здесь не исключена ошибка даже на порядок величины;
- неопределенность проектного срока эксплуатации сооружений;
- условность самого понятия F, которое непосредственно связано с многократно изменяющимися стандартизованными методами испытаний (см., например, [1] и названные там другие источники).

В-третьих, испытания на морозостойкость в любом случае довольно сложны и длительны, так что в производственных условиях их проводят редко (один раз в 6 месяцев. Дополнительное указание ГОСТ 2663-91 "а также при изменении состава бетона, технологии производства и качества используемых материалов" — не конкретно).

Ранее мы уже отмечали принципиальные недостатки периодических испытаний (см., например, [2]): значительная вероятность принятия ошибочного решения и невозможность скомпенсировать post facfum выявленное несоответствие. В [1] наконец-то прямо сказано, как на практике выходят из такого положения: фальсифицируют результаты испытаний.

Среди названного перечня наиболее актуальным представляется 9-е предложение В.П.Сизова о необходимости надежного прогнозирования F бетона по составу бетонной смеси, который в решающей мере определяет свойства получаемого камня. Это позволило бы обратить первоочередное внимание на необходимость соблюдения стабильности наиболее влияющих на F факторов. Основное препятствие здесь видится в трудности согласования имеющихся на этот счет различных мнений ведущих специалистов, которые стремятся к универсальному решению. Свидетельством подобного утверждения служит, например, приведенный в послесловии к [3] отзыв проф. О.В.Кунцевича (отметим, кстати, исключительную полезность этого прецедента). Впрочем, может быть, универсального решения проблемы и не существует.

Но ведь в конкретных технологических условиях такие факторы выявляются вполне уверенно, поддаются контролю и регулированию. Достаточно обоснованны также утверждения (см. [3] и др.) о недопустимости пропаривания морозостойких бетонов, о настоятельной необходимости влажного их содержания на начальной стадии твердения.

Думается, что настало время конкретизировать такие технологические указания в соответствующих нормативных документах, пусть даже только в рекомендательном порядке.

Библиографический список

1. **Сизов В.П.** К вопросу совершенствования ГОСТ 10060-95 на испытание бетона на морозостойкость//Бетон и железобетон. — 1999. — № 2. — С.24–26.

2. **Коршунов Д.А.** Контрольные испытания образцов железобетонных изделий нагружением//Промышленное и гражданское строительство. — 1998. — № 3. — С.43–44.

3. **Шейкин А.Е., Добшиц Л.М.** Цементные бетоны высокой морозостойкости. — Л.: Стройиздат, Ленингр. Отделение, 1989. — 128 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Ю.С.ВОЛКОВ, канд.техн. наук (НИИЖБ)

Монолитный железобетон

В настоящее время ежегодное производство бетона для монолитного строительства в мире превышает 1,5 млрд.м^3. По объему производства и применения монолитный бетон намного опережает другие виды строительных материалов. В наиболее развитых странах душевой показатель применения монолитного бетона составляет (в м^3): США — 0,75; Япония — 1,2; Германия — 0,8; Франция — 0,5; Турция — 0,35; Италия — 1,1; Израиль — 2. Для сравнения, в России этот показатель находится в пределах 0,15–0,2.

На изготовление бетона для монолитного строительства расходуется больше половины мирового производства цемента.

В монолитном исполнении возводятся промышленные и жилые здания, объекты соцкульта, плотины, энергетические комплексы, телебашни и т.п. Самая высокая в мире телебашня возведена из монолитного бетона. Самые высокие здания на всех континентах построены с монолитным железобетонным каркасом, в том числе мировые рекордсмены — два небоскреба нефтяного концерна "Петронас" в Куала-Лумпуре, Малайзия (432 м). В США насчитывается уже более 100 небоскребов с монолитным каркасом, бетон уверенно вытесняет сталь из этого вида строительства.

Обширной областью применения монолитного бетона являются инженерные сооружения (градирни, трубы, резервуары, защитные оболочки АЭС и т.д.). Современные градирни достигают высоты 150 м при диаметре основания 120 м. При этом толщина стены сооружения может составлять всего 19 см. Резервуары для хранения воды, сжиженного газа и т.д. могут достигать объема в несколько сот тысяч кубометров. Ярким примером строительных возможностей монолитного бетона являются морские платформы для добычи нефти высотой в несколько сот метров.

В России в последние годы также наметилась тенденция к увеличению применения монолитного бетона и железобетона в промышленном и жилищно-гражданском строительстве с использованием инвентарной опалубки, высокопроизводительной технологии и комплексной механизации приготовления, транспортировки и укладки бетонной смеси. Все шире используется монолитный бетон при возведении не только общественных и жилых зданий, но и индивидуальных многоэтажных усадебных домов и хозяйственных построек. Годовой объем производства монолитного бетона и железобетона в России составляет 25–30 млн.м^3.

Для приготовления бетона в настоящее время используются смесители различной производительности. Современные бетоносмесительные установки выпускаются производительностью 7, 12, 20 и 30 м^3/ч, автобетоновозы с вместимостью кузова 2,5; 3,5; 4,8 м^3, автобетоносмесители объемом барабана 3,5; 5,7; 8 и 9 м^3. Укладку бетона в дорожном и аэродромном строительстве производят с помощью высокопроизводительных широкозахватных бетоноукладчиков, а для ухода за бетоном применяют пленочные покрытия.

Повышение производительности труда достигается путем автоматизации приготовления бетонной смеси, с применением микропроцессорной техники для запоминания рецептуры составов, учета заданных и фактических показателей, контроля влажности и управления параметрами бетонной смеси. Процесс дозирования составляющих, перемешивание и выгрузка смеси полностью компьютеризирован. Распечатка сопроводительной документации содержит сведения о цементе, данные о продукции, времени ее доставки, адресе и даже оптимальном маршруте движения автобетоновоза или автомиксера.

Современные системы переставной блочной опалубки для строительства монолитных многоэтажных зданий могут быть размером в плане до 9x21 м и массой до 12 т.

Более широкое применение современной технологии укладки бетона при помощи автобетононасосов и использование пластификаторов предъявляет повышенные требования к конструктивным решениям опалубки. Разработаны основные типы унифицированных опалубок: разборно-переставная, мелкощитовая, блочная, скользящая, объемно-переставная, греющая, несъемная многофункционального назначения. Основные требования к опалубке зафиксированы и введены в государственных стандартах.

Объем бетона, укладываемого в унифицированные опалубки, в настоящее время составляет порядка 70–80%.

Значительный резерв повышения эффективности использования монолитного железобетона в массивных конструкциях — внедрение несъемной опалубки в виде тонкостенных элементов из армоцемента, стеклофиброцемента или тонких железобетонных плит.

При бетонировании в скользящей опалубке пространственная форма поднимается по мере наращивания сооружения. Скорость подъема опалубки определяет собственно весь технологический цикл. Темп бетонирования в зависимости от условий выдерживания бетона составляет обычно 3–4 м в сутки. Скользящую опалубку можно перенастраивать для образова-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ния сложных поверхностей, а также обеспечения примыкания диафрагм и т.д.

Наиболее успешно бетонирование в скользящей опалубке применяется при возведении вертикальных сооружений типа силосов, дымовых труб, водонапорных башен и резервуаров. Особенно эффектно выглядят в бетоне телевизионные башни, являющиеся достопримечательностями многих городов, особенно в Германии. Выдающимся сооружением явилась построенная по проекту Н.В.Никитина московская телебашня, при общей высоте которой 537 м железобетонная часть составляет 380 м.

На сегодня телебашня в Торонто является самым высоким в мире отдельно стоящим сооружением (555 м). Есть более высокие стальные мачты, но они раскреплены растяжками. Поперечное сечение башни в виде трилистника оказалось весьма удачным для выполнения работ в скользящей опалубке и размещения напрягаемой арматуры. В центральной части башни размещены 48 канатов сечением 15,8 см^2 каждый, в "ногах" на различном удалении расположены еще 72 каната. Площадь арматуры составила: напрягаемой — 2566 см^2 при прочности 1900 Н/мм^2, обычной — 4 860 см^2 при прочности 525 Н/мм^2. Площадь бетона — 98,5 м^2 при прочности 35Н/мм^2 (в цилиндрах). Ветровой опрокидывающий момент на башню составляет 4 150 МНм (415 тыс.тсм), вертикальная составляющая 622 МН (62 тыс.тс).

В Германии и Японии широко возводят в переставной опалубке резервуары яйцевидной формы для очистных сооружений. К настоящему времени их построено общей емкостью более 1 млн.м^3. Единичные емкости таких резервуаров колеблются от 1000 до 12 тыс.м^3.

Наиболее выдающимся примером применения скользящей опалубки следует считать бетонирование кессона нефтедобывающей платформы в Норвегии, где периметр одновременно бетонируемых стен и диафрагм суммарно достигал 2 км. Скользящая опалубка одномоментно перемещалась с помощью 1000 гидравлических домкратов.

Современные самоподъемные опалубки позволяют менять угол наклона стен. Так, при бетонировании стен здания солнечных часов в Диснейленде во Флориде угол их наклона менялся от 11 до 5 градусов. Наклон стены выставочного павильона на выставке ЭКСПО-92 в Севилье составил 15 градусов (для сравнения, наклон Пизанской башни — 6 градусов). Опалубка также может перенастраиваться и на плане. Разработаны системы, где радиус опалубочной поверхности может меняться от 1 м до бесконечности, т.е. в плане очертание стены меняется от круглой до горизонтальной прямой.

При бетонировании стен тоннеля в Саксонии радиус поворота оси тоннеля составил 160 м, что было обеспечено конструкцией катучей опалубки. Современная опалубка рассчитывается на давление от свежеуложенного бетона до 12 тс/м^2 (120 кН/м^2). Такие опалубки проектируются с применением новейших компьютерных программ.

Возможности реализации сложных планов зависят от конструктивных систем опалубки. Можно утверждать, что разработанные системы опалубки позволяют решать самые разнообразные задачи. Так, при строительстве гостиницы в Гамбурге на плане первого этажа были запроектированы колонны различных сечений (круглая, крестообразная, трилистник и т.д.). Высота колонн составила 11 м. Арматурный каркас монтировался внутри опалубки в горизонтальном положении перед ее установкой в проектную позицию. Повышенная скорость монтажа различных систем опалубки из-за высокой стоимости рабочей силы может дать существенный экономический эффект.

Примером высокоточных бетонных работ с помощью самоподъемной опалубки может служить строительство небоскреба высотой около 200 м во Франкфурте, где проемы в монолитных стенах фасада выполнялись с допуском ±5 мм. Периметр наружных стен здания в плане составлял 210 м. Темп бетонирования достигал 8 сут на один этаж. Качество поверхностей стен после смены опалубки делало возможным выполнение отделочных работ без дополнительной доводки (затирки).

Монолитный бетон в малоэтажном строительстве также находит достаточно широкое применение. Так, опалубочные системы компании "Утинорд" (Франция) позволяют бригаде в 7 человек бетонировать ежедневно одну блок-секцию на две квартиры трех-, четырехэтажного дома. В малоэтажном строительстве перспективно применение несъемной опалубки из пенополистирола. Такая опалубка собирается с применением связей между наружными и внутренними слоями из отдельных блоков толщиной 7–10 см нескольких типоразмеров. После затвердения бетона, залитого внутрь, снаружи такая стена штукатурится полимерным раствором по сеткам из стекловолокна или цементным раствором по стальной сетке.

Разработаны эффективные методы выдерживания бетона в зимних условиях, позволяющие возводить бетонные и железобетонные конструкции практически при любых температурах наружного воздуха без снижения их качества.

Монолитный железобетон обладает рядом преимуществ по сравнению с металлом при использовании в каркасах высотных зданий. Одно из основных преимуществ — более эффективная диссипация (рассеяние) энергии колебания зданий при ветровых нагрузках. Во-вторых, поперечные сечения ядер могут иметь большие площади, что обеспечивает существенное повышение моментов сопротивления и соответственно незначительную деформативность таких зданий. Например, горизонтальные отклонения верха здания относительно высоты обычно не превышают 1/1000. Наконец, с разработкой высокоподвижных, высокопрочных бетонов подача материала на высоту может осуществляться бетононасосами, что намного эффективнее крановых операций, неизбежных при монтаже стальных конструкций.

При возведении высотных монолитных зданий применяются различные конструктивные системы. Наиболее распространенными являются системы с ядрами (ство-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

лами) жесткости в центре плана. Обычно в ядре жесткости находятся лифтовые шахты. Ядро или ствол имеет по периферии плана каркас или систему диафрагм для обеспечения пространственной работы здания. Вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются стволом и диафрагмами. Среди других конструктивных систем следует упомянуть этажерочный каркас, когда несколько ядер (стволов) жесткости соединены массивными поперечными архитравами в нескольких уровнях по высоте здания. На архитравы опирается блок из 10–20 этажей.

Укладку значительных объемов бетона производят, как правило, с помощью мощных бетононасосов. Мировой рекорд подачи бетонной смеси на высоту, составляющий 500 м, был достигнут насосом фирмы "Putzmeister" в Альпах (Италия). При возведении небоскребов "Петронас" высота подачи смеси составила 432 м. Мировой рекорд перекачки бетонной смеси по горизонтали превышает 2 км.

Здания нефтяной компании "Петронас" в Куала-Лумпуре (Малайзия) на сегодня мировой рекордсмен среди небоскребов (см.рисунок). Американский небоскреб "Сперс", державший пальму первенства более 20 лет, в настоящее время второй. Каждое здание "Петронас" круглого очертания в плане имеет по периметру 16 железобетонных колонн диаметром 2,4 м каждая, связанных в уровне каждого этажа кольцевыми балками, образуя внешний несущий каркас. Перекрытия выполнены монолитными по стальному профилированному настилу и опираются на кольцевые балки и ствол жесткости по центру сечения. Полная высота сооружения от основания свайного фундамента до верхней точки телеантенны на крыше 582 м. Бетонирование велось в переставной опалубке.

За последние годы в США было построено более 100 млн.м^2 монолитных перекрытий с натяжением арматуры на бетон. Значительный объем таких перекрытий возведен в Канаде. Предварительно напряженная арматура в монолитных железобетонных конструкциях (перекрытия, мосты, высотные сооружения и т.д.) в последнее время применяется без сцепления с окружающим бетоном. Для защиты от коррозии арматурные элементы (канаты) помещаются в специальные оболочки, заполненные антикоррозионным составом. В монолитных перекрытиях, мостах, емкостных сооружениях, напорных сосудах и т.д. траектории напрягаемой арматуры могут иметь весьма сложные очертания, исходя из эпюр действующих усилий.

Небоскребы нефтяной компании "Петронас" в Куала-Лумпуре (Малайзия)

Монолитное бетонирование является основным методом при строительстве дорог. Современные машины позволяют бетонировать основание проезжей части шириной до 16 м за один проход.

Следует отметить, что монолитный предварительно напряженный железобетон, помимо традиционных строительных целей, нашел широкое применение для возведения корпусов реакторов и защитных оболочек АЭС. В настоящее время мощность атомных электростанций в мире превышает 150 млн. кВт, в том числе доля АЭС с применением преднапряженного железобетона для корпусов реакторов и защитных оболочек составляет более 40 млн. кВт. Защитных оболочек из преднапряженного железобетона построено более 100. В корпусах реакторов бетон находится в очень суровых условиях эксплуатации. На атомной электростанции "Вилфа" в Великобритании возведено два реактора с корпусами из преднапряженного железобетона. Масса каждого корпуса 50 тыс.т. Бетон работает при постоянной температуре 400°С и под давлением внутри корпуса 28 атм.

Морские сооружения из железобетона, построенные в последние десятилетия за рубежом, потребовали мобилизации всей суммы инженерных знаний, достигнутых в области строительства. Идея предварительного изготовления сооружения в котловане или в доке в виде блока с последующей его буксировкой к месту эксплуатации получила распространение в самых различных областях строительной практики. Сюда можно отнести нефтедобывающие платформы, швартовые палы, массивные якоря, туннели и другие стационарные сооружения, силовые установки, плавучие доки, а также другие плавучие средства, используемые для работ в океане.

Выдающимся примером строительно-технических возможностей монолитного железобетона является возведенная в 1995 г. в Норвегии платформа "Тролл" для добычи нефти (всего их построено более 20). Ее полная высота 472 м, что в полтора раза выше Эйфелевой башни. Платформа установлена на участке моря с глубиной воды более 300 м и рассчитана на воздействие ураганного шторма с максимальной высотой волны 31,5 м. На ее изготовление было израсходовано 250 тыс.м^3 высокопрочного бетона класса С80, 100 тыс.т обычной стали и 11 тыс.т напрягаемой арматурной стали. Расчетный срок эксплуатации платформы 70 лет. Скорость перемещения скользящей опалубки при бетонировании вертикальных колонн составляла 4–5 м в день.

За рубежом возведен ряд интереснейших объектов с применением пространственных конструкций из монолитного железобетона, относящихся к наиболее примечательным достижениям строительной практики. Так, в Сиэтле (США) построен ребристый железобетонный купол пролетом 220 м. Вообще монолитные оболочки облада-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ют эффектной архитектурной выразительностью. Например, здание Национального центра техники и промышленности в Париже в районе Дефанс пролетом 216 м имеет опирание на три точки.

Обширной областью применения железобетона, и прежде всего преднапряженного, является мостостроение. Только в США насчитывается более 500 тыс. железобетонных автодорожных мостов с различными пролетами. За последнее время там построено около 20 вантовых мостов длиной 600–700 м с центральными пролетами от 192 до 400 м.

Выдающиеся достижения в мостостроении имеют не только США. Мировой рекорд для вантовых мостов принадлежит мосту "Нормандия", где достигнут пролет 864 м. Ненамного ему уступает мост "Васко да Гама" в Лиссабоне, построенный к Всемирной выставке ЭКСПО–98, где общая протяженность мостового перехода превышает 18 км. Основные несущие конструкции этого моста (пилоны и пролетные строения) выполнены из бетона класса С45 (по старому — марка 600). Центральный пролет достигает 830 м. Гарантированный срок службы моста 120 лет по критерию долговечности бетона.

В Европе к 2010 г. должна быть полностью обновлена железнодорожная сеть с переводом движения на скорости 200–250 км/ч. Для этого необходимо построить 9 тыс. км новых линий, рассчитанных на движение поездов со скоростью 250 км/ч и реконструировать 150 тыс. км старых линий.

Европейская промышленность товарного бетона примет самое широкое участие в этой работе. Только во Франции такой бетон выпускают 150 заводов, поставки цемента для которых осуществляют 10 цементных заводов и 70 карьеров-заготовителей.

Организация производства товарного бетона для монолитного строительства переходит на сертификации в соответствии со стандартами серии ИСО 9000. Большое внимание уделяется контролю качества бетона. Так, во Франции при сооружении одного из мостов на 18 тыс. м^3 уложенного бетона было отобрано 4,5 тысячи образцов для испытания в различные сроки твердения.

Таким образом, на основе изложенного можно сделать вывод, что монолитное строительство за последние 10–20 лет получило значительное развитие. Анализ достигнутого уровня в области технологии бетона, конструктивных решений разнообразных сооружений, выполненных в последние годы в монолитном железобетоне, позволяют утверждать, что монолитное строительство будет развиваться по следующим направлениям:

- дальнейшее вытеснение стали в качестве материала для каркасов высотных зданий. До 2010 г. можно ожидать появление небоскребов с железобетонным каркасом высотой 500–600 м;
- поскольку значительная часть потребности во внеклассных мостах относится к пролетам до 1 км, то здесь вантовые системы с железобетонной балкой жесткости обладают существенными преимуществами перед висячими системами. Поэтому монолитный железобетон здесь будет основным материалом как для пилонов, так и для пролетных строений;
- однозначно можно прогнозировать расширение применения монолитного бетона для престижных жилых и административных зданий, при реконструкции сложившейся городской застройки, создании архитектурных акцентов;
- благодаря появлению разнообразных опалубочных систем здания, возводимые в монолитном железобетоне, будут приобретать сложные архитектурные очертания;
- монолитный бетон и железобетон по-прежнему широко будут применяться в подземном, транспортном, гидротехническом и в других специальных видах строительства.

БИБЛИОГРАФИЯ

Своевременный и нужный учебник

К.А.Пирадов, А.Б.Пирадов, Г.З.Иосебашвили, Л.А.Кахиани. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на основе методов механики разрушения. — Тбилиси. Мецниереба. 1999. — 249 с.

В учебнике весьма интересно изложены вопросы физической сущности трещинообразования и деформирования бетона и железобетона с точки зрения физико-химической механики и механики разрушения материалов. Проводятся методы определения основного параметра трещиностойкости бетона и железобетона — критического коэффициента интенсивности напряжений. Показано, как при помощи этого параметра рассчитать трещиностойкость, деформативность, несущую способность и долговечность.

Концепция и компоновка книги весьма оригинальны, а повествование делает ее не только поучительной и интересной, но и увлекательной. Учебник снабжен многочисленными примерами, вопросами и тестами, что обеспечивает надежное восприятие излагаемого материала. Кроме того, в книге приводится информация по различным строительным дисциплинам, необходимая для усвоения приведенного в учебнике материала. Этот текст набран мелким шрифтом и в зависимости от уровня подготовленности читателя может быть опущен. Все это позволяет самостоятельно изучить материал. Особенно это полезно тем, кто ранее не занимался механикой разрушения, но кто, как и я, видит большие ее преимущества при расчете железобетонных конструкций. Поэтому учебник полезен не только студентам и аспирантам, но и научным работникам, а также профессорско-преподавательскому составу для изучения и последующего преподавания курса "Железобетонные конструкции".

Т.Г.Жордания, зав.кафедрой "Технология строительного производства" Грузинского технического университета, д-р техн.наук, профессор

От редакции: учитывая небольшой тираж учебника (500 экз.), по вопросу его приобретения можно обратиться в НИИЖБ к К.А.Пирадову (171-05-67).

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Эпоха в технологии бетона

Технология самого распространенного на земле строительного материала — бетона, изделий и конструкций из него развивается достаточно интенсивно, переживая эволюционные и революционные периоды. Ее основа — бетоноведение, являясь типично прикладной дисциплиной на стыке известных фундаментальных наук, постоянно совершенствуется. Благодаря усилиям ученых, глубоко понимающих цели и возможности технологии бетона на каждом историческом этапе, бетоноведение весьма рационально впитывает в себя все прогрессивное.

Магистральное направление развития технологии бетона во второй половине XX века — использование самых разнообразных химических добавок, классифицируемых качественно по назначению и количественно по величинам технологических эффектов. Существо их проявления кроется в физико-химических механизмах влияния добавок на гидратационное взаимодействие в дисперсных системах "вяжущее — жидкость". Направленное регулирование этих взаимодействий и, как результат, ожидаемые изменения в составе, структуре, процессах твердения, свойствах бетонных смесей и бетонов получили название модифицирование.

На моем рабочем столе два издания монографии одного из крупнейших специалистов мира в области химических добавок в бетон — профессора Владимира Григорьевича Батракова*. Долгие годы он стоял у истоков становления и руководил развитием этого важнейшего направления в СССР, называемого ранее "химизацией" бетона.

Глубокий научный, комплексный подход от идеи до реализации разработок наглядно и четко отражается в содержании обеих монографий, особенно в монографии-98. Каждая из ее глав предваряется сведениями коллоидно- или физико-химического характера о механизмах влияния разных химических веществ, составляющих основу добавок, на протекание элементарных процессов — адсорбцию, смачивание, образование зародышей, кристаллизацию и др. Информация о них с помощью тонких физико-химических методов исследования объясняет природу и величины технологических эффектов — пластифицирование, воздухововлечение, гидрофобизацию, ускорение или замедление гидратации, повышение прочности и стойкости к различного рода воздействиям. Таким образом, обеспечивается решение проблем бетоноведения во многих областях строительной индустрии и строительства.

В отечественной и зарубежной литературе существуют как бы неустанавливаемые искусственно границы между задачами технологий цементов и бетонов. В.Г.Батраков преодолевает этот барьер за счет понимания существа механизмов действия добавок на микро- и макроуровнях. Особенно убедительно в связи с этим выглядят разделы монографии-98, посвященные добавкам, оказавшим существенное влияние на ход развития технологии бетона и железобетона, — суперпластификаторам. Специально синтезируемые химические соединения (в жидком или порошкообразном состоянии), коренным образом меняющие характер поверхностных явлений и, в частности, адсорбционных взаимодействий, вводятся на стадиях изготовления вяжущих или бетонов. Именно за счет этого резко уменьшается водопотребность смесей, появляется возможность значительного снижения содержания клинкерной составляющей цемента. Вяжущие нового поколения так и именуются — вяжущие низкой водопотребности.

Поразительные результаты достигнуты при совместном введении добавки — аморфного микрокремнезема огромной пуццолановой активности и суперпластификаторов. Высочайшие показатели плотности, прочности и стойкости открывают новые возможности использования бетона и железобетона.

Автору этих строк довелось в течение ряда лет тесно сотрудничать с В.Г.Батраковым и его коллегами при разработке суперпластификаторов, ВНВ, комплексных добавок. Средствами калориметрии и термокинетического анализа удалось получить уникальную по новизне и научной ценности информацию о скорости и плотности начальных стадий гидратации клинкерных минералов и цементов в присутствии добавок, приближая понимание механизма и эффективности их действия. Жаль, что на страницах монографии нашла отражение лишь малая часть исследований. Но особенно жалко, что с началом так называемой перестройки эти работы остановлены.

В материалах монографии-98 недостает элементов компьютерного материаловедения. А ведь кинетическое моделирование реакций гидратации вяжущих в присутствии добавок (экспериментально — статистическое планирование рецептурного типа) уже широко используется в современных информационных технологиях и экспертных системах. Скорее всего, автор не преследовал подобные цели.

И все же монография-98, в сравнении с предыдущей, отражает не эволюционный, а революционный рост уровня бетоноведения, достигнутый за прошедшее десятилетие. Очень важно при этом, что в ней, несмотря на большой объем (почти 50 печатных листов), вероятно, вследствие неразрывности научных и практических аспектов, нельзя обнаружить каких-либо разделов или частей некорректного, необоснованного, рекламного или авантюрного планов. Энциклопедическая полнота делает ее одинаково глубоко интересной для технологов — ученых и практиков. Монография — свидетельство высочайшего профессионализма автора и его безупречного служения делу.

Подводя итоги накопленному опыту разработки и использования добавок, В.Г.Батраков, возможно, совершенно подсознательно очертил целую эпоху в бетоноведении века минувшего и высветил перспективы технологии бетона в XXI веке.

А.В.Ушеров-Маршак,
заслуженный деятель науки и техники Украины, д-р техн.наук, профессор Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры

*Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. М.: Стройиздат. — 1990. — 400 с; фирма "Технопрогресс". — 1998. — 768 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Константин Дмитриевич Некрасов

К.Д.Некрасов (1907–1999), профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат премии Совета Министров СССР, был крупным ученым в области создания бетонов со специальными нестандартными свойствами. Особое внимание им было обращено на бетоны, выдерживающие воздействие высоких температур. В 1942 г. он совместно с проф. В.И.Мурашовым создали первую в стране лабораторию жаростойких бетонов и конструкций из них.

К.Д.Некрасову принадлежит приоритет в области теоретического обоснования и создания жаростойкого бетона на портландцементе, глиноземистом цементе, жидком стекле и ортофосфорной кислоте. Его монография "Жароупорный бетон" широко известна у нас и во многих зарубежных странах.

Под его руководством и при его непосредственном участии разработаны различные виды жаростойких бетонов на основе распространенных вяжущих: портландцементе, шлакопортландцементе, глиноземистом и высокоглиноземистом цементе, жидком стекле и фосфатном связующем. Наряду с тяжелыми жаростойкими бетонами им были разработаны легкие и ячеистые жаростойкие бетоны с температурой применения от 600 до 1700°С в зависимости от вида вяжущего и применяемого заполнителя.

Велики заслуги ученого в области организации промышленного производства жаростойких бетонов и конструкций. Им теоретически обоснована возможность применения в качестве заполнителей различных отходов огнеупоров и других побочных продуктов металлургических производств, стойких в условиях воздействия высоких температур, например, доменных шлаков. Он координировал разработку различной документации — инструкций, стандартов, руководств, технических условий, что способствовало широкому применению жаростойкого бетона в практике строительства тепловых агрегатов.

Под руководством К.Д.Некрасова жаростойкие бетоны изготовляли и исследовали как в нашей стране, так и за рубежом. Во многих странах для этого были созданы специальные лаборатории и организации.

Наряду с научно-исследовательской деятельностью К.Д.Некрасов осуществлял большую педагогическую работу по подготовке инженеров и научных кадров в области технологии обычного и жаростойкого бетона. Среди его учеников более 30 научных работников, успешно защитивших диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, которые продолжают работу в нашей стране и за рубежом.

Память о Константине Дмитриевиче Некрасове, замечательном человеке и ученом, надолго сохранят его товарищи и коллеги по работе.

Памяти В.А.Копейкина

После тяжелой и продолжительной болезни скончался Владимир Алексеевич Копейкин (1925–1999), участник Великой Отечественной войны, доктор технических наук, дважды лауреат премии Совмина СССР, заслуженный изобретатель РСФСР, бывший руководитель отдела фосфатных материалов ЦНИИСК им.Кучеренко.

С 1943 г. по 1945 г. в рядах Советской Армии он воевал в Польше, Румынии, Венгрии, Австрии и Германии. Награжден четырьмя медалями и орденом Отечественной Войны 2-й степени, за добрестный труд — орденом Трудового Красного Знамени.

После окончания МХТИ им.Д.И.Менделеева в 1951 г. В.А.Копейкин трудился на Бескудниковском кирпичном заводе, с 1957 по 1959 г. работал в ОНИР Академии строительства и архитектуры. С 1960 г. после защиты кандидадской диссертации по 1969 г. он возглавлял лаборатории в ЦНИИмашиностроения (г.Калининград Московской области). Докторскую диссертацию защитил в 1969 г. и в сентябре того же года был назначен заведующим Проблемной лабораторией фосфатных материалов и конструкций из них ЦНИИСК им.Кучеренко (впоследствии Отдел фосфатных материалов).

С именем В.А.Копейкина связано создание нового направления в материаловедении — химия и технология фосфатных строительных материалов и конструкций. Под его руководством и при его непосредственном участии разработаны и внедрены фосфатные теплоизоляционные и конструкционные материалы, противокоррозионные, огнезащитные и декоративные покрытия, огнеупорные вяжущие, изделия и бетоны.

Владимир Алексеевич был основателем научной школы по подготовке ученых и специалистов в области производства фосфатных материалов, его ученики работают во многих регионах России и в СНГ. На всех участках он трудился с беззаветной преданностью делу, проявляя большие организаторские способности, целеустремленность и настойчивость. Его отличали высокая принципиальность, требовательность, личная скромность, чуткость и внимательность.

В нашей памяти Владимир Алексеевич Копейкин навсегда останется отзывчивым и доброжелательным человеком с высокими душевными качествами.

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

Технический редактор *Н.Е.ЦВЕТКОВА*

Подписано в печать 24.01.2000. Формат 60x88 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.
Усл.печ.л. 4,0. Уч.-изд.л. 5,2. Заказ № 68

Адрес редакции:
Москва, Георгиевский пер., д.1, строение 3, 3-й этаж
Почтовый адрес редакции (экспедиция): 103031, Москва, ул.Рождественка, д.11, корп.2
Тел. 292-6205

Отпечатано в ОАО Московская типография № 9
109033, Москва, Волочаевская ул., д. 40

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

В Н И И Ж Е Л Е З О Б Е Т О Н

ПРЕДЛАГАЕТ

ВОДОДИСПЕРСНЫЕ ПЛЁНКООБРАЗУЮЩИЕ СОСТАВЫ (ВПС-Д)

ДЛЯ УХОДА ЗА БЕТОНОМ

Составы *ВПС-Д* на основе парафинов разработаны ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОНОМ, СОЮЗДОРНИИ и НПО «СИНТЕЗ ПАВ» при участии АО «ЦЕНТРОДОРСТРОЙ», НИИЖБ, «АЭРОПРОЕКТ», АО «МОСТОЖЕЛЕЗОБЕТОНКОНСТРУКЦИЯ» и др. организаций. Применяются при температурах выше +3°С, образуют за 1...8ч бесцветное или белоснежное паронепроницаемое покрытие. При квалифицированном применении удовлетворяют требованиям американских (ASTM C156, ASTM C309) и британских (BS 8110, BS 7542) стандартов. Рекомендованы Научно-техническим Управлением КОРПОРАЦИИ «ТРАНССТРОЙ» к широкому применению.

НАЗНАЧЕНИЕ

- **Уход за монолитным бетоном автодорог, аэродромов, облицовок каналов, туннелей, мостов, конструкций зданий**
- **Защита от обезвоживания сборного железобетона при тепловой обработке, безобогревном твердении, после пропаривания**
- **Изготовление морозосолестойких (F≥600) сборных дорожных конструкций и коррозионностойких железобетонных труб**

СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ

- **Распыляются на свежеуложенный бетон после отделки его поверхности**
- **Наносятся распылением, валиком или кистью на твердеющий бетон сразу после распалубки**
- **Наносятся на открытую поверхность пропаренного бетона сразу после извлечения изделия из камеры.**
- **Рекомендуемый расход (*P*) 100...500 г/м² с учётом содержания в составах нелетучих веществ ($M_{нв}$) и условий твердения бетона**

ПРЕИМУЩЕСТВА

- Готовые к употреблению светлые нерасслаивающиеся жидкости с условной вязкостью от 15 до 30 с
- Экологически чистые (заключение НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана №03/ПМ-75 от 09.06.93г.), не горючие, взрывобезопасные
- Снижают водопотери (ΔW) защищённого бетона до 0,001...0,051 г/см² при допустимых водопотерях менее 0,055 г/см²
- Предотвращают испарительное охлаждение бетона, гидрофобизируют и кольматируют его поверхность. Создают благоприятные условия для гидратации цемента даже в поверхностном слое бетона и препятствуют образованию трещин.
- Обеспечивают проектные показатели бетона по прочности и морозостойкости, снижают его водопоглощение ($W_п$), проницаемость и усадку. Сравнительные показатели бетона после 450 циклов испытания на морозостойкость по второму методу ГОСТ 10060.2-95 (см. таблицу)
- Обеспечивают экономию энергоресурсов, цемента и сокращение режима тепловой обработки бетона

Состав	$M_{нв}$, %	P, г/м²	ΔW, г/см²	$W_п$, мас.%	Δm*, %
ВПС-Д	35	200	0,012	0,8	–
ВПС-Д	35	300	0,005	0,5	+0,3
ВПС-Д	25	300	0,030	1,0	+0,2
ВПС-Д	15	500	0,051	1,6	–
Помароль (Литва)	30	300	0,039	3,2	+0,5
Concur WB (Ирландия)	32	300	0,027	2,8	–5,1
Бетон без ухода	–	–	0,290	3,9	разрушился

Примечание: *) изменение массы бетона при испытании

ХРАНЕНИЕ

- Гарантийный срок хранения в закрытой таре 1 год. Летние рецептуры не подлежат замораживанию.

ВПС-Д ПРИМЕНЯЛИ

- **ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ *взлётно-посадочных полос* в аэропортах Домодедово, Шереметьево, Пулково, Борисполь (Киев), Кольцово (Екатеринбург), Челябинск, Братск, Сочи, Сыктывкар, Николаевск-на-Амуре, Элиста; *автодорог* в Сочи, МКАД-Кашира, МКАД; *мостов* в Воронеже, Ростове-на-Дону, Москве, Липецке; *портовых контейнерных площадок* в Санкт-Петербурге; *инженерных железобетонных сооружений* в «Москва-Сити»**
- **ПРИ ВОЗДУШНО-СУХОЙ, КОНДУКТИВНОЙ (В ТЕРМОФОРМАХ), ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННОЙ, ЭЛЕКТРО– И ГЕЛИОТЕРМООБРАБОТКЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА (см. Бетон и железобетон. 1998. - №2. - с.10)**

ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА

- ***ВПС-Д*** ($M_{нв}$ 15...25 %) выпускаются опытно-промышленными партиями (г.Шебекино) по ТУ 21-33-119-92 и ТУ 2241-166-00284807-96 с аттестационным испытанием каждой партии во ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ и СОЮЗДОРНИИ

ПОСТАВКА

- Автомобильным и железнодорожным транспортом в цистернах и бочках. Срок поставки 7...15 сут после оплаты заказа

ПРЕДЛАГАЮТСЯ

- **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ПОСТАВКА СОСТАВОВ, ТЕХНИЧЕСКОЕ СОДЕЙСТВИЕ ПРИ ВНЕДРЕНИИ**

Обращаться: ✉ 111524, г.Москва, ул.Плеханова, 7, ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН. ☎ *(095) 306-3411, факс (095) 393-8538; Топильский Г.В.*

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

СТРОЙПРИБОР

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Разрабатывает и производит приборы неразрушающего контроля качества отмеченные дипломами строительных выставок в Германии и городах России: Москва, Екатеринбург, Новосибирск, отличающиеся высокой точностью и производительностью контроля, возможностью хранения результатов измерений в памяти.

Продукция сертифицирована и занесена в Государственный реестр средств измерений.

А так же

Влагомер-МГ4 -- измеритель влажности древесины по ГОСТ 16588 и широкой номенклатуры строительных материалов, в том числе в изделиях, конструкциях и сооружениях по ГОСТ 21718.

ЭИН-МГ4 – измеритель напряжений в арматуре ж/б изделий частотным методом по ГОСТ 22362. Обеспечивается автоматический расчет значений корректировки расстояния между временными анкерами и заданного удлинения арматуры. Диапазон напряжений 15- - 1500МПа в стержневой, проволочной и канатной арматуре диаметром 3-32мм, длиной 3-18м.

ИТП-МГ4 – измеритель теплопроводности строительных материалов методами стационарного теплового потока по ГОСТ7076 и теплового зонда. Диапазон 0,03-0,8 Вт/(м°С).

Вибротест-МГ4 – измеритель амплитуды и частоты колебаний виброплощадок. Диапазон частоты 10-100Гц, амплитуды 0,2 – 2,5мм.

ИПЦ-МГ4 – измеритель активности цемента. Диапазон 10-60Мпа.

Терм-1 – термометр цифровой зондовый для измерения температуры жидкостей, газов, бетонных и асфальтобетонных смесей. Температурный диапазон от –50 до +200°С. Длина зонда 400мм, диаметр 4...6мм.

Принимаем заказы на поставку любого электронного оборудования для лабораторий !

Приборы укомплектованы аккумуляторами и зарядным устройством. **Гарантия 18 мес.** Гарантируется сервисное обслуживание, ремонт и метрологическая аттестация приборов в течение всего срока эксплуатации.

СКБ Стройприбор

454126, г.Челябинск, а/я 1147 т/факс (3512) 65-64-19, 33-93-32

stroypribor@chel.surnet.ru

http://www.stroypribor.chelyabinsk.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Индекс 6050

ISSN 0005—9889 Бетон и железобетон. — 2000. № 1. 1–32