

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXV съезда КПСС — в жизнь!

Манифест эпохи коммунистического строительства 2

Победители Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства

Техническое перевооружение — основа повышения качества продукции 4

Конструкции

Жиров А. С. Прочность и деформативность комбинированных балок подванных
эстакад 5

Светов А. А., Бужевич В. Г. Преднапряженные сжатые элементы двутаврового
сечения 8

Бетоны

Сахаров Г. П., Попов К. И., Мысатов И. А. Прочность и деформативность ячеи-
стого бетона на грубомолотом песке 10

Бабанина Т. И., Кононова Л. Ф., Панышева Л. Ф., Сериков Ю. А. Теплопровод-
ность поризованного керамзитобетона 13

Довжик В. Г. О теплопроводности керамзитобетона на кварцевом песке 14

Каган М. З., Федоров А. Е. Выбор цемента для отделки тоннелей метро 16

Глуховский В. Д., Пахомов В. А., Жигна В. В. Усадка шлакощелочных бетонов 17

Кринкин И. Л., Лихолетов О. Д. Применение в сантехнических сооружениях бе-
тонов, модифицированных низкомолекулярным полиэтиленом 19

Арматура

Рахманов В. А. Динамические свойства стержневой арматуры при скоростном
импульсивном нагружении 21

Теория

Левин Н. И. О выборе теоретического распределения для прочности при сжатии
ячеистых бетонов 24

Казаринов В. М. Исследование затухания колебаний железобетонных балок при
их работе за пределом упругости 26

Заводское производство

Суковатов В. И. Типовые карты технологических процессов изготовления сбор-
ных железобетонных изделий 27

Шварцман Б. Л., Бальзак Я. Р. Новые формовочные линии по изготовлению на-
ружных стеновых панелей 29

В помощь заводским лабораториям

Меркин А. П., Дикун А. Д. Использование неразрушающих методов в изучении
деструкции ячеистого бетона 31

Вопросы качества

Смоленская Н. Г. Система инструментального контроля качества жилых зданий 33

Вопросы экономики

Мионов А. А. Экономика ремонтов и повышение эксплуатационной надежности
оборудования 34

Зарубежный опыт

Иванов В. И., Фоломеев А. А. Безопалубочное производство железобетонных
конструкций 37

Якушин В. А. Многоэтажное производственное здание без закладных деталей 40

Нам пишут

Сунтель В. А., Ядронов И. С., Кислинский О. Ф. Малогабаритные клещи для
сварки объемных арматурных каркасов 40

Новохацкая А. Ф. Изготовление наружных стеновых панелей из шунгизитобетона 41

Библиография

Книга для проектировщиков железобетонных конструкций 42

12

(273)

ДЕКАБРЬ 1977



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© СТРОИЗДАТ, 1977



Мы исходили и исходим из того, что новая конституция должна закрепить и точно определить высшую цель нашего государства. А этой высшей целью является построение коммунистического общества.

Из Доклада Генерального секретаря ЦК КПСС товарища Л. И. Брежнева XXV съезду Коммунистической партии Советского Союза

Манифест эпохи коммунистического строительства

Наша страна, наш народ переживают знаменательные дни: начал действовать, жить, работать новый Основной Закон первого в мире общенародного социалистического государства. Незабываемой страницей войдет в летопись нашей страны день 7 октября 1977 г. В этот день внеочередная седьмая сессия Верховного Совета СССР девятого созыва единодушно приняла новую Конституцию (Основной Закон) Союза Советских Социалистических Республик.

Конституция СССР закрепила новый исторический рубеж в нашем движении к коммунизму — построение развитого социалистического общества, отразила огромные творческие возможности социалистической демократии — власти народа, власти для народа.

Новая Советская Конституция — документ огромного теоретического, политического и государственного значения, какого не знала мировая история. Это поистине Манифест эпохи строительства коммунизма. Общественное значение новой Конституции глубоко, всесторонне охарактеризовал Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР, Председатель Конституционной Комиссии товарищ Л. И. Брежнев в докладах на майском и октябрьском (1977 г.) Пленумах ЦК КПСС, а затем на внеочередной сессии Верховного Совета СССР. Товарищ Л. И. Брежнев подчеркнул, что новая Конституция — это концентрированный итог всего шестидесятилетнего развития Советского государства. Этот выдающийся документ ярко свидетельствует о том, что идеи, провозглашенные Октябрем, заветы Ленина успешно претворяются в жизнь.

Внеочередной седьмой сессии Верховного Совета СССР девятого созыва, утвердившей Конституцию, предшествовало широкое, свободное, деловое обсуждение ее проекта. Свыше 140 миллио-

нов советских людей приняли участие в этой беспрецедентной по размаху и активности политической кампании. В ходе четырехмесячного всенародного обсуждения было внесено около 400 тысяч предложений, направленных на уточнение, улучшение и дополнение формулировок проекта. Многие из них включены в текст Конституции. Поистине титаническая работа по подготовке проекта Конституции была проделана Конституционной Комиссией под непосредственным руководством и при личном участии Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР товарища Л. И. Брежнева.

В новой Конституции СССР торжественно провозглашен исторический факт построения развитого социалистического общества, что является закономерным этапом на пути к коммунизму. Сформулированы высшая цель Советского государства — построение бесклассового коммунистического общества, и главные задачи социалистического общественного государства: создание материально-технической базы коммунизма, совершенствование социалистических общественных отношений и их преобразование в коммунистические, воспитание человека коммунистического общества, повышение материального и культурного уровня жизни трудящихся, обеспечение безопасности страны, содействие укреплению мира и развитию международного сотрудничества.

В этом историческом документе закреплены основы общественного строя и политики СССР, установлены права, свободы и обязанности граждан, провозглашены принципы организации и цели социалистического общественного государства.

В период обсуждения проекта и после принятия Конституции наш героический рабочий класс, колхозное крестьянство, народная интеллигенция с новой силой

продемонстрировали свою монолитную сплоченность вокруг Коммунистической партии. С особым одобрением советские люди приняли ту статью Конституции, в которой говорится о том, что руководящей и направляющей силой советского общества, ядром его политической системы, государственных и общественных организаций является Коммунистическая партия Советского Союза, которая существует для народа и служит народу.

В Конституции особо подчеркивается роль массовых объединений трудящихся — профсоюзов, комсомола, а также кооперативных и других общественных организаций, их большая роль в управлении государственными и общественными делами, в решении задач коммунистического строительства. В соответствии с Программой КПСС общественным организациям в лице их общесоюзных органов предоставляется право законодательной инициативы.

Специальная статья Конституции посвящена роли трудовых коллективов в обсуждении и решении государственных и общественных дел, в планировании производства и социального развития, в подготовке и расстановке кадров, в обсуждении и решении вопросов управления предприятиями и учреждениями. Все это направлено на улучшение труда и быта, использования средств, предназначенных для развития производства, а также на социально-культурные мероприятия и материальное поощрение. Оттеняя то значение, которое имеют трудовые коллективы в жизни развитого социалистического общества, Конституция раскрывает их природу как первичной ячейки не только хозяйственного, но и политического организма нашего общества.

Конституция устанавливает, что экономика СССР составляет единый народнохозяйственный комплекс, все звенья

общественного производства, распределения и обмена на территории страны. Конституция закрепляет не только высшую цель общественного производства в нашей стране — наиболее полное удовлетворение растущих материальных и духовных потребностей людей, но и те основные принципы организации, рычаги руководства экономикой (плановость, использование достижений научно-технического прогресса, социалистическое соревнование, хозрасчет, прибыль, себестоимость и др.), при помощи которых только и возможно достижение этой цели.

Основой экономической системы развитого социализма является социалистическая собственность на средства производства — государственная (общенародная) и колхозно-кооперативная. Ведущая роль принадлежит государственной собственности. Государство охраняет социалистическую собственность и создает условия для ее преумножения. Источником роста общественного богатства, благосостояния советского народа и каждого советского человека, подчеркивается в Конституции, является свободный от эксплуатации труд советских людей. Именно общественно полезный труд и его результаты определяют положение человека в обществе; всякое уклонение от общественно полезного труда рассматривается как явление, несовместимое с принципами нашего общества.

Таким образом, Конституция отражает все основные, принципиальные черты экономики зрелого социализма, коренным образом отличающие ее от капиталистической системы, обеспечивающие ее постоянное поступательное, бескризисное, интенсивное и эффективное развитие на благо трудящегося человека.

В специальной главе «Социальное развитие и культура» подчеркивается, что социальную основу СССР составляет нерушимый союз рабочих, крестьян и интеллигенции. Здесь впервые в конституционной практике подробно и обстоятельно говорится о социальной политике нашего государства, о его роли в жизни общества. Осуществлению наших программных целей (сближение города и деревни, умственного и физического труда и т. д.) служат повседневная работа об улучшении условий и охраны труда, его научной организации, о сокра-

щении, а в дальнейшем и полном вытеснении тяжелого физического труда, курс на повышение уровня оплаты труда, реальных доходов трудящихся, развитие народного образования и науки и решение других социально-общественных задач.

Конституция провозглашает общий принцип равенства граждан перед законом и их равноправия во всех областях жизни. Сохраняя в неприкосновенности завоеванные социализмом социально-экономические права, закрепленные в Конституции 1936 г. (право на труд, на отдых, на образование, на социальное обеспечение), новая Конституция развивает и расширяет эти права трудящихся. Эти гарантии стали более прочными ввиду новых условий и возможностей развитого социализма. Обогащается и перечень этих прав (право на охрану здоровья, право на жилище, право на пользование достижениями культуры).

Вместе с тем Конституция — в соответствии с интересами народа — проводит линию на то, чтобы права и свободы граждан использовались на благо коммунистического строительства, чтобы их использование не противоречило интересам общества. Важнейшим принципом регулирования правового положения граждан в новой Конституции является единство прав и обязанностей граждан. Социалистическая демократия неотделима от гражданской дисциплины. Пользуясь правами и свободами, гражданин должен неуклонно и добросовестно выполнять свои обязанности перед обществом, государством и согражданами. Гражданин СССР призван оберегать интересы Советского государства, способствовать укреплению его могущества и авторитета. Его интернациональный долг — содействовать развитию дружбы и сотрудничества с народами других стран, поддержанию и укреплению всеобщего мира.

Важное место в Конституции занимают вопросы государственного устройства СССР. Определены система, порядок образования и полномочия органов власти и управления всех ступеней, отражено подлинно демократическое сочетание общих интересов многонационального Союза и интересов каждой из образующих его республик.

Оттенивая новый этап в сближении наций и народностей нашей страны, Конституция определяет Союз ССР как единое союзное государство, обеспечивающее добровольное сплочение сил всех наций и народностей для достижения единой цели — построения коммунизма. Обеспечивая суверенитет союзных республик, Конституция способствует дальнейшему укреплению Союза ССР, еще более эффективному осуществлению единой государственной политики. Именно благодаря такому единству ныне в нашей стране достигнуто подлинное равенство наций.

Свидетельством огромной роли социализма в современном мире является тот факт, что новая Конституция находится в центре внимания мировой общности. Прогрессивные общественные круги с глубоким удовлетворением отмечают, что в новом Основном Законе первого в мире социалистического государства закреплены и с новой силой подчеркнуты основные принципы миролюбивой внешней политики СССР — ленинской политики мира и безопасности народов, широкого международного сотрудничества.

Новая Конституция ставит перед партией и всем советским народом большие и сложные задачи. Необходимо, чтобы каждая статья, каждое положение этого важнейшего документа в полной мере вошли в практику деятельности всех трудящихся нашей страны. Нужно, чтобы каждый советский человек чувствовал, что Конституция принята не формально, она действует, живет, заставляет эффективнее работать государственный аппарат, стимулирует общественную активность граждан.

Все советские люди и среди них многомиллионный отряд строителей и работников промышленности строительных материалов проголосовали за новую Конституцию словом и делом. Многие коллективы приняли и с успехом выполняют дополнительные повышенные социалистические обязательства. Воодушевленные принятием нового Основного Закона нашей страны, работники строительной индустрии активно вскрывают резервы производства, чтобы с честью завершить выполнение заданий второго года десятой пятилетки.

Победители Всесоюзного общественного смотре-конкурса на лучшее качество строительства

УДК 69.05:658.562

Техническое перевооружение — основа повышения качества продукции

Завод ЖБИ № 18 является крупным предприятием Главмоспромстройматериалов, специализированным на изготовлении строительных конструкций для промышленных и гражданских зданий и сооружений.

В последние годы на заводе проводится большая работа по техническому перевооружению основного производства, повышению качества продукции. В период 1973—1976 гг. переведены на полуконвейерную технологию пять технологических пролетов: три по производству аэродромных плит ПАГ-ХIV, один для изготовления ригелей гражданских и промышленных зданий и один, специализированный на выпуск плит покрытий промзданий. Здесь механизированы все трудоемкие процессы, внедрены посты доводки верхних плоскостей изделий, много сделано в области совершенствования технологии армирования. Вся выпускаемая на модернизированных пролетах продукция аттестована по высшей категории качества.

Коллектив завода принял активное участие во Всесоюзном общественном смотре-конкурсе на лучшее качество строительства в 1976 г. На предприятии трудятся 990 человек, а в смотре-конкурсе участвовали 738 работников. В 1976 г. завод выпускал железобетонные изделия семи наименований: фермы, балки, плиты покрытий и перекрытий, плиты аэродромных покрытий, ригели, колонны, балки транспортных пересечений типа БЛ. При годовом плане реализации 239 400 м³ заводом реализовано 240 396 м³ железобетонных изделий. С государственным Знаком качества выпущено 29 904 м³ и по первой категории качества 203 637 м³ продукции. Выработка на одного работающего составила 18 262 р., а годовая прибыль — 1,86 млн. руб. План по номенклатуре выполнен на 100,4%. Успешно справился коллектив с годовым планом по рационализации и новой технике.

В 1976 г. на заводе внедрена новая поточная линия по производству преднапряженных плит аэродромных покрытий производительностью 27 тыс. м³ в год. Это производство организовано в пятом пролете формовочного цеха № 2. Изготовление плит размером 2×6 м по альбому 3506-3 предусмотрено в силовых формах с натяжением арматуры электротермическим способом на упоры. Величина контролируемых напряжений составляет 5200 — 5800 кгс/см². В IV квартале 1976 г. внедрен новый способ анкеровки напрягаемой стержневой арматуры путем устройства на стержнях анкера типа «обжатая спираль» из витой проволоки.

Формы по рольгангу перемещаются с помощью толкателей с ритмом 18 мин. Освобожденная от винтовых запоров форма при помощи доталкивателя устанавливается в проектное положение для распалубки. Операция открывания торцовых и продольных бортов происходит автоматически. После чистки формы и смазки ее «удочкой» производится укладка преднапряженных стержней, скоб и сеток с фиксацией их в проектном положении. Затем осуществляется механизированное закрывание продольных и поперечных бортов.

Подготовленную форму снимают мостовым краном автотраверзой и устанавливают на виброплощадку. Бетонную смесь (ОК-1см) укладывают в форму самоходным бетоноукладчиком. Укладка и уплотнение бетонной смеси производятся при включенной вибрации с одновременным заглаживанием поверхности изделия роликом. Затем форму ставят на пост отделки, где производится дополнительное заглаживание поверхности плиты роликом отделочной машины. После этого форму с изделием мостовым краном устанавливают в камеру тепловлажностной обработки с гидравлическими механизмами подъема крышек. Режим пропаривания автоматизирован. Операция кантования плит полностью механизирована путем внед-

рения нового кантователя с гидравлическим приводом и дистанционным управлением.

Плиты ПАГ-ХIV, изготавливаемые на поточной механизированной полуконвейерной линии, имеют более высокие технические показатели по сравнению с требованиями стандарта, что позволило аттестовать их на высшую категорию качества.

Сейчас ведутся проектные работы по модернизации еще трех пролетов: по выпуску ребристых плит для объектов «Олимпиады-80», по выпуску крупно-размерных и уникальных конструкций, улучшенных безраскосных ферм пролетом 24 м. На заводе освоена новая номенклатура сборных железобетонных конструкций: уникальные балки и колонны большепролетного каркаса. Подготовлено производство для выполнения сложного и ответственного заказа — плит для Дома международной торговли. Силами заводчан разработаны и изготовлены кондуктора для сеток и каркасов, закладных деталей, изготовлены новые формы. Все это позволит заводу выпускать данные плиты высокого качества.

Особо следует отметить большую работу, проводимую коллективом завода ЖБИ № 18, по внедрению системы управления качеством. Такая система была введена во всех цехах, службах и отделах завода еще в 1974 г. Система предусматривает технические, воспитательные, организационные и контролируемые мероприятия и направлена на организацию четкого взаимодействия всех подразделений завода, бездефектное производство изделий, повышение моральной и материальной ответственности каждого работающего за выпуск продукции, отвечающей требованиям государственного стандарта.

Система основана на оперативном контроле качества работы, быстром устранении дефектов и материальном стимулировании на выпуск продукции высокого качества.

На заводе применяется коэффициент качества, принятый за единицу, который снижается при наличии определенных производственных нарушений. Этот коэффициент, определяемый каждую неделю, месяц и квартал, служит основанием для расчета процента премии за качество.

Для рабочих размер премии за качество установлен в зависимости от удельного веса продукции, сданной с первого предъявления, и коэффициента качества. Премия за качество выдается независимо от выполнения плана. Размер премии ИТР и служащим за бездефектный труд зависит только от коэффициента качества. Для определения этого коэффициента разработана дифференцированная система снижающих показателей работы цехов и отделов.

Наличие снижающих показателей определяется талонами-предупреждениями, которые выдаются виновнику и в техническое бюро ОТК завода для учета, анализа, контроля и выработки на этой основе необходимых мероприятий по устранению дефектов.

Итоги работы цехов и отделов по повышению качества продукции еженедельно обсуждаются на оперативных совещаниях по качеству у главного инженера завода и отражаются на доске показателей.

В IV квартале 1976 г. на заводе ЖБИ № 18 было завершено внедрение комплексной системы управления качеством продукции, разработан и введен в действие стандарт предприятия на эту систему. Таким образом, введена в действие одна из подсистем автоматизированной системы управления предприятием (АСУП).

Опыт коллектива завода ЖБИ № 18 по разработке и внедрению комплексной системы управления качеством продукции будет использован и на других предприятиях Главмоспромстройматериалов.

После подведения итогов смотра-конкурса на лучшее качество строительства в 1976 г. рабочая комиссия завода признала победителями бригады: арматурного цеха (бригадир С. Г. Чебыкин); формовочного цеха № 2 (бригадир Г. А. Цихилов); формовочного цеха № 2 (бригадир В. В. Колков); формовочного цеха № 3 (бригадир В. А. Ануфриев).

По итогам Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1976 г., коллектив завода ЖБИ № 18 Главмоспромстройматериалов признан победителем с вручением диплома II степени и денежной премии.

Инж. А. А. ШЛЫКОВ

Конструкции

Канд. техн. наук А. С. ЖИРОВ (МИИТ)

УДК 624.072.2:539.3/4

Прочность и деформативность комбинированных балок подванных эстакад

Строительные конструкции цехов электролиза хлористого натрия эксплуатируются при постоянном воздействии сильноагрессивных сред. Особенно в тяжелых условиях работают подвальные эстакады, воспринимающие значительные нагрузки при температуре 60—70°C, систематическом воздействии агрессивных жидкостей при гидроуборках и проливах технологических растворов и наличии блуждающих токов. Железобетонные конструкции с усиленным антикоррозионным покрытием в этих условиях требуют ремонта через каждые 1,5—2,5 года, а к 5—7-летнему сроку их начальная стоимость удваивается. Именно для таких особо сложных условий эксплуатации и рекомендованы сборные коррозионно-стойкие конструкции повышенной прочности и долговечности на основе железобетона и армополимербетона [1].

МИИТ совместно с институтом Госхимпроект и трестом Запхимремстроймонтаж провели значительную работу по внедрению этих конструкций в практику строительства [2]. В Минском НИИСМ испытали балки из двух опытно-промышленных партий комбинированных конструкций, изготовленных для Зиминского и Стерлитамакского химвпредприятий. Конструкции изготовили на Светлогорском опытно-промышленном производстве с использованием фурановых полимербетонов. Составы полимербетона ФАМ на аглопорите и гранитном щебне приведены в работах [3, 4]. Для колонн использовали обычный полимербетон ФАМ-8, основные свойства которого достаточно изучены [4]. Балки изготовляли из полимербетона ФАМ-8 на гранитном щебне с добавкой пластификатора МГФ-9 в количестве 15% массы связующего и полимербетон на аглопорите с добавкой 12% МГФ-9 массы ФАМ.

При изготовлении конструкций постоянно контролировали качество применяемых видов полимербетона ФАМ. Было испытано около 300 кубиков с

Таблица 1

Основные характеристики полимербетона	Результаты испытаний и статистической обработки		
	полимербетон ФАМ-8 на гранитном щебне	полимербетон ФАМ на аглопорите	
	без добавок	с до-бавкой МГФ-9	
Число образцов	40	95	24
Математическое ожидание для кубиковой прочности, кгс/см ²	854	748	630
Коэффициент вариации, %	9,8	9	6,8
Коэффициент однородности	0,835	0,85	0,89
Нормативная кубиковая прочность, кгс/см ²	710	640	560
Математическое ожидание для призмной прочности, кгс/см ²	—	582	488
Коэффициент вариации призмной прочности, %	—	7,4	3,8
Нормативная призмная прочность, кгс/см ²	—	510	460
Математическое ожидание для начального модуля упругости, тыс. кгс/см ²	—	222	128

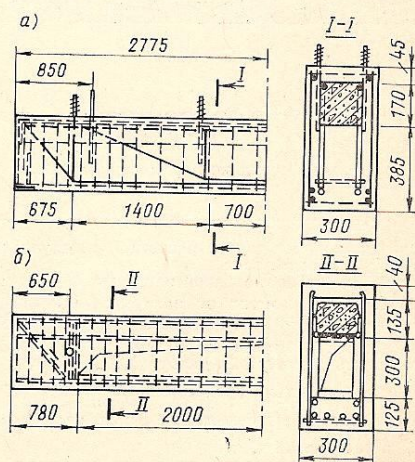


Рис. 1. Схемы конструктивного решения испытанных комбинированных балок первой опытно-промышленной партии
а — основной вариант; б — облегченный

ребром 10 см и призм размером 7×7×28 см. Статистическая обработка результатов испытаний контрольных образцов показала, что полимербетон ФАМ отличается достаточно высокой прочностью и однородностью всех основных свойств (табл. 1). Из таблицы видно, что более высокий коэффициент однородности обеспечивает сравнительно высокие нормативные и расчетные характеристики призменной прочности для легкого полимербетона, которая лишь на 10% ниже прочности тяжелого пластифицированного полимербетона при разнице в объемной массе до 400—450 кг/м³. Но начальный модуль упругости легкого полимербетона на 40—45% ниже, чем тяжелого (см. табл. 1) и в 2,5—3 раза меньше нормируемых значений модуля упругости цементного бетона марки М 600, поэтому легкие высокопрочные полимербетоны наиболее эффективны в комбинированных конструкциях повышенной жесткости, что подтвердили испытания. Балки первой опытно-промышленной партии для Зиминского химкомбината включали жесткую армосистему шпренгельного типа с железобетонным вкладышем и два сварных каркаса (рис. 1,а). В кон-

рукции вкладыша были предусмотрены призматические шпонки и битумно-лаковое покрытие. С учетом выявленных недостатков в балках этой партии отработали более технологичное конструктивное решение. В частности была

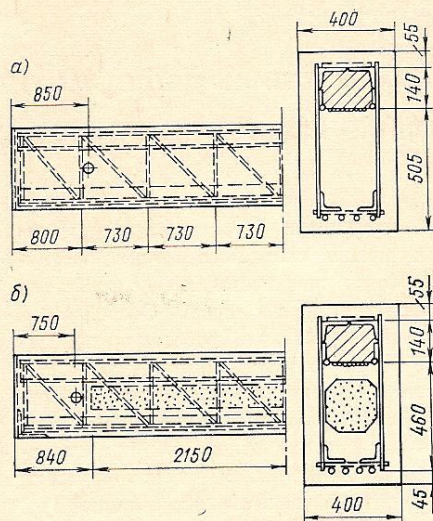


Рис. 2. Схемы конструктивного решения испытанных комбинированных балок 2-й опытно-промышленной партии
а — основной вариант; б — облегченный

апробирована конструкция облегченной балки, в которой армосистема выполнена совмещенной со сварными каркасами, а цементный бетон вкладыша заземлен в металлической обойме (рис. 1,б). Это позволило исключить промежуточную опалубочную форму и покрытие по вкладышу. В армосистему ввели деревянный короб высотой 300 мм и длиной 4 м, что обеспечило значительное сокращение расхода полимербетона и снижение веса балки.

Балки второй опытно-промышленной партии для Стерлитамакского химзавода запроектировали под значительно большую эксплуатационную нагрузку. Одновременно с заводским освоением и выпуском балок этой партии по основному варианту (рис. 2,а) изготовили облегченные балки из аглопорито-полимербетона ФАМ с упруго-податливыми вкладышами из пенопласта (рис. 2,б), располагаемыми под сжатым поясом у нейтральной оси сечения.

Все испытания проводили по программе, разработанной совместно с лабораторией исследований новых материалов и конструкций Минского НИИСМ МПСМ БССР, в экспериментальном цехе этого института. Нагрузку от двух гидродомкратов передавали на балки в четырех точках по схеме, близкой к действительной схеме передачи эксплуатационной нагрузки от электролизеров (рис. 3). Каждую балку доводили до полного разрушения при двух- и четырехкратном загрузении ступенчатой или непрерывно и монотонно возрастающей нагрузкой. Разрушение всех балок произошло по нормальным сечениям в результате обрыва растянутой арматуры при общих интегральных деформациях более 1/50l.

Результаты испытаний (табл. 2) показывают, что несущая способность и трещиностойкость комбинированных балок по нормальным и наклонным сечениям обеспечены с коэффициентами запаса 2—2,5 — по прочности и деформациям и с коэффициентом 1,1—1,3 — по трещиностойкости. Начальная жесткость $E_0 I_0$, определенная при $(0,15—0,2)M_T$, к моменту начала текучести растянутой арматуры снизилась на 30—35%.

В проведенных исследованиях нескольких серий комбинированных балок удалось установить, что все параметры трещиностойкости при длительном действии нагрузки не снижаются. Всего на длительное действие нагрузки было испытано 17 обычно армированных и комбинированных балок, выполненных на основе легкого полимербетона ФАМ. Во всех случаях отчетливо выявлен за-
тухающий характер ползучести в усло-

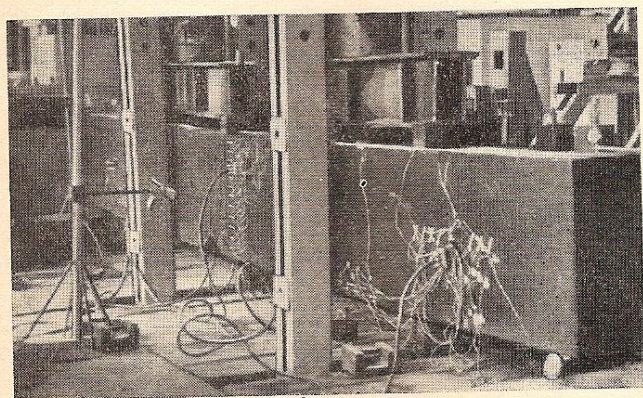


Рис. 3. Схема передачи нагрузки на балки при испытаниях

Таблица 2

Характеристики комбинированных балок	1-я партия	2-я партия	
		основной вариант	облегченный вариант
Изгибающий момент от расчетной эксплуатационной нагрузки M , тс·м	25,2	58,3	58,3
То же, но от нормативной нагрузки M^H , тс·м	21,2	47,5	47,5
Изгибающий момент от нагрузки, вызывающей образование нормальных трещин $M_{оп.тр}$, тс·м	26,4	53,2	57,8
Изгибающий момент от нагрузки, вызывающей текучесть растянутой арматуры M_T , тс·м	62,6	115,6	117,5
Прогиб в середине пролета при $M_{оп} = M^H$, f/l	1/850	1/1000	1/850
Прогиб после выдерживания балок при $M_{оп} = 1,6 M^H$ в течение 1,5 ч, f/l	1/400	1/450	1/410
Прогиб перед началом текучести растянутой арматуры, f/l	1/215	1/220	1/235
Относительная величина снижения начальной жесткости балок к моменту начала текучести растянутой арматуры, $\frac{E_i I_i}{E_0 I_0}$	0,55—0,6	0,6—0,65	0,65—0,7

Таблица 3

Балки		Кратковременные прогибы при загрузке	Полные деформации через 970 сут выдержки	Кинетика нарастания прогибов по годам		
тип армирования	номер			10 мес первого года	второй год	третий год
Комбинированные из железобетона и полимербетона ФАМ на керамзите	1	1,39*	2,582	0,698	0,269	0,207
		100	100	58	25	17
	2	1,49	2,97	0,921	0,323	0,23
		107,5	115	62	22	16
	3	1,426	2,826	1,051	0,252	0,096
103		110	75	18	7	
Обычно армированные из полимербетона ФАМ на керамзите	4	1,98	3,167	0,71	0,298	0,179
		143	123	60	25	15
	5	2,486	4,31	1,156	0,364	0,304
		179,5	167	63	20	17

Перед испытаниями балки 3 и 5 в течение 30 сут вымачивали в воде.
* Над чертой — в мм, под чертой — в %.

виях переменной температуры и влажности. Из данных табл. 3, полученных по последней серии трехлетних испытаний длительно действующей нагрузкой, это выявляется особенно отчетливо. Установлено также, что за это время деформации ползучести не превысили начальных деформаций балок, полученных при кратковременном их загрузке, примерно до уровня нормативной нагрузки. Следовательно, полученный запас трещиностойкости и деформативности (см. табл. 2) вполне обеспечивает повышенные эксплуатационные требования к внедряемым конструкциям. В дальнейшем при серийном производстве подобных комбинированных конструкций целесообразно шире применять в них легкие полимербетоны плотной структуры, исключая неоправданный перерасход введением в армосистемы замкнутых пустотообразователей или легких вкладышей. Это подтверждают и результаты испытаний натуральных облегченных балок (см. рис. 1,6, 2,6). Так, представленные на рис. 4 графики прогибов показывают, что в облегченной балке на всех этапах загрузки полные деформации оказались в 1,5—2,5 раза меньше, чем у балок сплошного сечения основного варианта. При этом за счет введения коробчатого пустотообразователя расход полимербетона в опытной балке снизился примерно на 30%. При использовании легкого полимербетона на аглопорите и пенопластового вкладыша в облегченных балках 2-й опытно-промышленной партии объемную массу удалось уменьшить почти в 1,5 раза.

Но это практически не отразилось на их прочности и жесткости. Только в процессе образования и развития нормальных трещин деформации опытных балок на 7—12% превышали аналогичные деформации балок, выполненных по основному варианту, при прочих равных условиях (рис. 5), но к моменту начала текучести арматуры они были уже на 7—12% ниже, чем у балок основного варианта. Следовательно, в упругопластической стадии комбинированные балки из легкого армополимербетона с упругоподатливым вкладышем работают лучше балок сплошного сечения за счет более четкой схемы передачи нагрузки на жесткую стержневую армосистему и более упругой работы легкого полимербетона в сжатой зоне.

Полученные результаты испытаний комбинированных балок в основном подтвердили все заложенные расчетом параметры прочности, жесткости и трещиностойкости, определенные ранее [1, 4].

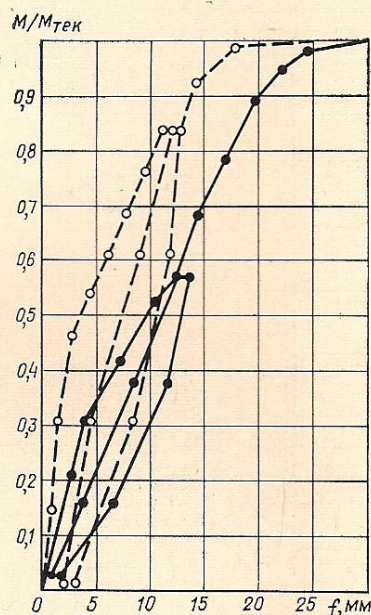


Рис. 4. Графики прогибов балок 1-й опытно-промышленной партии

— выполненных по основному варианту; - - - - - то же, по облегченной балке

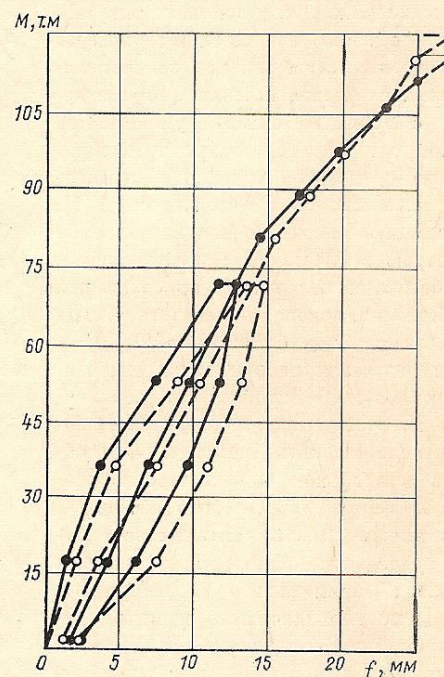


Рис. 5. Графики прогибов середины пролета балок 2-й опытно-промышленной партии

— выполненных по основному варианту; - - - - - то же, по облегченной балке

Углубленный анализ полученных экспериментальных данных позволил уточнить способ расчета этих конструкций как по первой, так и по второй группе предельных состояний. Выявлено также наиболее рациональное конструктивное решение балок для рамных эстакад под электролизеры и углублены исследования вопросов заводской технологии их изготовления.

Выводы

В сложных условиях эксплуатации при постоянном воздействии больших

нагрузок, химически агрессивных сред, повышенной температуры и влажности при наличии блуждающих токов можно эффективно применять комбинированные конструкции из железобетона и полимербетона ФАМ. В них успешно используются легкие полимербетоны плотной структуры.

Полученные результаты экспериментальных исследований показывают, что такие конструкции имеют более высокие параметры длительной прочности и жесткости, в 1,3—1,5 раза меньший расход полимерного связующего и в 1,5—

1,7 раза меньшую объемную массу по сравнению с аналогичными конструкциями сплошного сечения из тяжелого полимербетона.

Экономический эффект от внедрения комбинированных конструкций только по указанным двум объектам составил более 150 тыс. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдов С. С., Жиров А. С. Исследование несущих изгибаемых элементов конструкций из полимерных керамзитобетон. — «Бетон и железобетон», 1971, № 3.
2. Коррозионно-стойкие комбинированные конструкции для объектов химической промышленности. — «Промышленное строитель-

ство», 1977, № 3. Авт.: С. С. Давыдов, А. С. Жиров, Н. С. Ермаков и др.

3. Жиров А. С. Высокопрочные легкие полимербетоны. — «Бетон и железобетон», 1973, № 2.

4. Расчеты и применение конструкций из армополимербетон в строительстве (руководство). НИИЖБ, Гипроцветмет, М., 1975. Авт.: С. С. Давыдов, В. В. Патуров, А. И. Чебаненко и др.

Канд. техн. наук А. А. СВЕТОВ, инж. В. Г. БУЖЕВИЧ (НИИЖБ)

УДК 624.075.23

Преднапряженные сжатые элементы двутаврового сечения

Преднапряженные колонны двутаврового сечения представляют интерес для строительства, так как за счет эффективной формы сечения (по сравнению с прямоугольными) уменьшается расход бетона, а благодаря преднапряжению продольной арматуры повышается их жесткость и устойчивость [1]. Применение высокопрочной напрягаемой арматуры в сочетании с высокопрочными бетонами позволяет, по сравнению с обычными колоннами, снизить расход металла на 20%, бетона — на 25%.

Для изучения работы таких элементов в НИИЖБ провели экспериментально-теоретические исследования, позволившие оценить несущую способность центрально- и внецентренно-сжатых элементов двутаврового сечения в сравнении с [2 и 3]. В качестве рабочей продольной арматуры в опытных образцах применяли высокопрочную проволоку периодического профиля диаметром 5 мм согласно ГОСТ 8480—63. Были испытаны преднапряженные и

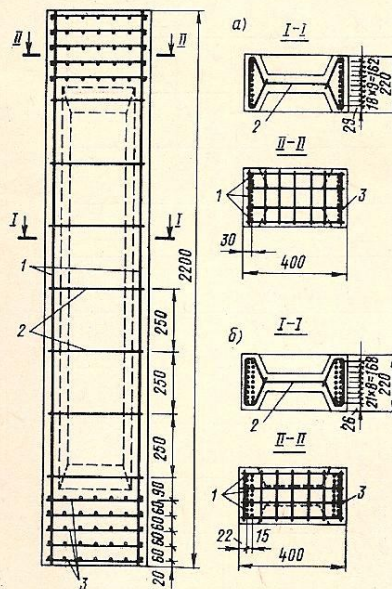


Рис. 1. Конструкция колонн
а — с $\mu=0,78\%$; б — с $\mu=1,4\%$; 1 — продольная арматура; 2 — хомуты; 3 — сетки

обычные колонны — 16 с $\mu=0,78\%$ и расположением арматуры в полках в один ряд (рис. 1,а), остальные 16 с $\mu=1,4\%$ также с арматурой в полках, но в два ряда (рис. 1,б). В обоих случаях по длине колонн устанавливались замкнутые хомуты из обыкновенной холоднотянутой проволоки диаметром 5 мм, с шагом 25 см. Работу колонн изучали при различных относительных эксцентриситетах (табл. 1).

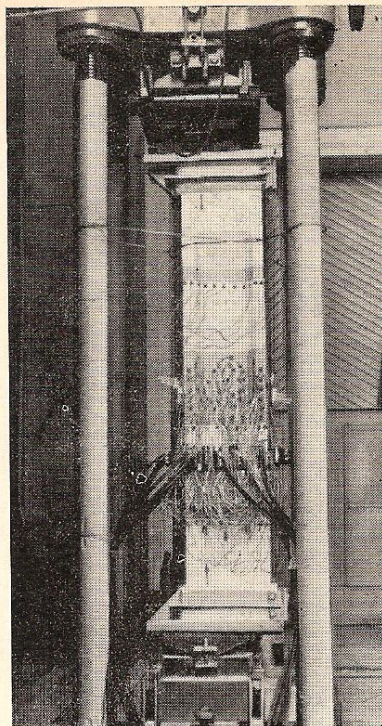
Средняя прочность бетона ко времени испытания колонн $\bar{R}=600$ кгс/см². При постоянной гибкости ($\lambda=15,6$) в колоннах с $\mu=0,78\%$ начальное преднапряжение в арматуре составляло 11700 кгс/см², а $\mu=1,4\%$ — 6500 кгс/см², что позволило получить одинаковое напряжение при обжатии бетона ($\sigma_b=85$ кгс/см²) во всех колоннах при различных процентах армирования. Интенсивность обжатия бетона — (0,15—0,17) $R_{пр}$. Условный предел текучести ($\sigma_{0,2}$), в обычных (ОК) и преднапряженных (НК) колоннах с начальным преднапряжением $\sigma_0=6500$ кгс/см² составил 12900 кгс/см², а в преднапряженных колоннах с $\sigma_0=11700$ кгс/см² он был равен 15000 кгс/см².

Нагрузку от гидравлического пресса MAN-500 (рис. 2) на колонну передавали при помощи ножевых шарниров, установленных относительно геометрической оси сечения, расположенной параллельно наибольшей грани полки. Нагружение осуществляли ступенями, равными 8—10% от теоретической разрушающей нагрузки с выдержкой 15 мин. Деформации бетона и арматуры измеряли электротензодатчиками с базой 50 мм. Кроме того, деформации бетона дополнительно контролировали индикаторами часового типа с ценой деле-

Таблица 1

Шифр колонн	e_{0N}/h	$R_{пр}$, кгс/см ²	$N_{оп}$ разр, тс	$N_{расч}$ разр, тс	Напряжения в арматуре, кгс/см ²			
					менее сжата (растянутая) зона		сжатая зона	
					опытные	по СНиП	опытные	по СНиП
НК-1 ОК-2	0	510 460	250,1 250,5	245 248,1	-6330 4020	-6370 4000	-6330 4020	-6370 4000
НК-3 ОК-4	0,25	505 505	149,4 165,2	145,1 164,3	-10305 0	-7571 1081	-6085 4200	-6305 4000
НК-5 ОК-6	0,5	510 475	85 85	83,8 83,8	-12847 -11000	-11795 -7942	-6071 4367	-6144 4000
НК-7 ОК-8	0,7	510 480	63,6 60,1	61,7 61,3	-14810 -14597	-14143 -12695	-5439 4500	-6020 4000

Рис. 2. Испытание колонны в прессе



ния 0,01 мм, установленными на базе 500 мм. Прогобы колонн определяли с помощью прогибомеров системы Максимова ПМ-3. Разрушение образцов с эксцентриситетами 0,25 и 0,5 характеризовалось раздроблением сжатой зоны с напряжением в арматуре менее сжатой зоны ниже условного предела текучести. При $e_{0N}/h=0,7$ в момент разрушения сжатой зоны напряжения в растянутой арматуре оказались близки к условному пределу текучести $\sigma_{0,2}$. Следует отметить, что в ненапряженных образцах колонн наблюдалось выщипывание арматурных продольных стержней, расположенных в сжатой зоне. В преднапряженных колоннах это явление не отмечалось, что объясняется сохранившимся некоторым предварительным растягивающим напряжением к моменту разрушения колонн. Это сказалось на работе хомутов. В преднапряженных колоннах хомуты слабо деформировались, в ненапряженных же хомуты работали на растяжение и приращение напряжений в них достигало 2000 кгс/см².

Были построены эпюры деформаций бетона по высоте сечения в зоне максимального изгибающего момента для испытанных колонн. Характер распределения деформаций в обоих случаях одинаков. Существенное различие наблюдалось в величинах деформаций бетона сжатой части сечения, которое связано с преднапряжением продольной арматуры. В преднапряженных колоннах на всех стадиях их работы отмечено увеличение высоты сжатой зоны.

Все испытанные образцы рассчитали на прочность по СНиП II-21-75 и результаты расчета сравнили с опытными. При определении несущей способности значения полного эксцентриситета определяли с учетом опытного прогиба среднего сечения колонн в момент разрушения. У большинства образцов расчет дает значения разрушающей нагрузки в запас прочности на 3—4,5%.

В табл. 1 для некоторых колонн с $\mu=0,78\%$ даны опытные значения разрушающей нагрузки и подсчитанные по формулам СНиП, а также приведенные значения напряжений в арматуре. Анализируя результаты, видно, что в большинстве случаев получается удовлетворительная сходимость опытных и теоретических значений.

Испытания показали, что при $e_0/h=0,7$ в преднапряженных колоннах отмечается повышение несущей способно-

сти по сравнению с аналогично армированными колоннами с ненапрягаемой арматурой (рис. 3). Для колонн с $\mu=1,4\%$ это превышение составляет 2%, а для колонн с $\mu=0,78-8\%$.

Одновременно с прочностью изучали трещиностойкость колонн и определяли ширину раскрытия трещин. У преднапряженных колонн с $\mu=0,78\%$, но с большим предварительным напряжением арматуры, трещиностойкость оказалась выше в среднем на 8%, чем у колонн с большим процентом армирования, поэтому для обеспечения трещиностойкости преднапряженных колонн можно несколько уменьшить количество арматуры в сечении, увеличив преднапряжение.

Наряду с железобетонными испытали при $e_{0N}/h=0,25$ две бетонные колонны двутаврового сечения таких же размеров. Расчет показал, что разрушающая нагрузка по СНиП на 10% превышает опытные значения. Хорошее совпадение с опытными данными получается при введении коэффициента 0,85, на который необходимо умножить F_b .

Для колонн, испытывавшихся с приложением внешней силы за границей ядра сечения с эксцентриситетами относительно центра тяжести сечения, равными 20 и 28 см, превышение опытной нагрузки трещинообразования над расчетной достигает 14%, причем в преднапряженных колоннах трещиностойкость в среднем в 2,6 раза выше, чем у ненапряженных. Опытные и расчетные нагрузки трещинообразования некоторых колонн приведены в табл. 2.

Для более точного выявления нагрузки трещинообразования в этих колоннах значения γ_y определяли по формулам СНиП без учета коэффициента 0,8, так как уменьшение ядрового расстояния в двутавровых колоннах, испытанных с относительными эксцентриситетами 0,5 и 0,7, приводит к значительному расхождению расчетной нагрузки с опытной в запас трещиностойкости.

У колонн с $e_{0N}/h=0,25$ внешнюю силу располагали на границе ядра сечения. Трещины были обнаружены только в ненапряженных колоннах. При этом опытная нагрузка трещинообразования составляла $0,75N_{разр}^{оп}$. Расчеты по СНиП показали, что опытные нагрузки трещинообразования для этих колонн в среднем больше расчетных на 12%, но это находится в допустимых пределах. Высокая трещиностойкость преднапряженных колонн существенно влияет на их жесткость. Прогиб таких колонн по сравнению с ненапряженными

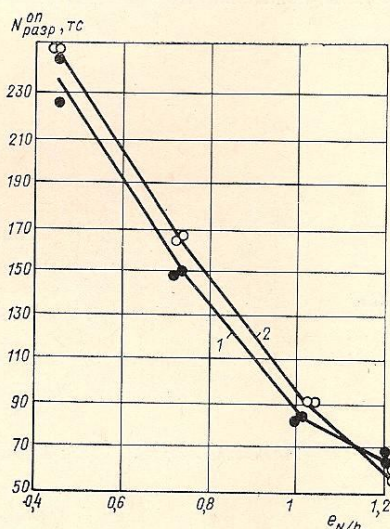


Рис. 3. Изменение прочности колонн с $\mu=0,78\%$ в зависимости от относительного эксцентриситета
1 — преднапряженные колонны (●); 2 — ненапряженные (○)

Таблица 2

Шифр колонн	$\mu, \%$	e_{0N}/h	$N_T^{оп}, тс$	$N_T^{расч}, тс$	$N_T^{расч}/N_T^{оп}$
НК-5	0,78	0,5	64	60,1	0,94
ОК-6			24	21,8	0,91
НК-9			59	58,1	0,98
ОК-10	1,4		23	21,2	0,92
НК-7	0,78	0,7	35	33,5	0,96
ОК-8			13,5	11,6	0,86
НК-11			32	31,2	0,97
ОК-12	1,4		13	12,2	0,94

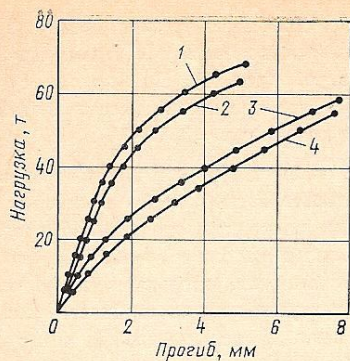


Рис. 4. Прогибы испытанных колонн при $e_{0N}/h=0,7$

1 — преднапряженная с $\mu=1,4\%$; 2 — то же, с $\mu=0,78\%$; 3 — ненапряженная с $\mu=1,4\%$; 4 — то же, с $\mu=0,78\%$

ми (рис. 4) снижается и это уменьшает плечо внешней силы, что способствует увеличению несущей способности колонн.

В колоннах, испытывавшихся с относительными эксцентриситетами 0,5 и 0,7, при помощи микроскопа с ценой деления 0,01 мм измеряли ширину раскрытия трещин на уровне растянутой

арматуры. Из графиков зависимости ширины раскрытия трещин a_T от нагрузки для преднапряженных и ненапряженных колонн видно, что у колонн с большим процентом армирования ширина раскрытия трещин меньше. Так, при нагрузке $0,5N_{разр}^{оп}$ и $e_{0N}/h=0,7$ у преднапряженных колонн с $\mu=0,78\%$ $a_T=0,07$, а у колонн с $\mu=1,4\%$ $a_T=0,04$ мм, в ненапряженных колоннах с $\mu=0,78\%$ $a_T=0,55$ мм, а у колонн с $\mu=1,4\%$ $a_T=0,26$ мм.

Следовательно, уменьшение ширины раскрытия трещин при эксплуатационной нагрузке прямо пропорционально относительному содержанию продольной арматуры в сечении. Расчеты показали, что при нагрузке $0,5N_{разр}^{оп}$ расчетная ширина раскрытия трещин на 20—45% превышает опытные значения.

Выводы

Работа колонн двутаврового сечения по характеру напряженно-деформированного состояния не отличается от работы колонн с прямоугольным сечением.

Опыты показали, что при малых экс-

центриситетах в коротких внецентренно-сжатых элементах целесообразно применять преднапряженную арматуру.

Расчет разрушающей нагрузки по СНиП дает удовлетворительную сходимость с опытными данными (расхождение до 4,5% в запас прочности элемента).

При $e_0/h=0,7$ преднапряжение увеличивает несущую способность внецентренно-сжатых колонн с гибкостью $\lambda=15,6$ от 2 до 8% (в зависимости от процента армирования при одном и том же усилении обжатия) и повышает трещиностойкость и жесткость колонн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Светов А. А. Исследование действительной работы преднапряженных сжатых элементов (прочность и устойчивость). Труды НИИЖБ, вып. 2, М., 1971.
2. Сборные железобетонные конструкции из высокопрочного бетона. Сб. НИИЖБ. М., Стройиздат, 1976.
3. Светов А. А., Копылова В. И. Прочность предварительно-напряженных коротких внецентренно-сжатых элементов с малыми эксцентриситетами. Сб. трудов НИИЖБ «Предварительно-напряженные железобетонные конструкции производственных зданий и инженерных сооружений». М., Стройиздат, 1969.

Бетоны

Канд. техн. наук Г. П. САХАРОВ, инж. К. И. ПОПОВ
[МИСИ им. В. В. Куйбышева],
канд. техн. наук И. А. МЫСАТОВ [Автовский ДСК-3]

УДК 691.327:666.973.5:539.3/4

Прочность и деформативность ячеистого бетона на грубомолотом песке

Улучшение свойств ячеистого бетона путем снижения дисперсности заполнителей, отмеченное многими исследователями [1, 2], наиболее обоснованно и полно реализовано в технологии, которая разработана на кафедре строительных материалов МИСИ им. Куйбышева. Применение грубомолотого песка позволило вдвое уменьшить водотвердое отношение смеси, а также повысить трещиностойкость ячеистого бетона и снизить его влажность и усадку. Достоинством этой технологии является возможность замены автоклавной обработки при атмосферном давлении или нормальным твердением. При при-

менении грубомолотого песка пропорционально снижаются затраты на помол и износ мелющих тел, увеличивается производительность шаровых мельниц. Наряду с дополнительным уменьшением количества воды затворения и понижением температуры исходных смесей процесс изготовления ячеистого бетона на холодных смесях значительно упрощается и удешевляется.

Исследования свойств бетона на грубомолотом песке проводились кафедрой строительных материалов МИСИ им. Куйбышева совместно с лабораторией Автовского ДСК-3 и лабораторией крупнопанельных и каменных конструк-

ций ЦНИИСК им. Кучеренко. С этой целью на Автовском ДСК-3 из заводских материалов формовались газобетонные блоки размером $50 \times 50 \times 45$ см разных объемных масс по предлагаемой технологии и общепринятой. Использовали портландцемент марки М 400 Пикалевского глиноземного комбината (остаток на сите № 008—94,7%), кварцевый песок карьера Неболчи (содержанием SiO_2 —97,58%), алюминиевую пудру ПАП-1, едкий натр и кальцинированную соду вводили в смесь в количестве до 1% расхода воды затворения или до 0,6% массы цемента.

Для обычной технологии применялся

песок согласно СН 277-70. При изготовлении газобетона на грубомолотом песке дисперсность заполнителя принимали исходя из соответствия средних размеров песчинок толщинам перегородок газовых пор [3, 4]: для бетона объемной массой 500 кг/м³—1500 см²/г, 600 кг/м³—1200 см²/г, 700 кг/м³—1000 см²/г, 800 кг/м³—800 см²/г, 1000 кг/м³—немолотый песок с модулем крупности 1.

Соотношение между вяжущим и кремнеземистым компонентом назначали при изготовлении ячеистого бетона объемной массой 500 и 600 кг/м³—1:1 (цемент:песок), а бетона объемной массой 700, 800 и 1000 кг/м³ (неавтоклавный газобетон)—1:1,2. Автоклавный ячеистый бетон объемной массой 1000 кг/м³ на грубомолотом песке готовили состава 1:0,6:1,6 (песок:молотый песок с удельной поверхностью 3000 см²/г:немолотый песок с модулем крупности 1). Для литого газобетона по обычной технологии весь песок измельчали до удельной поверхности 2000 см²/г. Температура смеси после перемешивания составляла по общепринятой технологии 40—45°C, при холодном виброформовании 24—26°C. Режим автоклавной обработки соответствовал заводскому—2+8+4 ч при давлении 10 ат и температуре 183°C. Блоки неавтоклавного газобетона твердели в нормальных условиях.

Из приготовленных газобетонных блоках выпиливали образцы размером 10×10×10 см—для испытания на прочность и 10×10×30 см—для определения деформативных свойств. Подготовку и испытание образцов производили в соответствии с ГОСТ 12852—67, а также с методическими рекомендациями НИИЖБ. Прочностные свойства бетона образцов определяли в лаборатории Автового ДСК-3, а деформативные характеристики—на лабораторном оборудовании ЦНИИСК им. Кучеренко. Образцы в виде кубов и призм испытывали во влажном состоянии (до 10%). Замер деформаций производился индикаторами часового типа и тензорезисторами. Для оценки качества макроструктуры использовали метод ультразвукового прозвучивания образцов во взаимно перпендикулярных направлениях, одно из которых было параллельно направлению вспучивания. По результатам испытаний вычислен коэффициент акустической анизотропии k_c [5]:

$$k_c = \frac{v_1}{v_2},$$

где v_1 —скорость распространения ультразвуковых продольных волн

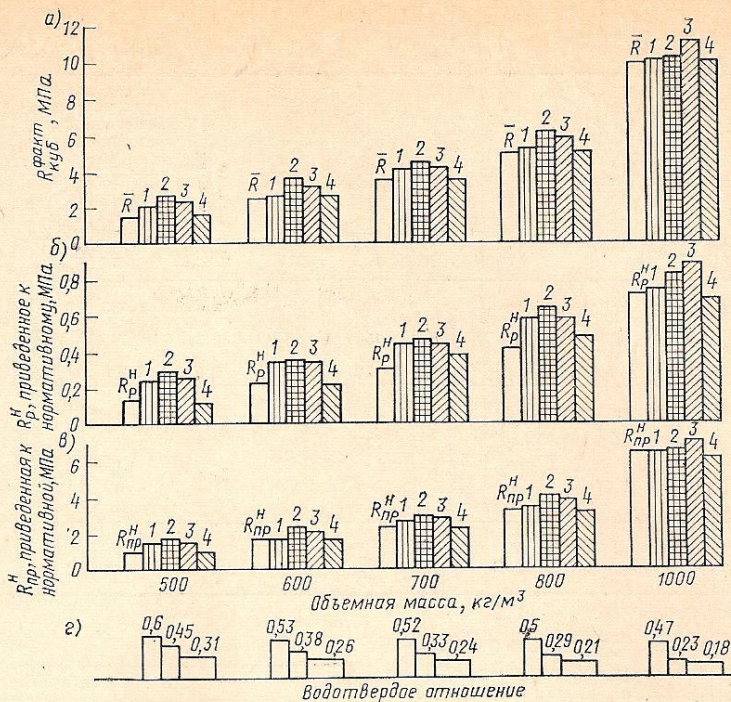


Рис. 1. Прочностные характеристики ячеистого бетона влажностью до 10%. \bar{R} , R_p^H , $R_{пр}^H$ —соответственно марка (а), нормативное сопротивление осевому растяжению (б), призмная прочность (в) и водотвердое отношение (г) 1—литой газобетон на тонкомолотом песке; 2—автоклавный литой на грубомолотом песке; 3—то же, вибрационный; 4—неавтоклавный вибрационный на грубомолотом песке

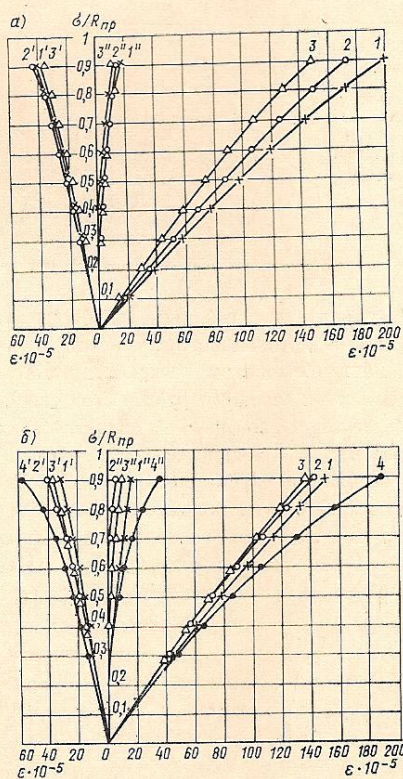


Рис. 2. Деформативные свойства ячеистого бетона объемной массой 680 кг/м³ 1, 2, 3, 4—продольные деформации газобетона соответственно автоклавного литого на тонкомолотом песке, автоклавного литого, вибрационного и неавтоклавного на грубомолотом песке; 1', 2', 3', 4'—поперечные деформации тех же видов газобетона; 1'', 2'', 3'', 4''—пластические деформации тех же видов газобетона

перпендикулярно к направлению вспучивания, м/с;
 v_2 —то же, в направлении вспучивания, м/с.

В случае нарушения структуры и возникновения дефектов в стенках газовых пор (в процессе формования и тепловой обработки) скорость распространения ультразвуковых волн в направлении, параллельном вспучиванию, как правило, оказывается меньше, чем в перпендикулярном. Это и позволяет в первом приближении оценить качество макроструктуры ячеистого бетона. При ненарушенной, изотропной макроструктуре коэффициент k_c будет равен 1, а при $v_2 < v_1$ будет меньше 1. Как видно из рис. 1, для автоклавного ячеистого бетона на грубомолотом песке, независимо от его объемной массы, прочности—кубиковая, призмная и на осевое растяжение, приведенные к нормативной прочности, превышают аналогичные характеристики ячеистого бетона на тонкомолотом песке на 8—20% и на 30—40% нормативную по СНиП II-21-75. Примечательно, что неавтоклавный ячеистый бетон на грубомолотом песке по своей прочности на сжатие и осевое растяжение соответствует нормативной прочности, указанной в СНиП II-21-75 для класса А. Отмечается несколько повышенная прочность литого газобетона на грубомолотом песке по сравнению с вибрационным, что связано, по-види-

Таблица 1

Вид ячеистого бетона	Объемная масса, кг/м ³	Удельная поверхность песка, см ² /г	Проектная марка, МПа	Примененная прочность фактическая, МПа	Начальный модуль упругости бетона при сжатии $E_{\sigma} \cdot 10^3$, МПа		Коэффициент Пуассона
					фактический	нормативный по СНиП II-21-75	
Литой автоклавный на тонкомолотом песке Литой автоклавный на грубомолотом песке Вибрационный автоклавный	530	3000 1500 1500	2,5	2,08	1,293	1,7	0,21
				2,34	1,743		0,26
				2,22	1,735		0,26
Литой автоклавный на тонкомолотом песке Литой автоклавный на грубомолотом песке Вибрационный автоклавный неавтоклавный	680	2800 1200 1200 1200	3,5	3,42	2,82	2,5	0,22
				4,2	3,31		0,26
				3,7	3,24		0,27
				3,23	2,51		0,3
Вибрационный автоклавный неавтоклавный	790	800 800	5	4,2	3,8	3,8	0,23
				4,1	3,34		0,22

тому, с лучшими условиями гидратации вяжущего в литом газобетоне. Коэффициент вариации прочности исследованных газобетонов находился в пределах 0,18—0,20. Коэффициент акустической анизотропии, как показали измерения, для ячеистого бетона на грубомолотом песке близок к 1 (0,965—0,993), что свидетельствует о малодефектной структуре ячеистого бетона, несмотря на низкие водотвердые отношения. Для обычного и вибрационного газобетона на тонкомолотом песке он несколько выше — от 1,022 до 1,094. Как видно из рис. 2, относительные продольные и пластические деформации сжатия автоклавного ячеистого бетона на грубомолотом песке, особенно вибрационного изготовления, на 10—20% (при $\sigma=0,9$) меньше, чем у обычного ячеистого на тонкомолотом песке. Это объясняется повышенной жесткостью межпоровых перегородок ячеистого бетона на грубомолотом песке и низким водотвердым отношением, обуславливающим также повышенное значение начального модуля упругости (табл. 1).

Поперечные деформации растяжения при сжатии исследованных автоклавных газобетонов практически одинаковы. При таком соотношении поперечных и

Таблица 2

Показатели ячеистого бетона объемной массы 680 кг/м ³	Вид ячеистого бетона			
	литой на тонкомолотом песке	на грубомолотом песке		
		литой	вибрационный	неавтоклавный вибрационный
Пределная поперечная деформация растяжения при сжатии ϵ_p , мм/м	0,32	0,38	0,36	0,73
Деформация усадки $\epsilon_{ус}$, мм/м	0,34	0,29	0,19	0,7
$K_{тр} = \epsilon_p / \epsilon_{ус}$	0,941	1,31	1,89	1,043

продольных деформаций коэффициент Пуассона автоклавного ячеистого бетона на грубомолотом песке больше, чем у литого на тонкомолотом. Это свидетельствует о повышенных пластических свойствах и трещиностойкости ячеистого бетона на грубомолотом песке. Деформации неавтоклавного ячеистого бетона больше, чем автоклавного, однако модуль упругости и коэффициент Пуассона практически не отличаются от

нормативных данных СНиП II-21-75. Повышенная деформативность неавтоклавного ячеистого бетона обусловлена высокой дисперсностью и меньшей закристаллизованностью гидратных новообразований в цементном камне. Сказанное во многом справедливо и для вибрационного ячеистого бетона на тонкомолотом песке, свойства которого, как показали исследования, мало отличаются от обычного ячеистого бетона.

Используя полученные данные, можно в первом приближении оценить трещиностойкость ячеистого бетона на грубомолотом и тонкомолотом песке, сопоставив предельную поперечную деформацию растяжения при сжатии (при $\sigma=0,9$) с усадкой, измеренной стандартным способом (табл. 2).

Трещиностойкость ячеистого бетона на грубомолотом песке выше, чем бетона на тонкомолотом песке, в том числе и неавтоклавного ячеистого бетона.

Приведенные преимущества ячеистого бетона на грубомолотом песке взамен тонкомолотого позволяют рекомендовать описанную технологию к широкому производственному внедрению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. И., Федькин Н. И. О значении рационального гранулометрического состава сырьевых смесей в улучшении свойств ячеистого бетона. Сб.: Структурообразование и органическая коррозия цементных и полимерных бетонов, вып. 4. Приволжское книжное издательство, Саратов—Пенза, 1967, с. 23—33.
2. Меркин А. П. Некоторые теоретические предпосылки технологии неавтоклавного ячеистого бетона на грубодисперсном песке. — «Строительные материалы», 1975, № 12, с. 19—20.
3. Горчаков Г. И., Сахаров Г. П., Абдуганиев А. А. К вопросу оптимизации составов и методов изготовления ячеистого бетона. — «Строительство и архитектура Узбекистана», 1971, № 12.
4. Сахаров Г. П., Корниенко П. В. Образование оптимальной структуры ячеистого бетона. «Строительные материалы», 1973, № 10.
5. Дзенис В. В., Лапса В. Х. Ультразвуковой контроль твердеющего бетона. Л., Стройиздат, 1971, с. 51—53.

Помещая в порядке обсуждения приведенные ниже статьи, редакция хотела обратить внимание на то, что, несмотря на большой практический опыт, вопросы поризации керамзитобетона и применения для его приготовления различных песков все еще остаются дискуссионными в первую очередь из-за недостаточной изученности теплопроводности керамзитобетона.

Учитывая большое народнохозяйственное значение этой проблемы, по-видимому, назрела необходимость проведения под руководством НИИ строительной физики Госстроя СССР детальных исследований факторов, влияющих на теплофизические свойства керамзитобетона в ограждающих конструкциях с учетом результатов, накопленных в последние годы.

Инженеры Т. И. БАБАНИНА, Л. Ф. КОНОНОВА, Л. Ф. ПАНЫШЕВА,
Ю. А. СЕРИКОВ (Днепропетровский филиал НИИСП)

УДК 691.327:666.973.2:666.64—492.3:536.2

Теплопроводность поризованного керамзитобетона

Одним из наиболее распространенных видов конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов является керамзитобетон с поризованной растворной составляющей. Поризация обеспечивает слитную структуру и позволяет снизить объемную массу по сравнению с легким бетоном плотной структуры, а также уменьшить расход мелкого заполнителя.

Из-за дефицита легких пористых песков предприятия сборного железобетона в поризованном керамзитобетоне применяют плотный кварцевый песок. В связи с этим авторы исследовали влияние вида мелкого заполнителя на теплопроводность. Керамзитобетон готовили по одностадийной технологии, при которой поризация бетонной смеси производится непосредственно в смеси-теле в процессе перемешивания. В качестве порообразующей добавки применяли пенообразователь ПБ, состоящий из 10%-ного водного раствора пластификатора древесно-пекового строительного ЦНИПС-1 и сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ), взятых в соотношении 3:1 по массе. Составы поризованного керамзитобетона марок 50, 75 и 100, приготовленного на гранулированном шлаке и кварцевом песке, а также коэффициенты теплопроводности приведены в табл. 1. Как видно из таблицы, использование кварцевого песка резко ухудшает теплофизические свойства керамзитобетона с поризованной растворной составляющей.

Кроме испытания образцов исследовали теплотехнические характеристики ограждающих конструкций из поризованного керамзитобетона, выпускаемых предприятиями Приднепровья. Опыты проводили в климатической камере на панелях или их фрагментах при расчетных параметрах внутреннего и на-

бетоне влияние ее усиливается, поскольку она заполняет все межзерновое пространство. Вследствие этого увеличивается и влияние пористого заполнителя. Если в обычных легких бетонах наблюдаются точечные контакты между зернами заполнителя, окруженными пленкой из плотного цементного камня,

Таблица 1

Состав	Объемная масса бетона в сухом состоянии, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в возрасте 28 сут, кг/см ²	Расход, кг/м ³						Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°С), при влажности, %			
			Портландцемента марки М 400	керамзитового гравия заводского завода № = 470, кг/м ³	гранулированного заводского шлака №=1100, кг/м ³	песка кварцевого № = 1530, кг/м ³	воды	пенообразователя ПБ	0	4	8	12
1	1020	53	220	400	362	—	170	11,68	0,24	0,29	0,33	0,38
2	1120	73	250	470	372	—	190	8,8	0,27	0,32	0,38	0,43
3	1140	98	280	430	400	—	180	9,2	0,27	0,32	0,38	0,43
4	1070	55	220	512	155	155	165	9,6	0,28	0,35	0,41	0,44
5	1165	75	250	482	200	200	185	8,68	0,34	0,4	0,46	0,49
6	1140	103	270	442	193	193	169	8,75	0,33	0,39	0,44	0,49
7	1050	65	220	505	—	300	160	11,4	0,34	0,4	0,45	0,49
8	1165	80	244	490	—	390	176	8,4	0,4	0,5	0,59	0,64
9	1220	108	280	510	—	400	170	9	0,43	0,52	0,61	0,66

Таблица 2

Вид песка	Объемная масса керамзита, кг/м ³	Расход, кг/м ³			Характеристика керамзитобетона		Толщина панели, см	Фактическое сопротивление теплопередаче, ч·м ² ·°С/ккал	Расчетный коэффициент теплопроводности материала панели, ккал/(ч·м·°С)
		цемента	керамзита	песка	объемная масса в сухом состоянии, кг/м ³	влажность, %			
Граншлак	540	250	572	290	1150	10,7	35	1,08	0,39
Шлакопемзовый	500	260	490	450	1240	8,6	36,1	0,99	0,45
»	530	274	540	450	1300	8,7	37	0,96	0,48
Кварцевый	500	280	550	250	1120	10	38	0,95	0,5
»	550	290	620	210	1160	11,8	37	0,81	0,59
»	470	310	550	220	1130	8,9	34,9	0,9	0,49
»	500	260	480	500	1280	6,3	37,9	0,89	0,54
»	530	274	506	500	1320	4,8	36,6	0,85	0,55

ружного воздуха. Как видно из табл. 2, при больших расходах кварцевого песка влажность поризованного керамзитобетона снижается на 2—4% по сравнению с влажностью бетона, приготовленного на пористых песках, но даже и в этом случае коэффициент теплопроводности остается высоким.

Известно, что на величину коэффициента теплопроводности легкого бетона большое влияние оказывает растворная составляющая. В поризованном

то в поризованном бетоне зерна контактируют с поризованной растворной составляющей по всей поверхности. Более четко проявляются и теплофизические свойства заполнителей, поэтому к их выбору нужно подходить с учетом требуемых теплофизических свойств бетона. По нашему мнению, применение кварцевого песка в конструкционно-теплоизоляционном керамзитобетоне с поризованной растворной составляющей неэффективно.

О теплопроводности керамзитобетона на кварцевом песке

В статье [1] приведены результаты опытов по определению коэффициентов теплопроводности керамзитобетона с воздухововлекающими добавками на гранулированном шлаке и обычном строительном (кварцевом) песке. Не оспаривая достоверности полученных авторами данных, необходимо отметить, что число опытов и их анализ недостаточны, чтобы сделать какие-либо обобщающие выводы. За последние годы опубликовано много данных по теплопроводности различных видов керамзитобетонов [2, 3]. При этом установлено, что его поризация, а также введение в состав кварцевого песка вместо керамзитового не отражается на значениях коэффициента теплопроводности в сухом состоянии при неизменной объемной массе бетона. Этот вывод подтверждает и рисунок. Существенный разброс не позволяет выделить влияние каких-либо факторов на зависимость $\lambda_c = f(\gamma_c)$. В пределах изменения объемной массы от 800 до 1200 кг/м³ она может быть принята линейной

$$\lambda_c = 0,29 \gamma_c - 0,03. \quad (1)$$

Хотя в среднем значения λ_c для керамзитобетонов с воздухововлекающими добавками на кварцевом песке удовлетворяют уравнению [1], для этого вида бетона зависимость $\lambda_c = f(\gamma_c)$ характеризуется особенно большим разбросом. Помимо этого коэффициент теплопроводности для таких бетонов более чувствителен к изменению влажности. Если для керамзитобетонов на керамзитовом песке значение

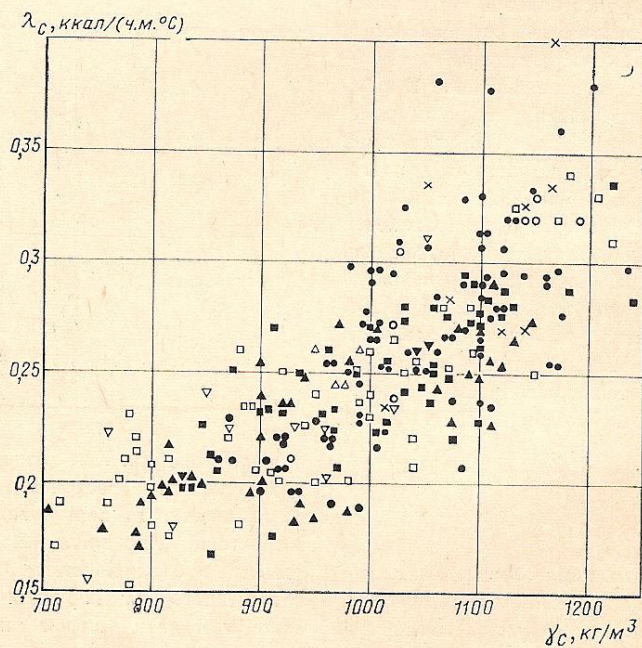
$$K_{вл} = \frac{\lambda_{вл} - \lambda_c}{W}$$

колеблется в пределах 0,4—1,3 и в среднем составляет 0,9, то для керамзитобетонов на кварцевом песке с воздухововлекающими добавками — соответственно от 0,6 до 2,2 и в среднем 1,3. Это обстоятельство, казалось бы, должно привести к худшим теплофизическим свойствам таких бетонов. Однако из-за меньшей водопотребности и сорбционной способности керамзитобетоны на кварцевом песке характеризуются меньшей (в среднем на 30%) влажностью. В результате в эксплуатационных условиях ограждающие конструкции из керамзитобетона на кварцевом песке с воздухововлекающими добавками обе-

спечивают то же сопротивление теплопередачи, что и конструкции из керамзитобетона на керамзитовом песке (без поризации воздухововлекающими добавками). Об этом свидетельствует десятилетний опыт использования таких бетонов в строительстве. Изготовлено и смонтировано около 20 млн. м³ ограждающих конструкций, при этом не потребовалось ни увеличения их толщины, ни снижения проектной объемной массы керамзитобетона. В настоящее время подобную технологию применяют около 150 заводов. Только в Москве из керамзитобетона на кварцевом песке с воздухововлекающими добавками ежегодно изготавливается более 800 тыс. м³ панелей и блоков для жилых и общественных зданий. Использование таких бетонов не ухудшает теплозащитные свойства конструкций. Это подтверждают данные табл. 1, в которой приведены обобщенные результаты испытаний панелей (в натуральных условиях) и фрагментов (в климатических камерах), вы-

полненных в НИИМосстрое и МНИИТЭП.

Таким образом, несмотря на то, что зерна кварцевого песка обладают, как известно, повышенным коэффициентом теплопроводности (от 1,5 до 7 ккал/(ч·м·°С), это не оказывает существенного влияния на теплопроводность керамзитобетона, содержащего значительное количество вовлеченного воздуха. Данный вывод подтверждается на основе общепринятых в теплофизике композиционных и зернистых материалов моделей упорядоченных систем, в основу которых положен принцип электротепловой аналогии [4]. Рассматривая бетон как многокомпонентную систему, состоящую из последовательных двухкомпонентных систем: цементный камень (гидратированный цемент плюс капиллярные поры и поры вовлеченного воздуха), раствор (цементный камень плюс зерна песка), бетон (раствор плюс крупный заполнитель), можно рас-



Зависимость между коэффициентом теплопроводности и объемной массой керамзитобетона на песке

● ○ — кварцевом (с поризацией); ■ □ — керамзитовом (без поризации); ▲ △ — керамзитовом (с поризацией); ▼ ▽ — без песка (керамзитобетон); ● ■ ▲ ▼ — данные ВНИИЖелезобетона; ○ □ ▽ — данные других исследователей; × — по опытам [1]

Таблица 1

Керамзитобетон	Число испытаний	Объемная масса, кг/м ³		Влажность, %		Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°С)		
		в пределах	средняя	в пределах	средняя	в пределах	средний	по формуле (1) с учетом K _{вкл}
На керамзитовом песке без воздуховлекающих добавок	23	880—1150	1040	8,6—23,6	14,7	0,33—0,82	0,435	0,41
На кварцевом песке с воздуховлекающими добавками	33	950—1180	1070	7,2—13	10,6	0,31—0,59	0,445	0,43

считать коэффициент его теплопроводности по формуле

$$\lambda = \lambda_1 \frac{2\lambda_1 + \lambda_2 - 2\varphi(\lambda_1 - \lambda_2)}{2\lambda_1 + \lambda_2 + \varphi(\lambda_1 - \lambda_2)}, \quad (2)$$

где λ_1 и λ_2 — коэффициенты теплопроводности соответственно среды и вкрапленного компонента;

φ — объемная концентрация вкрапленного компонента.

Возможность использования этой формулы для бетона показана ранее [3] и подтверждается, например, обработкой результатов опытов, приведенных в работе [5] (табл. 2).

Как следует из теоретического анализа, улучшение теплозащитных свойств керамзитобетона с высоким содержанием керамзитового песка объясняется не особенностями структуры бетона, а повышенным объемом капиллярных пор в цементном камне.

Пользуясь формулой (2), на основе найденных расчетно-экспериментальным методом зависимостей коэффициента теплопроводности цементного камня и керамзита от пористости при известных значениях коэффициента теплопроводности воздуха и кварцевого песка [$\lambda_{в} = 0,03$ ккал/(ч·м·°С), $\lambda_{п} = 3$ ккал/(ч·м·°С)] рассчитали значения коэффициентов теплопроводности керамзитобетонов, приведенных в работе [1] (табл. 3). При этом учитывали, что гранулированный шлак, в отличие от керамзита, имеет стекловидную структуру, а это при неизменной пористости примерно в 1,5 раза снижает его коэффициент теплопроводности.

Как видно, наблюдается достаточно хорошая сходимость расчетных и экспериментальных значений. Расчет для керамзитобетона на керамзитовом песке показал, что при одинаковой объемной массе и виде керамзита коэффициенты теплопроводности бетонов на керамзитовом и кварцевом песках равны.

Следовательно, опыты [1] не противоречат ранее полученным данным, а лишь еще раз подтверждают эффек-

Таблица 2

M M + K	Объемная масса в сухом состоянии, кг/м ³	Расход, кг/м ³		Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°С)	
		цемента	воды	экспериментальный	расчетный
0	838	394	162	0,18	0,18
0,2	762	176	186	0,17	0,17
0,3	827	78	255	0,15	0,17
0,5	880	96	302	0,16	0,17
0,7	902	79	385	0,16	0,16
1	1038	135	457	0,18	0,17

тивность применения в легких бетонах, в том числе керамзитобетонных с воздуховлекающими добавками, мелких заполнителей со стекловидной структурой (граншлак, шлаковая пемза). Стендовые испытания показали, что в условиях Приднестровья возможно применение керамзитобетонов на кварцевом песке с воздуховлекающими добавками при толщине панелей 35 см и объемной массе бетона не более 1150 кг/м³. Коэффициенты теплопроводности таких бетонов при пересчете на эксплуатационную влажность (6%) примерно соответствуют требованиям СНиП II-A. 7-71*. Применение составов керамзитобетона с воздуховлекающими добавками при толщине панелей 35 см и объемной массе бетона не более 1150 кг/м³ позволяет снизить расход цемента и воды, что способствует снижению стоимости бетона.

Таблица 3

Состав по [1]	Объемная масса в сухом состоянии, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, ккал/(ч·м·°С)	
		экспериментальный	расчетный
1	1020	0,24	0,24
2	1120	0,27	0,27
3	1140	0,27	0,27
4	1070	0,28	0,28
5	1165	0,34	0,32
6	1140	0,32	0,31
7	1050	0,34	0,3
8	1165	0,4	0,37
9	1220	0,43	0,4
10*	1020	—	0,3

* Керамзитобетон на керамзитовом песке без поризации.

бетона с объемной массой 1300 кг/м³ и содержанием кварцевого песка 400—500 кг/м³, что не рекомендовано инструкцией ВНИИЖелезобетона, приводит к повышению коэффициента теплопроводности.

Анализ формулы (2) показывает, что в зависимости от свойств керамзита и содержания кварцевого песка коэффициент теплопроводности керамзитобетона при той же объемной массе может колебаться в больших пределах, поэтому на практике перед началом массового производства необходима обязательная экспериментальная проверка.

При дефиците керамзита применять кварцевый песок для приготовления керамзитобетона при условии поризации смеси воздуховлекающими добавками и обеспечения требуемых значений объемной массы и коэффициента теплопроводности бетона, безусловно, можно. Значения для предварительных расчетов можно принимать по СНиП, однако необходимо стремиться к использованию при приготовлении керамзитобетона и поризации воздуховлекающими добавками и эффективных пористых песков, снижающих объемную массу бетона, и позволяющих уменьшить толщину ограждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теплопроводность поризованного керамзитобетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12. Авт.: Т. И. Бабанина, Л. Ф. Кононова, И. Ф. Панышева, Ю. А. Сериков.
2. Поризованный керамзитобетон. Под ред. Г. А. Бужевича, В. Г. Довжика, М. Стройиздат, 1969.
3. Всесоюзная конференция по легким бетонам. Сборник № 2, М., Стройиздат, 1970.
4. Дульнев Г. Н., Заричняк Ю. П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Л., «Энергия», 1974.
5. Спивак Н. Я., Баулин Д. К., Баджаган В. С. Влияние структуры керамзитобетона на его свойства в стеновых панелях. — «Бетон и железобетон», 1965, № 11.

Выбор цемента для обделки тоннелей метро

Опыт применения при строительстве Московского метрополитена разновидности быстротвердеющего портландцемента—особо быстротвердеющего портландцемента (ОБТЦ) показал, что он имеет преимущество в темпах набора прочности по сравнению с обычным портландцементом (ПЦ), а также по сравнению с быстротвердеющим портландцементом (БТЦ).

ОБТЦ как высокомарочный цемент целесообразно также применять для приготовления бетонов высокой прочности.

К блокам тоннельной обделки метрополитена предъявляются высокие требования по прочности и водонепроницаемости. Марка бетона блоков назначается от М 400 и выше. Обеспечение этой прочности при наличии высококачественных заполнителей и ОБТЦ не представляет трудности.

За счет быстрого набора прочности таких бетонов удается ускорить оборачиваемость форм. На Черкизовском заводе ЖБК Московского Метростроя в производственных смесителях для блоков тоннельной обделки был приготовлен бетон марки М 700 следующего состава: цемент—600 кг/м³, песок—600 кг/м³, щебень гранитный—1200 кг/м³, вода—150 л/м³. Блоки изготавливались по беспарочной технологии. Результаты испытаний образцов размером 15×15×15 см приведены ниже.

Возраст . . .	4 ч	8 ч	12 ч	16 ч	
Прочность при сжатии, кгс/см ²	9	89	181	223	
Возраст . . .	20 ч	24 ч	3 сут	7 сут	28 сут
Прочность при сжатии, кгс/см ²	313	319	418	621	761

Образцы, выпиленные на заводе из блоков при помощи оборудования, применяемого для резки природного камня, показали прочность на сжатие 950 кгс/см². Что же касается водонепроницаемости бетонов на ОБТЦ, здесь положение оказалось иным. Эксперименты по определению интегральной пористости показывают более низкие значения для бетонов на ОБТЦ. Некоторые специалисты сделали заключение, что водонепроницаемость образцов-кубов и блоков из бетона на ОБТЦ должна быть выше. В действительности же лишь отдельные

испытания лабораторных образцов показали такие результаты [1], для реальных блоков тоннельной обделки подобные данные отсутствуют. При испытании образцов из бетонных цилиндров по ГОСТ 4800—59 и образцов из раствора и цементного камня с внутренним подводом воды получено более низкое значение водонепроницаемости для ОБТЦ.

По-видимому, это объясняется не только строением порового пространства цементного камня в бетоне, но и наличием дефектов, связанных с понижением трещиностойкости бетона на ОБТЦ. Именно низкая трещиностойкость структуры цементного камня на ОБТЦ является причиной того, что при более низком значении интегральной и дифференциальной пористости водонепроницаемость также имеет более низкое значение. По данным ЦНИИС, средняя предельная сжимаемость бетонов на ОБТЦ для блоков тоннельной обделки равна $1,35 \cdot 10^{-3}$, что ниже значений бетонов на ПЦ той же прочности. Таким образом, бетон на ОБТЦ менее деформативен. Приведенные в таблице результаты испытаний отдельных блоков на водонепроницаемость на стенде Черкизовского завода ЖБК показывают более низкое значение водонепроницаемости блоков, изготовленных на ОБТЦ.

Таким образом, из двух главных показателей прочности и водонепроницаемости ОБТЦ имеет преимущество по прочности, но уступает по водонепроницаемости обычному портландцементу. В настоящее время узким местом в технологии изготовления блоков тоннельной обделки является водонепроницаемость, а не прочность, и целесообразнее применять обычный портландцемент для блоков тоннельной обделки. Это утверждение не относится к другим видам тоннельных конструкций.

Число блоков, испытанных на водонепроницаемость	Вид цемента	
	ОБТЦ	ПЦ
Общее, шт/%	27/100	42/100
В том числе выдержавших максимальное давление воды:		
0 атм		
1 »	11/40,7	10/23,8
2 »	10/37,1	8/19,1
3 »	5/18,5	14/33,3
	1/3,7	10/23,8

Одним из путей повышения водонепроницаемости блоков тоннельной обделки является использование специальных цементов, приготовленных на основе портландцементного клинкера с введением малых количеств молотых глиноземистых шлаков (глиноземистой добавки) [2]. Структура бетона на портландцементе с малым количеством тонкомолотой глиноземистой добавки отличается от структуры бетона на обычном портландцементе значительно более равномерным заполнением кристаллогидратами зоны капиллярного пространства. Она является более тонкопористой. При введении глиноземистой добавки значение интегральной пористости несколько увеличивается. Вместе с тем одновременно снижаются средние размеры пор и увеличивается их однородность по размерам.

При наличии глиноземистой добавки в процессе твердения бетонов увеличивается объем системы цемент—вода (сначала суспензии, а затем цементного камня), что позволяет относить такой цемент к расширяющимся. Одновременно происходит увеличение трещиностойкости. Определение этой характеристики по предложенной методике¹ показало, что время появления трещин на образцах из цементного камня на портландцементе с 5%-ной глиноземистой добавкой составляет 83 ч, в то время как для обычного портландцемента оно составляет 70 ч.

Испытания на водонепроницаемость блоков на цементе с глиноземистой добавкой проводились на специальном стенде. Железобетонный блок, представляющий собой сегмент толщиной 0,2 м, шириной 1 м и длиной по дуге около 2,5 м, помещали в резервуар с герметизацией блока-сегмента по контуру за счет резинового уплотнения. Со стороны выпуклой поверхности подавалась вода. Водонепроницаемость оценивалась по появлению капель воды на противоположной, т. е. вогнутой, поверхности блока. Большинство испытанных блоков выдержали давление воды в 3 атм. Испытанию на стенде подвергались блоки

¹ Авт. свид. № 364861 на имя С. А. Подмазова и М. З. Каган. Форма для изготовления образца при определении склонности цементов к трещинообразованию. — Оpubл. в Б. И., 1973, № 5.

двух типов: сплошного и ребристого сечений.

Применение цемента с глиноземистой добавкой позволяет получить бетон требуемой прочности в более короткие сроки, с более высоким значением прочности на сжатие и на изгиб.

Особый интерес представляет стабильность свойств бетона во времени на портландцементе с глиноземистой добавкой. На Очаковском заводе ЖБК Метрострой была изготовлена партия блоков различных типов из бетона М 400 следующего состава: портландцемент Здолбуновского завода — 520 кг/м³, глиноземистая добавка — 26 кг/м³, песок Дмитровского карьера — 630 кг/м³, гранитный щебень — 1080 кг/м³, вода — 175 л/м³. Блоки пропаривали по режиму (2+2+4+2) ч и при температуре изотермического прогрева, равной 80°C. Из 15 блоков был смонтирован участок левого перегонного тоннеля между станциями «Октябрьское поле» и «Шукшинская» Краснопресненского района Московского метрополитена.

На протяжении 4 лет за блоками проводилось наблюдение: их осматривали, определяли прочность. Определенная при помощи молотка при последнем испытании средняя прочность бетона блоков составляла 396 кгс/см², что свидетельствует о стабильности характеристик бетона. Если глиноземистую добавку вводить в цемент непосредственно на цементном заводе, то это дает возможность обеспечить его высокую однородность. В наших условиях глиноземистая добавка вводилась непосредственно в бетономешалку. Это снизило эффект от ее введения, но полученные результаты дают основание утверждать, что введение в обычный портландцемент малых количеств глиноземистой добавки позволяет получить бетон с повышенными показателями по водонепроницаемости, при обеспечении требуемой и стабильной прочности.

Выше было отмечено, что цемент с глиноземистой добавкой является расширяющимся, поэтому для блоков тоннельной обделки следует рекомендовать применение расширяющихся и напрягающих цементов. Это положение было также подтверждено работами НИИЖБ на Московском Метрострое, на одном из типов блоков сплошного сечения, изготовленных с применением напрягающего цемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравченко И. В., Власова М. Т., Юдович Б. Э. Высокопрочные и особо быстротвердеющие портландцементы. М., Стройиздат, 1971.
2. Шейкин А. Е., Федоров А. Е., Каган М. З. Возможный путь повышения водонепроницаемости бетонов сборной железобетонной обделки тоннелей. Труды МИИТ, вып. 441, М., 1974.

Д-р техн. наук В. Д. ГЛУХОВСКИЙ (КИСИ), канд. техн. наук В. А. ПАХОМОВ, инж. В. В. ЖИГНА (Симферопольский филиал Севастопольского приборостроительного ин-та)

УДК 691.327:666.973.2:669.046.58: 666.9.015.462

Усадка шлакощелочных бетонов

Производственное внедрение конструкций на основе шлакощелочного бетона [1], особенно применение в них предварительного напряжения, не может осуществляться без учета усадочных деформаций.

Нами были исследованы мелкозернистые крупнозернистые шлакощелочные бетоны различных составов. Для мелкозернистых бетонов использовали мелкий песок Юрьевского карьера (Киевская обл.) с содержанием глинистых и пылевидных частиц 13,3%, модулем крупности 0,6%, а также гранулированный днепродзержинский шлак тонкостью помола 2500—3000 см²/г; для крупнозернистых бетонов — мелкий кварцевый песок запорожского карьера с модулем крупности 1,2, мраморовидный щебень

фракций 10—20 мм Бодровского и Лозовского карьеров Крымской области, запорожский гранулированный шлак тонкостью помола 3000—3500 см²/г. Щелочными компонентами являлись кальцинированная техническая сода, содопашная смесь, метасиликат натрия.

Для сравнения параллельно исследовали крупнозернистый цементный бетон на портландцементе марки М 500 Бахчисарайского завода. Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси и характеристики бетонов даны в таблице.

Исследования мелкозернистого шлакощелочного бетона проводились на призмах и балках размерами 7×7×30, 10×10×40, 12×20×230 см без арматуры и с одиночной и двойной арматурой. В образцах с одиночной арматурой применяли два стержня диаметром 18 мм класса А-II, с двойной — два стержня диаметром 18 мм класса А-II и два стержня диаметром 8 мм класса А-I [2]. Исследовались также образцы крупнозернистых бетонов — призмы и балки размерами 10×10×40 и 10×20×230 см без арматуры, с одиночной и двойной арматурой.

Деформации на призмах измеряли индикаторами часового типа (МИГ1, МИГ2), с базой 200 мм, установленными на противоположных сторонах образца. Балки укладывали боковой гранью на металлические катки, что не препятствовало деформациям укорочения и изгиба. На верхней их грани устанавливали по три индикатора, а на армированных — дополнительно по два индикатора на рабочей арматуре, два рычажных тензодатчика на сжатой, три индикатора для

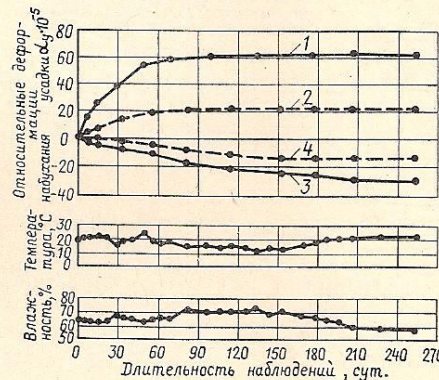


Рис. 1. Усадочные деформации, колебания температуры и влажности среды мелкозернистого шлакощелочного бетона

1 — при естественном твердении и хранении; 2 — пропаренного при естественном хранении; 3 — естественного твердения при хранении в воде; 4 — пропаренного, при хранении в воде

Вид бетона	№ состава	Состав бетона						Применная прочность в возрасте 28 сут, кгс/см ²	Модуль упругости E _б · 10 ⁻⁵ , кгс/см ²
		цемент, кг	шлак, кг	песок, кг	щебень, кг	раствор, щелочного компонента ρ = 1,2	вода, л		
Мелкозернистый шлакощелочной	1	—	530	1590	—	—	220	194	1,57
Крупнозернистый шлакощелочной	1	—	300	530	1342	180	—	178	3,4
	2	—	500	530	1320	160	—	205	3,6
	3*	—	530	540	1280	170	—	393	3,09
Крупнозернистый	1	300	—	540	1280	170	—	250	2,2
	2*	530	—	530	1342	—	180	234	3,25
				540	1280	—	170	333	3,02

Примечание. Щелочными компонентами служили: в крупнозернистом шлакощелочном бетоне — сода в количестве 36 кг/м³ для состава № 1; 34 кг/м³ — для составов № 3 и 3*; 60 кг — содопашной смеси на 1 м³ мелкозернистого бетона и 64 кг метасиликат натрия ρ = 1,08 на 1 м³.

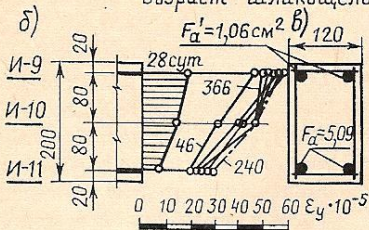
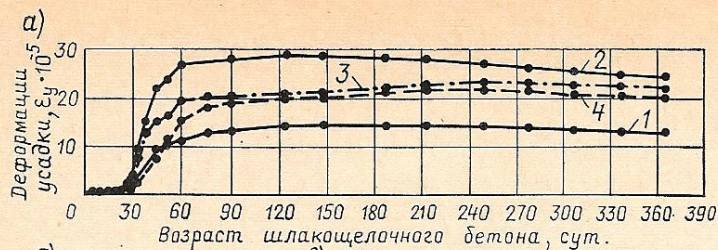


Рис. 2. Усадочные деформации балок с двойной арматурой

а — относительные деформации усадки; б — изменение усадочных деформаций; в — поперечное сечение балки; 1, 2 — деформации бетона от усадки против арматуры F_a и F_a' ; 3 — деформации бетона от усадки по оси балки; 4 — деформации бетона от усадки поперек балки

температурно-влажностный режим. Усадка призм размером $7 \times 7 \times 30$ см примерно на 15% больше, чем призм размером $10 \times 10 \times 40$ см и на 18% больше усадки балок. Изменение усадочных деформаций балок с двойной арматурой показано на рис. 2.

Образцы из крупнозернистых бетонов составов № 1, 2, 3 были изготовлены в лабораторных условиях, а из составов № 3* и 2* — в заводских, включая пропаренные и естественного твердения. Все они — по три образца каждой серии и вида — устанавливались на исследование после распалубки в возрасте 1 сут.

Результаты исследования балок из крупнозернистого шлакощелочного бетона даны на рис. 3. Сравнивая характеристику усадки крупнозернистых шлакощелочных бетонов (с различным содержанием вяжущего, щелочных компонентов) и цементных бетонов, можно отметить, что относительные деформации усадки шлакощелочного и цементного бетонов примерно одинаковы. Деформации усадки шлакощелочного бетона состава № 2, для которого применяли метасиликат натрия, имеют наименьшие значения, а для состава № 3, отличающегося большим расходом вяжущего и щелочного компонента — кальцинированной соды, наибольшие, превышающие деформации усадки бетона состава № 1 в 1,5 раза.

Пропаривание и изоляция уменьшают усадочные деформации, хотя усадка пропаренных образцов из шлакощелочного бетона состава № 3 в 1,5 раза больше, чем образцов естественного твердения, а цементного бетона состава № 2* — меньше в 1,37 раза.

Максимальные деформации набухания шлакощелочного бетона составили $15 \cdot 10^{-5}$ и $28 \cdot 10^{-5}$ соответственно для крупнозернистого пропаренного и мелкозернистого естественного твердения (см. рис. 1 и 3). Исследование армированных балок с одиночной и двойной арматурой дало возможность определить их напряженно-деформированное состояние от усадки, определить сжимающие напряжения в арматуре и растягивающие напряжения в бетоне, прогибы, вызванные его усадкой.

Выводы

Усадка шлакощелочных бетонов зависит от содержания (расхода) шлакощелочного вяжущего, щелочного компонента, условий твердения, хранения, изоляции и т. д. Усадка шлакощелочных бетонов приблизительно равна или несколько больше усадки цементных бетонов при прочих одинаковых факторах.

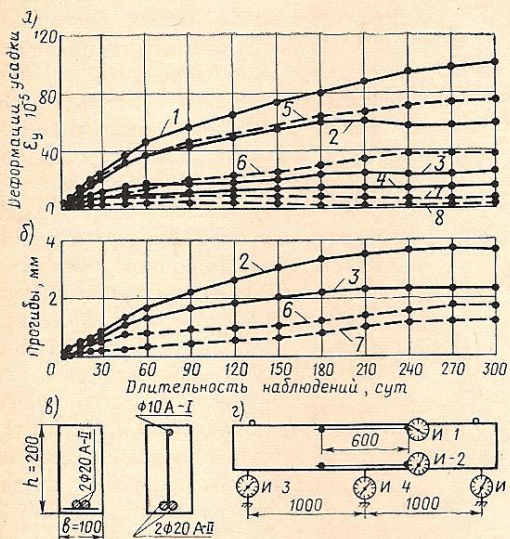


Рис. 3. Деформации усадки балок из крупнозернистого шлакощелочного бетона

а — относительные деформации усадки; б — прогибы от усадки; в — поперечные сечения балок; г — схема расстановки приборов; 1—4 — средние значения относительных деформаций и прогибов соответственно для неармированных балок с одиночной (2) и двойной арматурой против F_a (3)

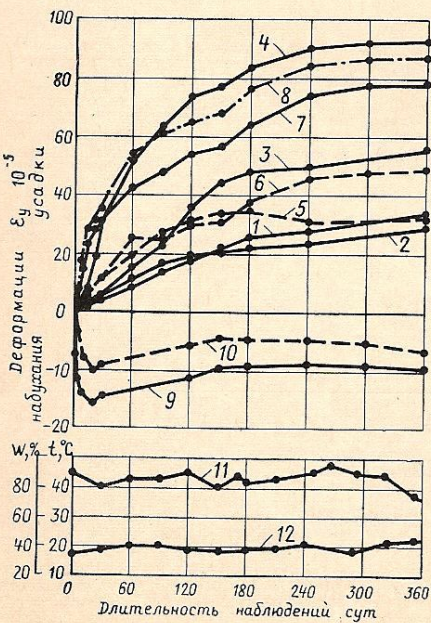
и F_a' (4) из шлакощелочного бетона; 5—8 — то же, для аналогичных балок из цементного бетона

замера искривления балки (в середине пролета и на расстоянии 1000 мм по обе стороны от середины пролета).

Как показали исследования, усадка пропаренных образцов мелкозернистых шлакощелочных бетонов меньше, чем при хранении их в естественных условиях; образцы, помещенные в воду, набухли (рис. 1). Большое влияние оказывает

Рис. 4. Деформации усадки, колебания температуры и влажности среды для крупнозернистых бетонов

1, 2, 3, 4 — деформации усадки для пропаренных шлакощелочных бетонов соответственно составов № 1, 2, 3 и 3*; 5, 6 — то же, для цементного бетона составов № 1 и 2*; 7, 8 — то же, естественного твердения соответственно для шлакощелочного бетона состава № 3* и цементного бетона состава № 2*; 9, 10 — набухание соответственно пропаренных шлакощелочного бетона состава № 3* и цементного бетона состава № 2*; 11, 12 — кривые изменения влажности и температуры



Добавка щелочного компонента (технической кальцинированной соды) повышает деформативность и усадку бетонов, а добавка метасиликата натрия благоприятствует повышению упругих свойств цементного камня, уменьшает усадку.

В целом относительные усадочные деформации шлакощелочных бетонов на-

ходятся в пределах, полученных при исследованиях бетонов на цементных вяжущих [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глуховский В. Д. Бетоны на шлакощелочных вяжущих. — «Бетон и железобетон», 1975, № 3.
2. Пахомов В. А. Исследование дефор-

маций усадки и ползучести грунтосиликатного бетона. Известия вузов «Строительство и архитектура», 1967, № 4.

3. Александровский С. В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести. М., Стройиздат, 1973.

4. Улицкий И. И. Определение величин деформаций ползучести и усадки бетонов. Киев, Госстройиздат УССР, 1963.

Инж. И. Л. КРИНКИН (НИИЖБ), канд. техн. наук О. Д. ЛИХОЛЕТОВ (Гипроводхоз)

УДК 691.327:696.123.51

Применение в сантехнических сооружениях бетонов, модифицированных низкомолекулярным полиэтиленом

Долговечность наливных и очистных сооружений, выполненных из бетонных и железобетонных конструкций, неразрывно связана с водонепроницаемостью цементного бетона.

Водонепроницаемость гидротехнических сооружений, находящихся под воздействием гидростатического давления жидкости, повышают, создавая более плотный внутренний слой бетона, наносимый торкретированием. Как правило, торкретирование производится в 2 слоя с доведением общей толщины до 25—30 мм.

Толщина слоя уменьшается и сокращается трудоемкость работ при торкретировании с повышением водонепроницаемости защитного слоя бетона. Для этого использовали добавку низкомолекулярного полиэтилена (ТУ 16-01-694-72), являющегося побочным продуктом производства полиэтилена низкой плотности. При нормальной температуре низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ) представляет собой вязкую пасту объемной массой 0,92—0,96 г/см³, обладающую значительной адгезией к поверхности минеральных наполнителей. НМПЭ устойчив к воздействию воды, кислот, щелочей и не оказывает химического воздействия на процессы гидратации и твердения цементного вяжущего, в отличие от других термопластичных полимеров, вводимых в бетонную смесь с водой затворения [1].

Технология введения добавки НМПЭ, допускающая укладку полимерцементной смеси торкретированием, предусматривает отдельную операцию приготовления пасты, представляющей собой смесь

НМПЭ с песком в соотношении 1:20 по массе. Такую пасту можно приготовить в стандартных смесителях принудительного действия при температуре 80—90°C (температура плавления НМПЭ), специально оборудованных электронагревательными устройствами (ТЭНами).

В наших экспериментах использовали растворомешалку марки СО-26-А, емкостью 80 л, оборудованную четырьмя ТЭНами по 0,5 кВт каждый. На приготовление 60 кг пасты в растворомешалке затрачивается 10 мин.

Обработанный НМПЭ песок хорошо рассыпается, что позволяет модифицировать оставшуюся часть песка при механическом перемешивании с пастой в бетономешалке непосредственно на месте производства работ. Дальнейшее приготовление сухой смеси и торкретирование осуществляют по обычной технологии.

Предлагаемый способ введения добавки позволяет заместить основную массу НМПЭ в зонах контакта цементного камня с заполнителем и определяет водонепроницаемость и долговечность кон-

струкций. Наличие гидрофобных пленок НМПЭ в этих зонах, уменьшая пористость цементного камня, снижает проницаемость бетона. Одновременно с этим повышается трещиностойкость и ударная прочность полимерцементного бетона.

Проведенные электронно-микроскопические исследования показали, что изменение свойств цементного бетона, модифицированного НМПЭ, связано с образованием тонких дискретных полимерных пленок в зонах контакта цементного камня с заполнителем. Свойства полимера, покрывающего поверхность минеральных материалов (подложку) в виде тонкой пленки, отличны от исходных. Это объясняется образованием на поверхности подложки адсорбционного «граничного» слоя, в котором в результате изменения надмолекулярной структуры происходит переход полимера в высокоэластичное состояние. В результате резко возрастают силы взаимодействия между полимером и поверхностью минеральных наполнителей, уплотняется контактная зона и улучшается структура бетона.

Подобный эффект достигается при добавке 0,5—3% НМПЭ по массе к цементу, что соответствует условно усредненной толщине пленки на поверхности заполнителей в пределах 0,1—0,2 мкм.

Адгезию и водонепроницаемость полимерцементного раствора в зависимости от содержания НМПЭ в композиции исследовали на образцах состава 1:3. Адгезию определяли методом отрыва от бетонной поверхности штампа из полимерцементного раствора, предварительно нанесенного на нее торкретированием.

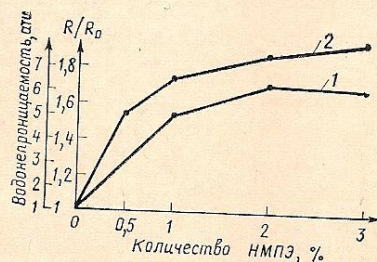


Рис. 1. Зависимость адгезии к бетонной поверхности (1) и водонепроницаемости (2) полимерцементного бетона от содержания добавки НМПЭ

Отношение прочности при отрыве полимерцементного раствора к пределу прочности цементного раствора без добавки в зависимости от содержания НМПЭ в полимерцементной смеси показано на рис. 1.

Кинетику усадки полимерцементных композиций исследовали на образцах размером $4 \times 4 \times 16$ см, приготовленных на порландцементе Волжского завода и вольском песке в соотношении 1:3. Первые замеры линейных размеров образцов производили после 7 сут твердения в эксикаторах над водой. Дальнейшие изменения линейных размеров фиксировали при хранении образцов на воздухе при температуре $15-20^\circ\text{C}$. Из представленных экспериментальных данных видно, что введение в бетонную смесь до 3% НМПЭ по массе к цементу увеличивает адгезию полимерцементных составов к бетонной поверхности и в 2-3 раза повышает водонепроницаемость образцов полимерцементного раствора по сравнению с аналогичными составами без добавки. С увеличением количества НМПЭ в растворяющей смеси (рис. 2) усадка материала снижается, а длительность процесса увеличивается, что объясняется уменьшением степени влагоотдачи в условиях естественного твердения.

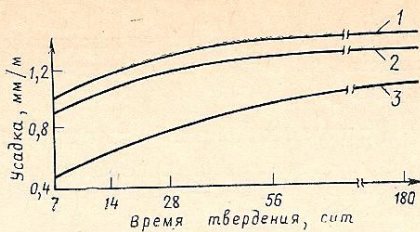


Рис. 2. Зависимость усадки полимерцементного бетона от количества добавки НМПЭ
1 — без добавки; 2 — 0,5% НМПЭ; 3 — 3% НМПЭ

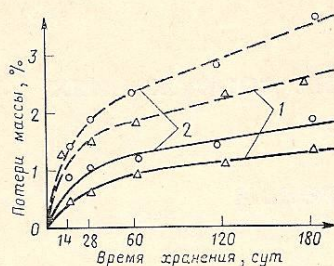


Рис. 3. Зависимость потери массы образцов от времени хранения в растворах солей
1 — 10% MgSO_4 ; 2 — 10% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; образцы без добавки НМПЭ;
— то же, с добавкой 0,5% НМПЭ к массе цемента

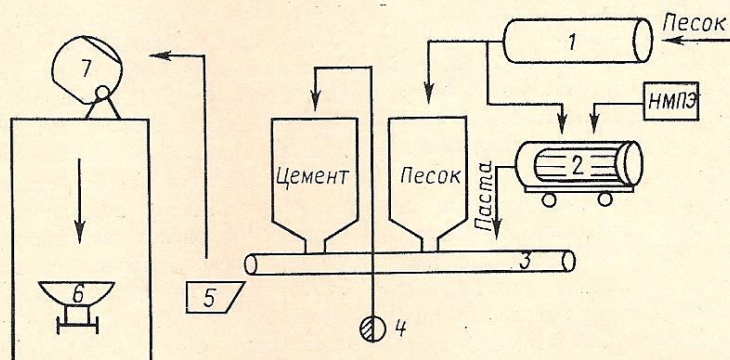


Рис. 4. Схема приготовления сухой смеси
1 — сушилка песка; 2 — растворомешалка с обогревателями; 3 — ленточный транспортер; 4 — пневморазгрузчик; 5 — скиповый подъемник; 6 — авто-транспорт; 7 — бетономешалка

Результаты экспериментов (рис. 3) свидетельствуют о значительном замедлении скорости коррозионных процессов в образцах из полимерцементного раствора при воздействии слабых агрессивных сред.

Цементный бетон, модифицированный НМПЭ, внедрен на строительстве отстойника [2]; осуществлено торкретирование внутренней поверхности железобетонного резервуара площадью около 2 тыс.

м^2 на городских очистных сооружениях в Казани.

Сухую смесь готовили по описанной выше схеме (рис. 4). Содержание НМПЭ в смеси составляло 3% по массе к цементу. Смесь подавали к месту торкретирования автотранспортом. Работы производили с помощью типовой торкрет-установки марки СБ-67. Торкретируемый раствор наносили одним слоем толщиной 10-15 мм вместо 25-30 мм по проекту. При этом уменьшалось пыление смеси и число частиц заполнителя, отскакиваемых от наносимой поверхности, а также снижалась шероховатость защитного слоя из полимерцементного раствора по сравнению с поверхностью из цементного бетона без добавки. Это связано с увеличением прилипаемости покрытых полимером частиц наполнителей.

Последующие испытания резервуара показали, что его стены и днище удовлетворяют требованиям по водонепроницаемости.

Экономический эффект от внедрения раствора, модифицированного НМПЭ на очистных сооружениях в Казани, составил 1,73 р. на 1 м^2 поверхности. Единичные затраты на оборудование смесителя СО-26-А электрообогревательными устройствами составили всего 61,95 р., в том числе материалы 49,63 р. и рабочая сила — 12,33 р.

Таким образом, цементные бетоны, модифицированные НМПЭ, можно успешно применять в качестве водонепроницаемого слоя в бетонных напорных водоводах, основаниях насосных станций, при устройстве небольших плотин и подобных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черкинский Ю. С., Слипченко Г. Ф. Гидратационное твердение цемента в присутствии полимеров. VI Международный конгресс по химии цемента. Т. III. М., Стройиздат, 1976.

2. Кринкин И. Л., Алтыкис М. Г., Бейнарович А. В. Полимерцементные бетоны, модифицированные низкомолекулярным полиэтиленом. — В кн.: Полимерные строительные материалы. Л., ЛИСИ, 1972.

Прочность и деформации стержневой арматуры при скоростном импульсивном нагружении

Исследованию динамических свойств арматуры посвящены немногочисленные работы [1] с весьма противоречивыми экспериментальными результатами. В известной мере это может быть отнесено за счет влияния методики эксперимента, поскольку испытания проводились на разнотипном оборудовании, реализующем существенно различные условия нагружения опытного образца. Целью проведенной нами работы явилось получение систематизированных данных о динамических свойствах арматуры в условиях единой методики испытаний.

Исследования проводились с использованием американской испытательной системы МТС-819. Характерной особенностью последней является наличие регулируемого электрогидравлического контура обратной связи, который позволяет в процессе испытания производить контроль и корректирование программного воздействия на опытный образец. Испытания проводили при постоянной скорости деформирования образца ($v = \text{const}$), что для данной жесткости нагружающей системы обеспечивало также режим постоянной скорости деформации ($\dot{\epsilon} = \text{const}$). Статические и динамические испытания образцов проводили при четырех фиксированных скоростях нагружения: 0,04; 0,4; 100; 400 мм/с.

Характерные осциллограммы динамических испытаний арматуры классов А-I, Ат-V и Ат-VI представлены на рис. 1. Видно, что процесс динамического деформирования СтЗ характеризуется наличием зуба текучести, при постепенной релаксации напряжений от верхнего предела текучести σ_T^B к нижнему σ_T^H . Диаграмма арматуры Ат-V без физического предела текучести имеет вид, близкий к диаграмме с линейным упрочнением. Все испытания характеризуются постоянной скоростью деформирования образцов при наличии стабильного нисходящего участка на

диаграмме динамического сопротивления стали.

В методическом отношении, с учетом разработанной нами классификации, данные испытания следует рассматривать как скоростные испытания в жестком ($\dot{\epsilon} = \text{const}$) режиме импульсивного нагружения. Для данных скоростей, справедливы условия квазистатического рав-

новесия, в связи с чем влиянием волновых и инерционных эффектов при анализе опытных результатов можно пренебречь:

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_T} = \frac{E V}{C_0 \sigma_T} = (0,04 \dots 0,02) \ll \left[\frac{\sigma_y}{\sigma_T} = 0,1 \right], \quad (1)$$

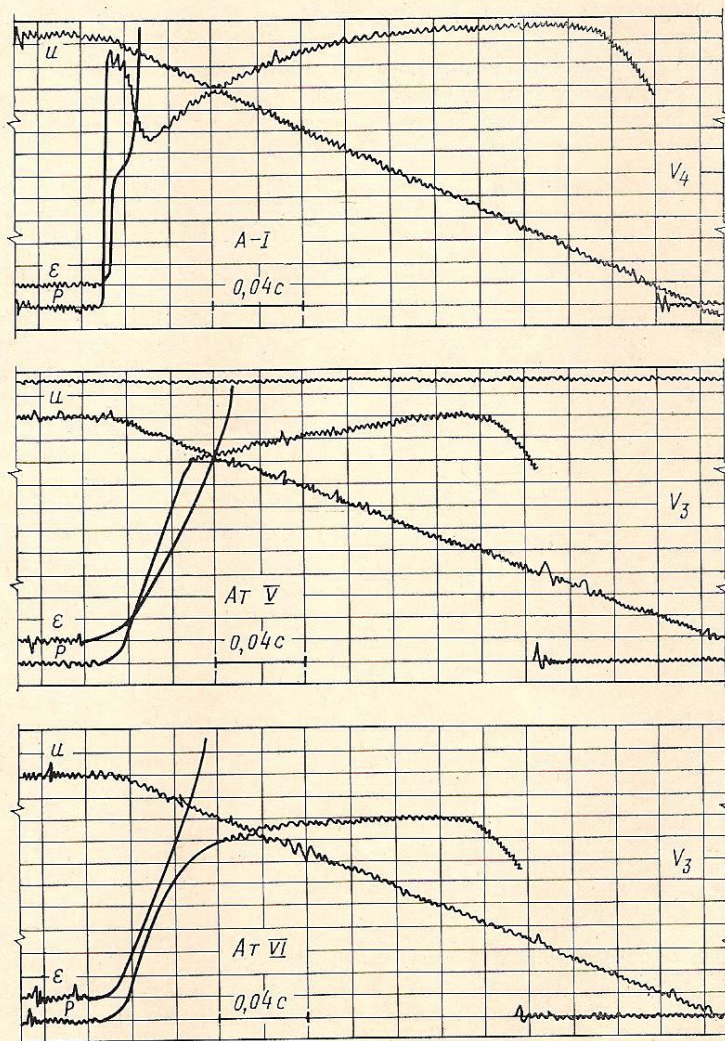


Рис. 1. Характерные осциллограммы динамических испытаний
P — нагрузка; ε — деформация; U — перемещение

Характеристика арматуры			$A(\dot{\epsilon}) = B(\dot{\epsilon}_{CT}) [1 + k l n^m (\dot{\epsilon}/\dot{\epsilon}_{CT})]$													
			σ_T^B		σ_T^H		$\sigma_{0,2}$		σ_B		ϵ_B		ϵ_p		λ	
класс	марка	диаметр, мм	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
A-I	Ст3	18	$7,5 \cdot 10^{-3}$	2	$2,6 \cdot 10^{-3}$	2	—	—	$1,45 \cdot 10^{-3}$	2	$1,21 \cdot 10^{-3}$	2	$0,51 \cdot 10^{-3}$	2	$0,83 \cdot 10^{-3}$	3
A-II	10ГТ	18	$4,35 \cdot 10^{-3}$	2	$2,84 \cdot 10^{-3}$	2	—	—	$1,9 \cdot 10^{-3}$	2	$3,18 \cdot 10^{-4}$	3	$1,51 \cdot 10^{-4}$	3	$1,19 \cdot 10^{-3}$	3
	Ст5	16	$4,25 \cdot 10^{-3}$	2	$3,45 \cdot 10^{-3}$	2	—	—	$1,7 \cdot 10^{-3}$	2	$0,61 \cdot 10^{-3}$	2	$1,46 \cdot 10^{-3}$	2	—	—
A-III	35ГС	16	$2,38 \cdot 10^{-3}$	2	$1,55 \cdot 10^{-3}$	2	—	—	$1,15 \cdot 10^{-3}$	2	$0,53 \cdot 10^{-3}$	2	$0,28 \cdot 10^{-3}$	2	$0,42 \cdot 10^{-3}$	3
At-III	Ст5	14	$3,9 \cdot 10^{-3}$	2	$2,22 \cdot 10^{-3}$	2	—	—	$1,85 \cdot 10^{-3}$	2	$3,54 \cdot 10^{-4}$	3	$1,1 \cdot 10^{-4}$	3	$1,65 \cdot 10^{-3}$	3
At-V	35ГС	16	—	—	—	—	$1,22 \cdot 10^{-4}$	3	$5,5 \cdot 10^{-5}$	3	$2,35 \cdot 10^{-3}$	2	$1,23 \cdot 10^{-3}$	2	—	—
At-VI	20ГС2	14	—	—	—	—	$1,2 \cdot 10^{-4}$	3	$3,43 \cdot 10^{-5}$	3	$2,22 \cdot 10^{-3}$	2	$1,5 \cdot 10^{-3}$	2	—	—
	23Х2Г2Т	14	—	—	—	—	$1,3 \cdot 10^{-4}$	3	$8,23 \cdot 10^{-5}$	3	$3,6 \cdot 10^{-3}$	2	$3 \cdot 10^{-3}$	2	—	—

где σ_y — упругое напряжение при ударе;
 σ_T, E — предел текучести и модуль упругости материала образцов;
 $C_0 = \sqrt{E/\rho} \sim 5 \cdot 10^3$ м/с — скорость распространения упругих волн в металле.

Полученные результаты динамических испытаний рассматривали в функции среднеинтегральной скорости пластических деформаций:

$$\dot{\epsilon}_p = \frac{1}{\tau} \ln \left(1 + \frac{U_B^x}{l_0} \right)$$

$$U_B^x = U_B - (\sigma_B/E) l_0, \quad (2)$$

где U_B^x — абсолютные остаточные удлинения образца в конце устойчивой стадии деформации ϵ_B . Для практических расчетов оказалось возможным исполь-

зование скорости полных относительных деформаций $\dot{\epsilon}$.

Испытания проводили на натуральных образцах арматуры диаметром 14—18 мм с рабочей базой измерений $l = 200$ мм ($l > 10d$), что заметно превышает малые базы $l = 90 \div 130$ мм ($l < 10d$), принятые в других исследованиях, в связи с низкими динамическими характеристиками использованного оборудования.

По данной методике была испытана арматура классов А-I, А-II, А-III, А-III, А-IV, А-V, А-VI. Наряду с общепринятыми марками арматурной стали была изучена новая арматура класса А-III из термически обработанной Ст5, сталь 10ГТ класса А-II и новая термически упрочненная арматура класса А-IV из стали 23Х2Г2Т (см. таблицу). Исходные характеристики арматуры при статическом

нагружении соответствовали требованиям норм.

Статистический анализ результатов испытаний по прочности показал достаточно высокую их надежность — средний коэффициент вариации γ_{cp} для всех испытанных сталей находится в пределах точности измерений ($\gamma_{cp} = S_\sigma / \bar{\sigma} = 2...4\%$). Надежность данных по деформации была ниже, в связи с существенной изменчивостью деформативных свойств арматуры ($\gamma_{cp} = 5-10\%$).

Анализируя экспериментальные результаты по прочности (рис. 2 и 3, а), можно отметить общую тенденцию снижения чувствительности сопротивления арматуры к скорости деформирования с ростом ее механических свойств. Максимальным упрочнением обладает арматура с площадкой текучести, для

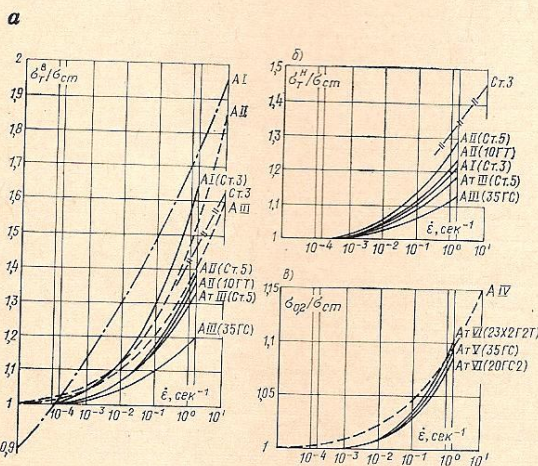


Рис. 2. Влияние скорости деформации на предел текучести арматуры
 а — скоростные зависимости для верхнего предела текучести (σ_T^B); б — то же, для нижнего предела текучести (σ_T^H); в — то же, для условного предела текучести ($\sigma_{0,2}$); — опыты автора; — — — А-I, А-II, А-III, данные [1]; —||— Ст5, данные [2]; — — — расчет по критерию Кэмпбелла

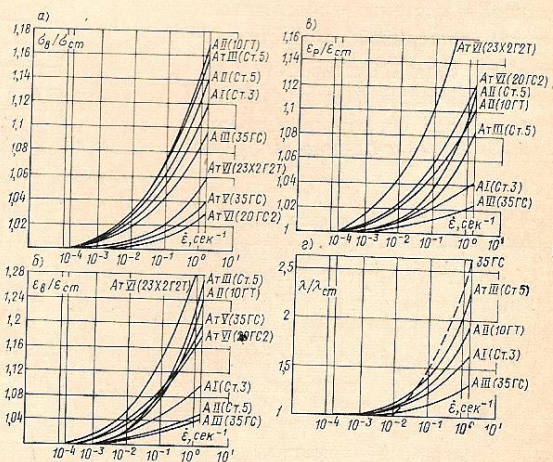


Рис. 3. Влияние скорости деформации на прочностные и деформативные свойства арматуры
 а — скоростные зависимости временного сопротивления (σ_B); б — то же, предельно равномерной деформации (ϵ_B); в — то же, полной деформации (ϵ_p); — то же, длины площадки текучести (λ); — — — опыты автора; — — — 35ГС, данные [1]

высокопрочных сталей эта зависимость заметно слабее.

Верхний предел текучести арматуры σ_T^B для стали класса А-I довольно близко совпадает с известными экспериментальными данными [1, 2]. Для арматуры классов А-II и А-III рекомендуемые зависимости [1] существенно выше опытных, причем для стали классов А-I и А-II предлагается общая скоростная зависимость $\sigma(\dot{\epsilon})$, что представляется неправомерным. Использование характеристики σ_T^B требует известной осторожности, поскольку серия опытов с двумя партиями стали 10ГТ вообще не выявила наличия зуба текучести. При идентичных условиях испытаний последнее, по-видимому, может быть отнесено за счет влияния на структуру стали возможных отклонений в технологии производства арматуры.

Влияние скорости деформации на величину нижнего предела текучести σ_T^H выражено слабее, чем для σ_T^B , при этом опытные значения динамического упрочнения СтЗ оказались несколько меньше рекомендованных в литературе [2]. По поводу надежности определения σ_T^H высказываются определенные сомнения [2] в связи с существенной неоднородностью скорости локальной пластической деформации в зоне площадки текучести.

Режим регулируемой скорости деформации в зоне площадки текучести практически обеспечить невозможно. В известной мере надежная регистрация σ_T^H может быть обеспечена лишь при воспроизводимых условиях динамических испытаний и использовании общего критерия для их оценки. Это достигается постоянством начальной скорости входа в пластическую стадию при макромоделировании условий деформирования всего образца ($V = \text{const}$) и использовании для оценки результатов среднеинтегральной скорости пластической деформации $\dot{\epsilon}_p$. Эти требования как раз и обеспечивались разработанной методикой испытаний.

Чувствительность условного предела текучести $\sigma_{0,2}$ термически упрочненных сталей классов Ат-V и Ат-IV ниже, чем для сталей с площадкой текучести, и близко соответствует скоростным зависимостям $\sigma(\dot{\epsilon})$, рекомендованным для стали класса А-IV [1]. Временное сопротивление σ_b арматурной стали характеризуется весьма малой чувствительностью к скорости деформации по сравнению с пределом текучести σ_T , что соответствует многочисленным данным, полученным для металлов.

Современный расчет динамического

упрочнения арматуры [3] основывается на использовании дислокационного критерия Кэмпбелла. Этот показатель устанавливает связь между временем запаздывания текучести τ и величиной динамического предела текучести $\sigma(\tau)$ при одноосном растяжении с произвольным режимом нагружения $\sigma(t)$:

$$\int_0^{\tau} [\sigma(t)]^{\alpha} dt = t_0 \sigma_{ст}^{\alpha}, \quad (3)$$

где $\sigma_{ст}$ — статический предел текучести; α и t_0 — постоянные материала, для арматуры классов А-I, А-II и А-III принимаются равными $\alpha = 17$ и $t_0 = 0,895$ с.

Условиями справедливости уравнения (3) являются равенство нулю начальных напряжений и $\sigma(\tau) > \sigma_{ст}$.

Замена в промежутке $0 \leq t \leq \tau$ произвольной функции $\sigma(t)$ линейной $\sigma = kt$ при условии $\sigma(t) = kt$ и подстановка в уравнение (3) значений коэффициентов α и t_0 дают выражение, рекомендуемое для расчета динамического предела текучести арматуры классов А-I, А-II и А-III:

$$\sigma(\tau) = 1,1776 \sigma_{ст} \tau^{-\frac{1}{17}}. \quad (4)$$

Проведенное сопоставление (рис. 2,а) показывает значительное превышение данных расчета по выражению (4) по сравнению с опытными, причем этот разрыв возрастает при невысоких динамических напряжениях и большем времени запаздывания текучести. Величина указанного превышения для арматуры классов А-I; А-II и А-III соответственно составила: —1,2; 2,2; 3,9 (при $\dot{\epsilon} = 10^0 \text{с}^{-1}$); —1,6; 2,8; 5 (при $\dot{\epsilon} = 10^{-1} \text{с}^{-1}$); —2,5; 4,3; 7,9 (при $\dot{\epsilon} = 10^{-2} \text{с}^{-1}$).

По последним данным [4], величина коэффициентов, входящих в критерий, зависит от особенностей структуры металла и условий эксперимента, в связи с чем для их определения необходимы испытания в случае каждого конкретного материала. Принимая t_0 равным 0,895, численным интегрированием определялась α , используя решение (4) для времени запаздывания τ в режиме постоянной скорости деформации ($\dot{\epsilon} = \text{const}$):

$$\sigma(\tau) = \sigma_T \left[\frac{t_0 (\alpha + 1)}{\tau} \right]^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (5)$$

Для арматуры классов А-I, А-II и А-III значения α соответственно составили: 17,6; 30,5; 50,5, что существенно отличается от принятого $\alpha = 17$. В такой постановке уравнение (4) теряет универсальность физического критерия, а учитывая некорректность выполнения начального условия справедливости

критерия для арматуры — делает его использование неправомерным.

Рассмотрим влияние скорости нагружения на деформативные свойства арматуры, включая стадии равномерной и сосредоточенной деформации. Для этого наряду с остаточными удлинениями δ_p и δ_b использовали интегральные характеристики предельно равномерных ϵ_B и полных ϵ_p деформаций разрушения, замеренные на полной рабочей базе образца. Как видно из рис. 3,б,в, для всех исследованных классов арматурной стали при динамическом нагружении наблюдается устойчивое приращение ϵ_B и ϵ_p . При подобном характере скоростных зависимостей предельные равномерные деформации, как правило, обладают повышенной чувствительностью к скорости деформирования.

Из полученных данных трудно сделать какой-либо вывод о влиянии прочностных свойств арматуры на развитие динамических деформаций. Так, например, максимальное повышение предельно равномерных динамических деформаций одновременно наблюдается для высокопрочной стали класса Ат-VI и средних сталей классов А-II и Ат-III, тогда как в изменении характеристики ϵ_B для двух марок стали одного класса (Ст5 и 10ГТ, класс А-II) наблюдается существенная неоднородность.

Для сталей, имеющих физический предел текучести (рис. 3), с ростом скорости деформирования наблюдается увеличение длины площадки текучести λ . В общем развитии пластических деформаций на площадке текучести присуща значительно большая чувствительность к скорости нагружения, чем для равномерных и полных деформаций. Сопоставление опытных данных с зависимостью [1], ранее предложенной для стали 35ГС (кл. А-III), показывает заметное расхождение результатов.

Выявленный в опытах характер скоростных зависимостей прочностных и деформативных свойств арматуры свидетельствует о подобном механизме влияния скорости нагружения на сопротивление деформированию и развитие пластических деформаций. Для описания динамических свойств арматуры в этом случае может быть использовано известное полуэмпирическое уравнение в виде:

$$A(\dot{\epsilon}) = B(\dot{\epsilon}_{ст}) \times [1 + k \ln^n(\dot{\epsilon} / \dot{\epsilon}_{ст})], \quad (6)$$

где $A(\dot{\epsilon})$ — искомая функция (σ_T , σ_b , ϵ_B , ϵ_p , λ) скорости пластической деформации;

B ($\epsilon_{ст}$) — параметр, соответствующий эталонным (статическим) условиям нагружения;

k, m — постоянные коэффициенты;

$\epsilon, \epsilon_{ст}$ — исследуемая и статическая скорости пластической деформации (для практических расчетов можно использовать скорость полных деформаций).

Коэффициенты для расчета прочностных (σ_T, σ_B) и деформативных ($\epsilon_B, \epsilon_P, \lambda$) свойств арматуры по всем испытанным сталям приведены в таблице.

Выводы

Прочностные характеристики исследованных классов арматурных сталей с увеличением скорости деформирования устойчиво повышаются при опережающем росте динамического предела текучести по сравнению с временным сопротивлением. С ростом исходной прочности арматуры чувствительность ее сопротивления к скорости деформации снижается.

Деформативные характеристики арматуры с ростом скорости деформации также повышаются при опережающей интенсивности приращения равномерных деформаций по сравнению с полными деформациями разрушения. Влияния механических свойств арматуры на развитие динамических деформаций не наблюдается.

Расчет динамических свойств исследованных классов арматурных сталей предлагается проводить по выражению (6). Использование критерия Кэмпбелла для расчета динамического предела текучести арматуры не рекомендуется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов Н. Н., Расторгуев Б. С. Динамический расчет железобетонных конструкций. М., Стройиздат, 1974.

2. Работнов Ю. К. Модель упругопластической среды с запаздыванием текучести. ПМТФ № 3, 1968.

3. Котляревский В. А. Механические характеристики малоуглеродистой стали при импульсивном нагружении с учетом запаздывающей текучести и вязкопластических свойств. ПМТФ № 6, 1961.

4. Суворова Ю. В. Запаздывание текучести в сталях. ПМТФ № 3, 1968.

Теория

Канд. техн. наук Н. И. ЛЕВИН (ЦНИИСК им. Кучеренко)

УДК 691.327:666.973.6:539.4

О выборе теоретического распределения для прочности при сжатии ячеистых бетонов

В соответствии с главой СНиП II-21-75, нормативная кубиковая прочность бетона принимается равной

$$R^n = \bar{R} (1 - 1,64 v_R^n). \quad (1)$$

Для ячеистых бетонов кубиковая прочность в зависимости от объемной массы бетона меняется в пределах от 15 до 150 кгс/см², а коэффициент вариации прочности бетона v_R^n равен для бетона вида А (автоклавного на цементном или смешанном вяжущем) — 0,18 и для бетона вида Б (автоклавного на известковом вяжущем и безавтоклавного) — 0,2.

Данные статистической обработки результатов испытаний контрольных образцов на 50 заводах ячеистых бетонов за 1973—1974 гг. (128 выборок объемом более 18 тыс. испытаний) показали, что средние значения контролируемой кубиковой прочности, как правило, соответствуют заданной проектной марке бетона.

Фактические значения коэффициентов вариации (изменчивости) изменяются от 10 до 30% и более. Средняя арифметическая всех полученных значений v_R по 128 выборкам составила около 16%, при этом наибольшее число случаев приходится на изменчивость 15—20%. Для 22% выборок фактические значения $v_R > v_R^n$; 46% выборок имели $v_R \leq 15\%$, остальные — $v_R > 15\%$.

Обеспеченность нормативного сопро-

тивления R^n , вычисленного по формуле (1), составляет 95%, при этом распределение показателей контролируемой кубиковой прочности ячеистых бетонов аппроксимируются теоретической кривой нормального распределения. При симметричности эмпирических кривых распределения и изменчивости показателей прочности не более 15%, эмпирические кривые распределения можно описать теоретическими нормальными кривыми распределения.

При изменчивости показателей прочности $v_R = 15—30\%$ и более, а также при заметной асимметричности эмпирических кривых распределения для их описания иногда используют логарифмически нормальный закон распределения [1, 2]. Для описания эмпирического распределения показателей прочности бетона, имеющего хрупкий характер разрушения, рекомендуется использовать распределение Вейбулла [3].

В настоящей статье рассматривается возможность использования указанных выше теоретических распределений для описания фактических результатов испытаний прочности ячеистых бетонов. Плотность распределений $f(x)$ для этих кривых выражается формулами:

а) нормальное распределение

$$f(x) = \frac{1}{s \sqrt{2\pi}} \exp \times \left[-\frac{(x-a)^2}{2s^2} \right], \quad (2)$$

где $-\infty < x < +\infty$; параметры распределения $-\infty < a < +\infty$; $s > 0$;

б) логарифмически нормальное распределение

$$f(x) = \frac{1}{xs \sqrt{2\pi}} \exp \times \left[-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2s^2} \right], \quad (3)$$

где $x > 0$; параметры распределения $-\infty < \mu < +\infty$; $s > 0$;

в) распределение Вейбулла

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} (x - x_n)^{\alpha-1} \exp \times$$

Таблица 1

Характеристики	№ выборки		
	1	2	3
Объем выборки n , шт.	150	150	150
Средняя объемная масса γ_c , кг/м ³	690	620	815
Средняя кубиковая прочность R_c , кгс/см ²	47	49,5	68,3
Среднее квадратичное отклонение s_R , кгс/см ²	7,2	10,1	20,2
Коэффициент вариации v_R , %	15	20	30
Мера асимметрии A	0,4	0,17	0,7
Мера эксцесса E	0,22	0,14	0,11

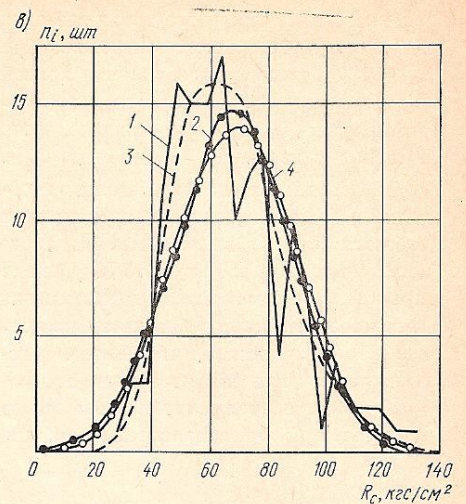
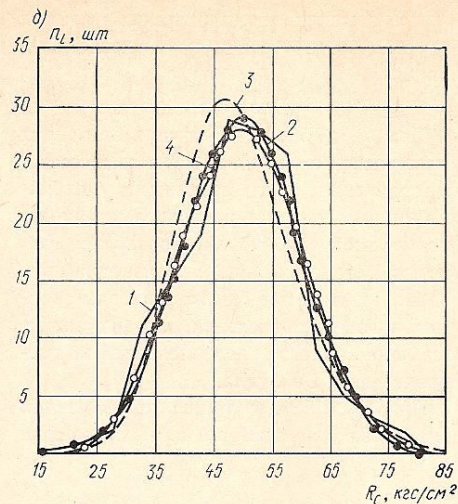
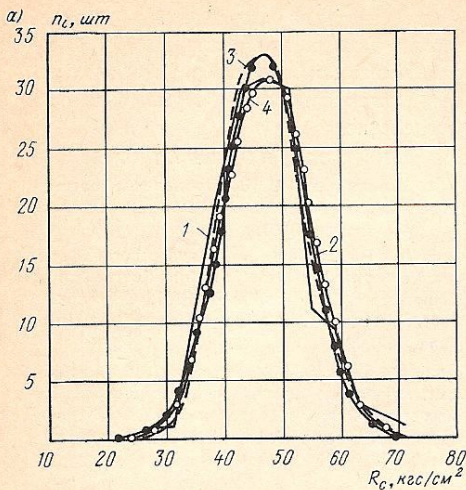


Рис. 1. Статистические кривые распределения показателей прочности при сжатии по данным трех выборок $a - v_R = 15\%$; $b - v_R = 20\%$; $c - v_R = 30\%$; 1 — эмпирическое распределение; 2 — нормальное; 3 — логарифмически нормальное; 4 — Вейбулла

$$\times \left[- \frac{(x - x_H)^\alpha}{\beta} \right], \quad (4)$$

где $x_H < x < \infty$; параметры распределения: $\alpha > 0$; $\beta < 0$; $x_H \geq 0$.

Приближенная оценка по мерам асимметрии A и эксцесса E результатов испытаний 128 выборок (около 150 данных испытаний каждая) показала, что нормальность распределения отвергается для 30% выборок. В качестве примера ниже приведен статистический анализ трех типичных выборок опытных данных кубиковой прочности ячеистых бетонов с $v_R = 15-30\%$.

Численные характеристики показателей для трех выборок приведены в табл. 1. Эмпирические и теоретические кривые распределения частот показаны на рис. 1. Однако выбрать определенную теоретическую кривую распределения, наилучшим образом аппроксимирующую данное эмпирическое распределение, по графикам трудно.

Для количественной оценки близости эмпирических и теоретических распределений контролируемой кубиковой прочности ячеистых бетонов аналитическим методом воспользуемся критериями согласия Пирсона— χ^2 и Колмогорова— λ . Значения критериев χ^2 , λ и их вероятностей $P(\chi^2)$, $P(\lambda)$ приведены в табл. 2.

В 3-й выборке показателей контролируемой кубиковой прочности $P(\chi^2)$ для нормального распределения и распределения Вейбулла мала, она меньше предельной вероятности $P_q = 0,05$. Это свидетельствует о недостаточном согласии между эмпирическими и теоретическими распределениями. Для этой выборки не отвергается только логариф-

Таблица 2

№ выборки	Критерии согласия		Вероятности	
	$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \tilde{n}_i)^2}{\tilde{n}_i}$	$\lambda = \frac{ S - \tilde{S} _{\max}}{\sqrt{n}}$	$P(\chi^2)$	$P(\lambda)$
Нормальное распределение				
1	3,95	0,51	0,414	0,956
2	4,94	0,42	0,552	0,993
3	21,61	0,74	0,017	0,644
Логарифмически нормальное распределение				
1	3,36	0,39	0,503	0,998
2	11,77	0,57	0,068	0,899
3	6,04	0,43	0,812	0,991
Распределение Вейбулла				
1	3,85	0,27	0,281	1
2	5,05	0,37	0,411	0,999
3	21,48	0,75	0,011	0,627

Примечание. n_i и \tilde{n}_i — частоты соответственно эмпирические и теоретические; S и \tilde{S} — накопленные частоты соответственно эмпирические и теоретические.

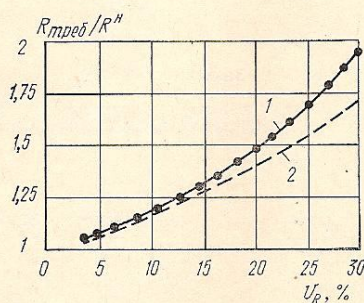


Рис. 2. Влияние принятого закона распределения нормального и логарифмически нормального на $R_{\text{треб}}$ при обеспеченности $P = 0,95$ 1 — нормальное распределение; 2 — логарифмически нормальное

мически нормальное распределение. $P(\lambda)$ во всех случаях более $P_q = 0,05$, следовательно, по этому критерию эмпирические данные не противоречат принятым теоретическим распределениям.

Для 3-й выборки с $v_R = 30\%$ и $A = 0,7$ эмпирические данные целесообразно аппроксимировать логарифмически нормальной кривой распределения.

Таким образом, при $v_R \leq 15\%$ и малых значениях A и E эмпирические данные лучше аппроксимировать кривой нормального распределения, а при $v_R > 15\%$ и больших значениях правосторонней асимметрии A — логарифмически нормальной кривой.

Если показатели контролируемой кубиковой прочности аппроксимируются кривой нормального распределения, а значения изменчивости отличаются от принятой в СНиП нормативной изменчивости $v_R > v_R^H$, то требуемую кубиковую прочность $R_{\text{треб}}$ можно определить по формуле

$$R_{\text{треб}} = \frac{R^n}{1 - 1,64 v_R} \quad (5)$$

Если экспериментальные данные аппроксимируются кривой логарифмически нормального распределения и $v_R > v_R^H$, то значения $R_{\text{треб}}$, согласно [2], определяется по формуле

$$R_{\text{треб}} = R^n \exp [v_R (t + v_R/2)]. \quad (6)$$

От правильного выбора теоретической кривой распределения для аппроксимации распределения эмпирических данных контролируемой кубиковой прочности зависит значение $R_{\text{треб}}$ (рис. 2).

При $v_R \leq 15\%$ замена кривой нормального распределения кривой логариф-

рифмически нормального распределения не имеет практического значения. При $v_R > 15\%$ целесообразна замена кривой нормального распределения на логарифмически нормальную кривую, это позволит снизить $R_{\text{треб}}$ от 5 до 15%.

На заводах ячеистых бетонов необходимо повысить качество продукции и добиться более высокой ее однородности, при которой $v_R \leq 15\%$. Однако практика производства и применения изделий из ячеистого бетона за последние 25 лет показала, что широко используются изделия из бетона с $v_R = 20-30\%$, поэтому правильный выбор теоретической кривой распределения для

аппроксимации эмпирических данных имеет теоретическое и практическое значение.

Выводы

При $v_R \leq 15\%$ и небольших значениях меры асимметрии A и меры эксцесса E в сравнении с их основными ошибками аппроксимацию распределения контролируемой кубиковой прочности ячеистых бетонов можно произвести кривыми, соответствующими законам нормального распределения, логарифмически нормального распределения и распределения Вейбулла.

При $v_R > 15\%$, а также при больших значениях правосторонней асимметрии

A для описания распределения эмпирических данных контролируемой кубиковой прочности целесообразно использовать логарифмически нормальное распределение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., Физматгиз, 1960.
2. McPherson G. H. and others. Proposed Recommended Practice for Evaluation of Compression Test Results of Field Concrete. Journal of the American Concrete Institute. June 1957. № 12. Vol. 28.
3. Айзен А. М. Методика математико-статистического анализа прочности строительных материалов и определение коэффициента однородности. Киев, НИИСМИ, 1965.

Канд. техн. наук В. М. КАЗАРИНОВ

УДК 624.012.072.2.45

Исследование затухания колебаний железобетонных балок при их работе за пределом упругости

При расчете конструкций на действие сейсмических сил большое значение имеет учет затухания колебаний, характеризующегося величиной логарифмического декремента. Опытному определению величины логарифмического декремента колебаний посвящено большое число работ [1, 2]. Однако данные для конструкций, работающих за пределом упругости, отсутствуют, есть лишь общие соображения о возможности повышения в этом случае значений логарифмического декремента [3].

Для определения коэффициентов поглощения (логарифмических декрементов колебаний) было испытано 66 однопролетных балок размером $1,62 \times 0,15 \times 0,15$ м из бетона марок М 200, М 300 и М 700, с процентом армирования от 0,45 до 3,84% (сталь класса А-II). Нагрузку на элементы, вызывающую их свободные колебания, создавали взрывом ВВ. Опытные элементы до упругопластической стадии доводили путем подрыва серии постепенно увеличивающихся зарядов вплоть до разрушения образцов. В отдельных образцах для проверки результатов создавали нагрузку, при которой балки в первом же опыте получали пластические деформации.

Коэффициент поглощения ψ и логарифмический декремент колебаний ($\delta =$

$= 0,5 \psi$) измеряли по затуханию свободных колебаний, обрабатывая осциллограммы деформаций арматуры и прогибов по середине и в четверти пролетов.

Максимальные и остаточные прогибы контролировали с помощью прогибόμε-

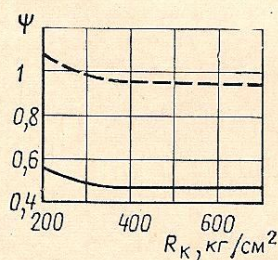


Рис. 1. Зависимость ψ от R_k

1 — в пределах упругости
2 — за пределом упругости

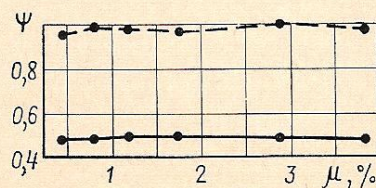


Рис. 2. Зависимость ψ от μ

1 — в пределах упругости; 2 — за пределом упругости

ров, снимая отсчеты после каждого опыта. Расчетные значения логарифмического декремента при упругопластических колебаниях были получены как для условно вязкого декремента, эквивалентного в отношении поглощающих свойств заданной схеме и определяемого по методу энергетического баланса, предложенному в работе [4]. В этом случае, как показали расчеты, значения условно вязкого декремента на 5—10% выше среднего опытного.

При анализе измерений рассеяния энергии в конструкциях, работающих в упругопластической стадии, удалось выяснить, что при работе элементов за пределом упругости, коэффициент поглощения ψ , как и в упругой стадии, зависит от прочности бетона. Как видно из рис. 1, наблюдается незначительное увеличение ψ с уменьшением прочности бетона. При этом, если $R_k > 300$ кгс/см², то коэффициент поглощения практически остается постоянным, а при $R_k < 300$ кгс/см² коэффициент увеличивается на 10—15%. Изменение содержания арматуры в достаточно широких пределах практически не влияет на величину коэффициента поглощения при работе элементов как в пределах упругости, так и в упругопластической стадии (рис. 2). Изменение частоты свободных колебаний конструкций в широ-

ких пределах практически не отражается на величине коэффициента поглощения в обеих стадиях. При изменении величины относительного прогиба

$$k = \frac{y_{\max}}{y_0},$$

где y_{\max} — максимальный, динамический прогиб изгибаемой конструкции;

y_0 — предельный упругий прогиб, соответствующий началу предела текучести арматуры,

до значения $k=0,5$ коэффициент поглощения практически постоянен (рис. 3). При увеличении относительного прогиба, вплоть до конца упругой стадии ($k=1$), коэффициент поглощения возрастает почти в 2 раза. При работе конструкций за пределом упругости ($k=1$) коэффициент поглощения снова почти постоянен.

Резкое повышение коэффициента поглощения ψ на границе упругой и пластической стадий может быть объяснено появлением большого числа мелких трещин в растянутой зоне изгибаемого элемента за счет влияния сухого трения [5]. При работе элемента за пределом упругости число трещин увеличивается незначительно, но очень сильно возрастают их размеры, что практически не повышает величину сухого трения, а следовательно, стабилизирует величину коэффициента поглощения. Влияние же арматуры, как показали опыты, очень мало, так как площадь ее поперечного сечения по сравнению с бетоном незначительна (как правило, около 1%), а сама величина коэффи-

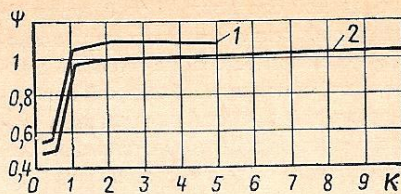


Рис. 3. Зависимость ψ от k
1 — $R_k > 300$; 2 — $R_k < 300$

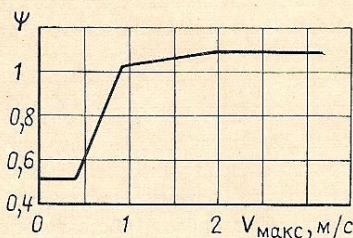


Рис. 4. Зависимость ψ от V_{\max}

циента поглощения в материале арматуры на порядок меньше его значения в бетоне.

Впервые проведенные непосредственные измерения скоростей деформаций при динамических испытаниях конструкций показали, что зависимость коэффициента поглощения от максимальной скорости деформации имеет такой же характер, как и зависимость его от амплитуды (рис. 4). Как было отмечено ранее, коэффициент поглощения от марки бетона зависит мало. Коэффициент поглощения не зависит также от

величины пластической деформации и процента армирования, поэтому в качестве расчетного значения коэффициента поглощения для изгибаемых железобетонных элементов, работающих под воздействием сейсмических нагрузок в упругопластической стадии можно принимать $\psi=1$. Учитывая, что зависимость коэффициента поглощения от амплитуды и максимальной скорости деформации идентичны, можно для упрощения расчетов конструкций на действие сейсмических сил в упругопластической стадии основываться на методе пропорциональности сил затухания первой степени скорости деформации. Расхождение в расчетах в этом случае по сравнению с гипотезой [1] не превысит 3—4%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокин Е. С. Внутреннее и внешнее сопротивление при колебаниях твердых тел. Научное сообщение ЦНИИСК, вып. 3. М., Стройиздат, 1967.
2. Влияние различных факторов на затухание колебаний ненапряженных и предварительно напряженных железобетонных конструкций. — В сб.: Рассеяние энергии при колебаниях упругих систем. Авт. Э. А. Сехниашвили, Ю. С. Саркисов, И. Г. Гоголадзе, Б. П. Туркия. Киев, «Наукова думка», 1968.
3. Сейсмостойкое строительство зданий. Под ред. Корчинского И. А. М., «Высшая школа», 1971.
4. Пановко Я. Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М., Физматгиз, 1960.
5. Сорокин Е. С. Динамический расчет несущих конструкций зданий. М., Стройиздат, 1966.

Заводское производство

Инж. В. И. СУКОВАТОВ (Кузниишахтострой)

УДК 624.012.45:69.003:658.516.3

Типовые карты технологических процессов изготовления сборных железобетонных изделий

Технологическая карта является основным исполнительным документом, которым руководствуется рабочий при выполнении технологического процесса (операции), поэтому она должна быть

наглядной, компактной, с полным объемом информации.

Технологический процесс в работе [1] определяется как заранее предусмотренная совокупность технологических опера-

ций, обеспечивающих изготовление изделия из материалов и полуфабрикатов или изменение состояния готовности изделия в пределах определенной стадии его изготовления.

В производстве сборного железобетона под термином технологический процесс понимается изготовление железобетонной конструкции (изделия). Поэтому технологические карты, применяемые на заводах сборного железобетона, составлены на весь технологический процесс (на изготовление конкретного изделия) и представлены в виде альбома [2] или отдельного листа [3]. Такие технологические карты имеют существенные недостатки. В первом случае, несмотря на значительный объем (альбом) в технологической карте отсутствуют многие данные и она неудобна для пользования. Во втором случае она содержит недостаточно информации, особенно необходимой при низкой квалификации рабочего. На неспециализированных заводах сборного железобетона в Восточных районах страны число типоразмеров выпускаемых в течение года железобетонных изделий достигает 600—700, причем номенклатура изделий из года в год изменяется. Кроме того, одно и то же изделие можно выполнять различными способами, поэтому объем разработки и размножения технологических карт даже в пределах одного завода достаточно велик. Эту проблему можно решить, разработав типовые технологические карты, которые можно привязывать к местным условиям данного предприятия.

Для сокращения объема разработки технологических карт при концентрации необходимой информации целесообразно отказаться от традиционного «продольного» принципа разработки технологических карт на весь технологический процесс (на конкретное изделие) и перейти к «поперечному» принципу разработки технологических карт на технологическую операцию (см. таблицу).

Этот принцип соответствует поточно-расчлененному методу производства сборного железобетона, поскольку на посту (рабочем месте) рабочий выполняет лишь одну или несколько вполне определенных операций. В связи с этим технологическая карта должна содержать информацию по технологии, организации и другим требованиям, касающимся

лишь данной операции. Такой принцип составления технологических карт позволяет при малом ее объеме вместить максимум информации, необходимой при выполнении той или иной операции. Технологический процесс изготовления железобетонного изделия состоит из цепочки взаимосвязанных звеньев (операций), поэтому карта на технологический процесс есть сумма карт на технологические операции.

При изменении технологии изготовления той или иной операции нет необходимости корректировать карты на весь технологический процесс. Достаточно скорректировать или заменить карту на изменяемую технологическую операцию. Карта на технологические операции в достаточной степени универсальна и применима к разнообразным (по геометрии) изделиям. Последнее обстоятельство важно, поскольку позволяет разработать типовые карты технологических процессов.

Типовая карта на технологическую операцию должна содержать следующую информацию: область применения; состав и технологию выполнения операции; требования к качеству предшествующих операций; применяемые материалы и полуфабрикаты и требования к ним; требования к качеству выполняемых на данном посту операций; применяемые машины, механизмы и инструменты; количественно-квалификационный состав исполнителей; организация труда; приемы труда; нормативы времени; график выполнения совмещенных операций; операционный контроль; дефекты и способы их устранения; порядок сдачи выполненной операции; техника безопасности и охрана труда; технико-экономические показатели.

Типовые карты необходимо разрабатывать на нормализованные технологические процессы, которые представляют собой заранее предусмотренную совокупность стандартизированных технологических операций, обеспечивающих производство готового изделия из материалов и полуфабрикатов или изменение со-

стояния готовности изделия в пределах определенной стадии его изготовления. Для стандартизации технологических операций необходимо синтезировать на основе изучения и обобщения передового опыта производства, передовые приемы труда, а также научную организацию труда на рабочем посту.

Выводы

Предлагаемые карты на технологическую операцию в достаточной степени универсальны по отношению к разнообразию изделий, что резко сокращает их число. Переход к разработке таких карт позволяет стандартизировать технологические операции, нормализовать технологический процесс и разработать типовые карты технологических процессов; использовать карты нормализованного технологического процесса в качестве основы для разработки организационно-технических мероприятий, направленных на замену и модернизацию технологического оборудования, совершенствование технологии, организации и управления производством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крюков Р. В. Гибкая технология домостроительного производства. Л., Стройиздат, 1969.
2. Технологические карты изготовления сап-техкабин на Хорошевском заводе ЖБИ ДСК № 1. ТП-4807. М., 1971.
3. Технологические карты на типовом бланке (лист № 1). Изготовление изделий сборного железобетона. Раздел I. Жилые, гражданские и производственные здания. М., 1975.

Вышли в свет:

Дроздов П. Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1977. 223 с., 30 000 экз., 50 к. Учебн. пособие для вузов.

Колобков П. С., Волков О. Д., Петрова Н. Ф. Новые способы нагрева бетона в кассетных установках. Киев, «Вища школа», 1977. 135 с., 2000 экз., 38 к.

Технологическая карта	На выполнение операции							
	сборка формы	чистка и смазка	укладка арматуры	укладка бетона	термообработка	распалубка	приемка изделий	
На процесс изготовления	плит	сборка формы	чистка и смазка	укладка арматуры	укладка бетона	термообработка	распалубка	приемка изделий
	балок	сборка формы	чистка и смазка	укладка арматуры	укладка бетона	термообработка	распалубка	приемка изделий
	колонн	сборка формы	чистка и смазка	укладка арматуры	укладка бетона	термообработка	распалубка	приемка изделий

Новые формовочные линии по изготовлению наружных стеновых панелей

В 1974 г. ДСК-1 Главкиевгорстроя приступил к строительству крупнопанельных жилых домов новой улучшенной серии III-96. Дома этой серии более «бетоноемки», чем дома серии ИКГ-480, которые они заменили.

Это связано с заменой всех гипсоцементных конструкций железобетонными. Вместо продольных несущих стен с поперечными гипсоцементными перегородками новая серия предусматривает поперечные несущие стены из железобетона. Шатровые панели перекрытия, требовавшие гипсоцементной подготовки под полы, заменены плоскими панелями перекрытий толщиной 160 мм.

Для выполнения программы строительства крупнопанельных жилых домов улучшенной серии III-96, а также для увеличения производства 16-этажных домов на ДСК-1 Главкиевгорстроя введены в эксплуатацию два новых наклонно-замкнутых конвейера, разработанных Гипрогражданпромстроем Госстроя СССР совместно с ПКБ ДСК-1.

На заводе ЖБК № 1 смонтирован конвейер для выпуска комплекта наружных стеновых панелей 16-этажных домов, а на заводе ЖБК № 2 — для изготовления комплекта наружных стеновых панелей для домов серии III-96.

Оба конвейера рельсовые (тележечные), шагового действия (рис. 1 и 2). Посты формования расположены на уровне пола цеха. Ниже уровня пола расположены подземные щелевые камеры, к которым с помощью наклонной передаточной тележки подаются поддон-вагонетки. Колеса тележки расположены на разновысоких опорах, благодаря чему при ее движении по рельсам под уклоном 19° платформа, на которой расположена поддон-вагонетка с изделием, находится в горизонтальном положении. Передаточная тележка перемещается лебедкой.

Тележка останавливается перед щелевой камерой и поддон-вагонетка с помощью толкателя подается в камеру. Тележка, находящаяся на другом конце камеры тепловой обработки, действует

аналогично, но в обратном направлении: приняв поддон-вагонетку с пропаренным изделием, тележка поднимается по наклонному пути до уровня рельсов формовочной части конвейера. Толкатель перемещает поддон-вагонетку на первый пост конвейера.

В связи с тем, что новые линии построены на реконструируемых предприятиях с ограниченными площадями и сложившимися схемами производства, их технологии имеют некоторые различия.

На заводе ЖБК № 1 бетонные и растворные смеси приготавливают в локальном бетоносмесительном узле, размещенном над формовочным постом линии.

Для керамзитобетона бетонную смесь приготавливали в двухвальном смесителе, декоративный раствор — в бетоносмесителе принудительного перемешивания С-356.

На заводе ЖБК № 2 новый цех расположен в стороне от складов заполнителей и на значительном расстоянии от заводского бетоносмесительного узла,

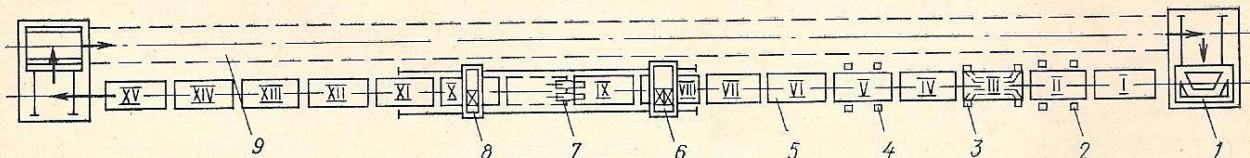


Рис. 1. Наклонно-замкнутый конвейер-стан завода № 1

I — пост промежуточный; II — пост распалубки; III — пост кантования и съема панелей; IV — пост чистки форм; V — пост закрывания бортов и смазки форм; VI, VII, VIII — посты установки арматурных каркасов и стоек; IX — пост формования; X — пост укладки декоративного раствора; XI — пост доводки поверхности панели; XII, XIII, XIV, XV — промежуточные посты под теплозащитным укрытием.
1 — передаточная тележка; 2 — механизм открывания продольных бортов; 3 — кантователь; 4 — механизм закрывания продольных бортов; 5 — поддон-вагонетка с формой; 6 — бетоноукладчик; 7 — виброплощадка резонансная; 8 — раствороукладчик верхнего слоя; 9 — щелевая камера тепловой обработки

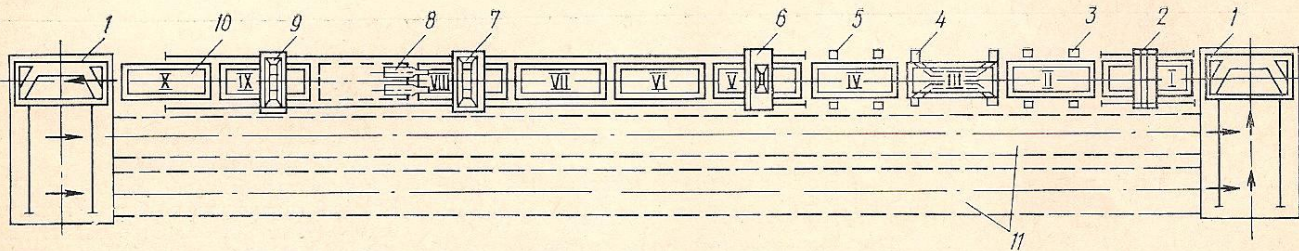


Рис. 2. Наклонно-замкнутый конвейер-стан завода № 2

I — посты шпательки внутренней поверхности панели; II — пост распалубки; III — пост кантования; IV — пост чистки и смазки формы, закрывания бортов; V — пост укладки керамической плитки и укладки раствора нижнего слоя; VI, VII — пост укладки арматуры; VIII — пост формования; IX — пост укладки раствора верхнего слоя, затирка и заглаживание внутренней поверхности панели; X — пост осмотра бортов; 1 — передаточная тележка; 2 — шпательная машина; 3 — устройство для открывания бортов; 4 — кантователь; 5 — устройство для закрывания бортов; 6 — раствороукладчик нижнего слоя; 7 — бетоноукладчик; 8 — резонансная виброплощадка; 9 — раствороукладчик верхнего слоя с затирочными устройствами; 10 — поддон-вагонетка с бортоснасткой; 11 — щелевые камеры тепловой обработки

поэтому в существующем бетоносмесительном узле приготавливают полусухие смеси, ленточным конвейером транспортируют их в цех и над постами укладки перемешивают и доувлажняют. Предварительно увеличивают мощность бетоносмесительного узла.

Конвейер завода ЖБК № 1 занимает один пролет шириной 18, длиной 205 м двухпролетного здания. Отметка подкранового пути 8,15. На конвейере формируют однослойные панели толщиной 320 мм, которые отделяют декоративным раствором и формируют «лицом вверх». Конвейер оснащен резонансной виброплощадкой СМЖ-280, эстакадным двухбункерным бетоноукладчиком с поворотной воронкой, эстакадным растороукладчиком верхнего слоя с заглаживающими и затирочными механизмами, устройствами для открывания и закрывания продольных бортов.

Формовочная часть конвейера имеет 15 постов. Тепловая обработка проводится в одной щелевой камере, расположенной ниже уровня пола рядом с формовочной частью конвейера. Камера оборудована глухими паровыми регистрами.

На конвейере завода ЖБК № 2, расположенном в однопролетном здании шириной 18, длиной 156 м, с отметкой подкранового пути 8,15 м, формируют однослойные двухмодульные панели толщиной 350 мм из керамзитобетона. Панели облицовывают керамической плиткой, формируют «лицом вниз». Формовочная часть конвейера имеет 10 постов. Конвейер оснащен новым, серийно выпускаемым заводами Минстройдормаша оборудованием: виброплощадкой СМЖ-280, кантователем СМЖ-3001, устройствами для открывания и закрывания бортов, поддоном-вагонеткой СМЖ-3010А. Бетоноукладчик, растороукладчик нижнего слоя и растороукладчик верхнего слоя с затирочными

механизмами разработаны ПКБ ДСК-1. Все машины для укладки бетонных и растворных смесей передвигаются по специальной рельсовой эстакаде.

Поддоны-вагонетки перемещаются с поста на пост двумя толкателями. Тепловую обработку проводят в двух щелевых камерах, расположенных ниже уровня пола рядом с формовочной частью конвейера. Камеры оборудованы глухими регистрами. В качестве теплоносителя используют пар. В каждой камере установлены толкатели, которые снимают поддон-вагонетку с изделием с передаточной тележки и проталкивают весь состав из 12 вагонеток.

Заглубление щелевых камер на новых конвейерных линиях позволяет рационально использовать производственные площади цеха. На перекрытиях камер расположены посты мойки панелей и ремонта форм, конвейеры отделки и др.

Новая линия имеет некоторые преимущества перед действующими на комбинате конвейерными линиями, построенными в 1960 г. Механизмы для открывания и закрывания бортов позволяют уменьшить трудозатраты при распалубке и сборке форм. Использование кантователя снижает расход металла на армирование изделий. Наклонная передаточная тележка проще в эксплуатации, чем передаточные тележки и подъемники-снижатели старых линий.

Технология разработанных наклонно-замкнутых конвейеров рассчитана на применение горячего формования. Предварительный разогрев бетонной смеси паром — наиболее доступный и экономически оправданный для заводов комбината способ разогрева бетонных смесей. При данной технологии пар используют для разогрева смеси и в качестве источника конденсатной влаги для затворения. Применение подогретых бетонных смесей позволило сократить время термовлаж-

ностной обработки изделий и увеличить оборачиваемость форм.

На заводах ДСК-1 уже имеется опыт работы с предварительно разогретыми бетонными смесями. На заводе ЖБК № 1 пароразогрев применяют на вибропрокатном стане, нагревая бетонную смесь в двухвальном смесителе непрерывного действия во время ее приготовления. На заводе ЖБК № 2 для разогрева керамзитобетонных смесей используют устройство типа «труба в трубе», разработанное НИИСП Госстроя УССР. На новых конвейерных линиях используют двухвальные смесители вибропрокатного стана, реконструированные ПКБ ДСК-1.

При проектировании и строительстве конвейеров на заводах ДСК-1 учитывали недостатки, выявленные в ходе освоения и эксплуатации линий на заводах ЖБИ № 5 треста «Стройдеталь» и ДСК-4 Главкиевгорстроя. Так, примененные на этих заводах для перемешивания и нагрева бетонной смеси глиномешалки СМ-246 оказались неработоспособными и заменены двухвальными смесителями. Изменена конструкция механизмов для открывания и закрывания бортов и т. д. Это позволило освоить проектные мощности в короткие сроки.

Проектная мощность конвейера-стана завода ЖБК № 1 освоена за 3 месяца вместо 6. За первое полугодие 1977 г. изготовлено 18,3 тыс. м³ керамзитобетонных конструкций. Всего в 1977 г. предполагается изготовить 42,2 тыс. м³ наружных стен для 16-этажных домов. В этом же году будет освоена проектная мощность конвейера-стана и на заводе ЖБК № 2.

Строительство и введение в эксплуатацию новых конвейерных линий позволило комбинату без остановки производства и снижения производительности перейти на выпуск домов новой серии.

Вышли в свет:

Носенко Н. Е. Механизация арматурных работ. Зарубежный опыт. М., Стройиздат, 1977. 160 с., 10 000 экз., 45 к.

Якобсон Я. М., Совалов И. Г. Краткий справочник по бетону и железобетону. Изд. 2-е. М., Стройиздат, 1977. 320 с., 10 000 экз., 1 р. 14 к.

Д-р техн. наук А. П. МЕРКИН (МИСИ),
канд. техн. наук А. Д. ДИКУН (ВНИИЖелезобетон)

УДК 691.327:666.973.5:620.179

Использование неразрушающих методов в изучении деструкции ячеистого бетона

Для оценки эксплуатационной деструкции ячеистого бетона изучали целесообразность применения неразрушающих методов (резонансного и ультразвукового), измеряя скорость распространения ультразвука C , собственные частоты изгибных $f_{из}$ и продольных $f_{пр}$ колебаний в теплоизоляционно-конструктивном ячеистом бетоне объемной массой 600—650 кг/м³ в процессе различных эксплуатационных воздействий.

Измерения проводили приборами ИЧМК-1 и «Бетон-3» на выпиленных из заводских панелей образцах размером 7×7×35 см, изготовленных на известково-цементном вяжущем по литьевой и комплексной вибрационной технологии. Деструкцию материала исследовали при циклическом замораживании-оттаивании по ГОСТ 12852—67 и увлажнении-высушивании по режиму 7+15 ч при температуре 100—105°С.

Скорость распространения ультразвукового импульса, собственных частот изгибных и продольных колебаний в материале измеряли дважды в течение цикла увлажнения-высушивания (после увлажнения и после высушивания) и каждые 5 циклов на оттаявших образцах при замораживании-оттаивании. Кроме того, для устранения влияния на результаты измерений влажности указанные характеристики определяли на высушенных до постоянной массы образцах после 0, 15, 25, 50, 75 и 100 циклов испытаний. С учетом анизотропии упругих свойств ячеистых бетонов все измерения проводили в одном направлении, перпендикулярном к вспучиванию.

Скорость прохождения ультразвука, резонансные частоты изгибных и продольных колебаний вибрированного газобетона, как материала с улучшенной структурой, соответственно на 7,6; 8,4 и 6,6% больше литьевого (рис. 1, 2).

Предусмотренное методикой испытаний водонасыщение образцов приводит к снижению исследуемых характеристик в ячеистых бетонах. Так, в вибрирован-

ном газобетоне при водопоглощении 34% снижение скорости ультразвука, собственных частот изгибных и продольных колебаний составляет соответственно 6,5; 10,8 и 11%, при водопоглощении 42% — 8,6; 13 и 14,6%. В литьевом газобетоне при водопоглощении 53% — соответственно 11,1; 17,2 и 19,5%. Такое уменьшение акустических характеристик ячеистого бетона при увеличении влажности обусловлено его специфическими особенностями [1].

Снижение скорости ультразвука (на 15-м цикле — в вибрированном и 10-м литьевом газобетоне), резонансных частот изгибных и продольных колебаний

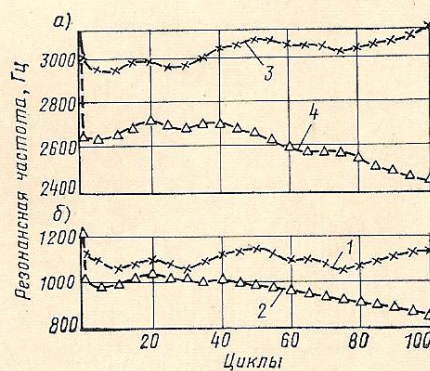


Рис. 1. Резонансные частоты продольных (а) и изгибных (б) колебаний в вибрированном (1, 3) и литьевом (2, 4) газобетоне при замораживании-оттаивании

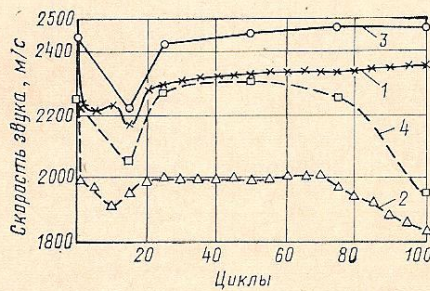


Рис. 2. Скорость ультразвука в газобетоне при замораживании-оттаивании
1, 3 — водонасыщенный и сухой вибрированный бетон; 2, 4 — то же, литьевой

(соответственно на 10-м и 15-м циклах) при многократном замораживании-оттаивании вызвано микротрещинообразованием в вибрированном и процессом объединения и укрупнения уже имеющихся микротрещин в литьевом газобетонах [2]. Затухание процесса образования микротрещин, активизация их развития и интенсифицирующийся при этом процесс гидратации клинкерного фонда приводят в вибрированном и литьевом газобетонах к увеличению $f_{из}$ и $f_{пр}$ к 20, а скорости звука — к 25 циклам испытаний. Новая волна микротрещинообразования в ячеистых бетонах сопровождается повторным снижением $f_{из}$ и $f_{пр}$ к 25 циклам — в литьевом и к 30 циклам — в вибрированном газобетоне. Происходящее одновременно с микротрещинообразованием «самозалечивание» микротрещин продуктами гидратации влияет на кинетику изменения резонансных частот. В вибрированном газобетоне $f_{из}$ и $f_{пр}$ возрастают к 50 циклам испытаний, в литьевом — до 40 циклов стабилизируются на одном уровне. Развитие микротрещин преимущественно в наружных зонах вибрированного газобетона приводит к 75-му циклу к снижению $f_{из}$ и $f_{пр}$. К 100 циклам отмечается рост этих показателей, вызванный преобладанием структурных процессов над деструктивными. В водонасыщенных образцах литьевого газобетона после 40 циклов резонансные частоты уменьшаются.

Таким образом, изменения структуры ячеистых бетонов при многократном замораживании-оттаивании сопровождаются изменениями $f_{из}$ и $f_{пр}$. Это подтверждается параллельными исследованиями структурных характеристик бетона методами сорбции красителей, ртутной порометрии и кинетикой водонасыщения. Периодический характер снижения показателей резонансных частот свидетельствует о цикличности процесса деструкции.

Скорость звука (см. рис. 2) в водонасыщенном вибрированном газобетоне от

25 до 100 циклов испытаний практически не меняется. В литевом газобетоне при лавинообразном микротрещинообразовании скорость звука снижается после 70 циклов испытаний, т. е. значительно позже, чем резонансных частот.

В сухих образцах вибрированного газобетона изменение динамического модуля упругости по изгибным и продольным колебаниям при замораживании-оттаивании носит циклический характер. Скорость ультразвука в интервале от 25 до 100 циклов не изменяется. В ли-

твевом газобетоне модуль упругости снижается уже после 25 циклов испытаний; скорость ультразвука фиксирует деструктивные изменения в литевом газобетоне в сухих образцах только после 50 циклов испытаний.

Измерения резонансных характеристик влажных и сухих образцов обнаруживают деструкцию в ячеистых бетонах при замораживании-оттаивании раньше, чем ультразвуковые, характеризующие качественно.

Выявленные деструктивные изменения

в ячеистых бетонах подтверждаются снижением прочности и морозостойкости материала [2]. Так, коэффициент морозостойкости вибрированного газобетона после 25, 50, 75 и 100 циклов составляет 0,9; 0,88; 0,84 и 0,8; литьевого — соответственно 0,81; 0,67; 0,58 и 0,47. Пределы прочности на растяжение при изгибе уменьшаются: для вибрированного газобетона на 12% к 25 и на 23% к 100 циклам, литьевого — на 23 и 60%.

При попеременном увлажнении-высушивании увеличение скорости ультразвука в водонасыщенных образцах к 50 циклам (рис. 3) связано с изменениями в структуре ячеистого бетона: повышением степени кристаллизации и увеличением числа контактов между частицами материала за счет гидратации и перекристаллизации CSH (B). После 50 циклов скорость ультразвука в результате суммарного эффекта структурообразования и деструкции стабилизируется. Заполнение микротрещин водой в определенной мере затушевывает результаты деструктивного процесса, создавая видимость монолитности материала. Это предопределяет малую пригодность ультразвуковых испытаний при этом эксплуатационном воздействии.

В высушенных образцах по сравнению с водонасыщенными большая скорость продольных ультразвуковых волн объясняется удалением адсорбционно связанной воды и снятием ее раскливающего действия. До 50 циклов испытаний, как и в водонасыщенных образцах, скорость ультразвука возрастает, после 50 циклов заметно снижается вследствие микротрещинообразования, не завуалированного водой.

Характер кривых резонансных частот при увлажнении-высушивании (рис. 4) отличается от характера кривых скорости ультразвука. Уменьшение резонансных частот изгибных и продольных колебаний к 15 циклам связано с микротрещинообразованием в бетоне. Затухание микротрещинообразования, гидратация и повышение степени кристаллизации бетона сопровождаются к 50 циклам возрастанием частот до значений, превышающих первоначальные. Новая волна микротрещинообразования приводит к очередному спаду резонансных частот. Изменения резонансных частот изгибных и продольных колебаний отражают циклический характер деструктивных процессов в ячеистых бетонах при увлажнении-высушивании, что свидетельствует о высокой чувствительности резонансного метода к структурным изменениям при данном виде воздействия. Кривые изменения динамических модулей упругости, определенные по изгибным и про-

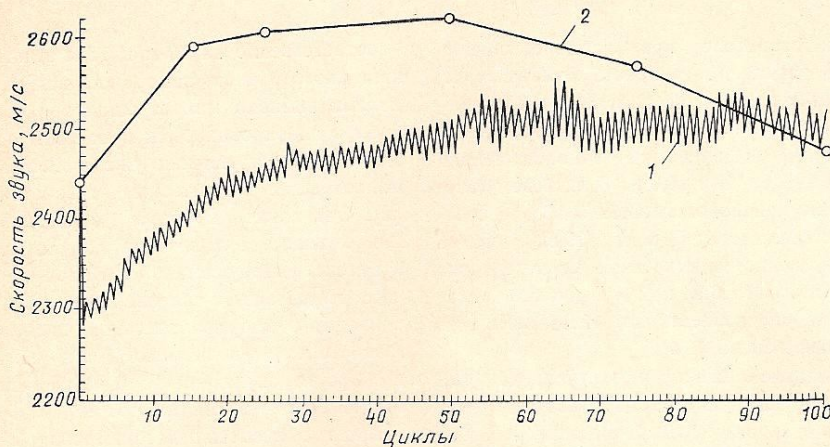


Рис. 3. Скорость ультразвука в водонасыщенном (1) и сухом (2) ячеистом бетоне при увлажнении-высушивании

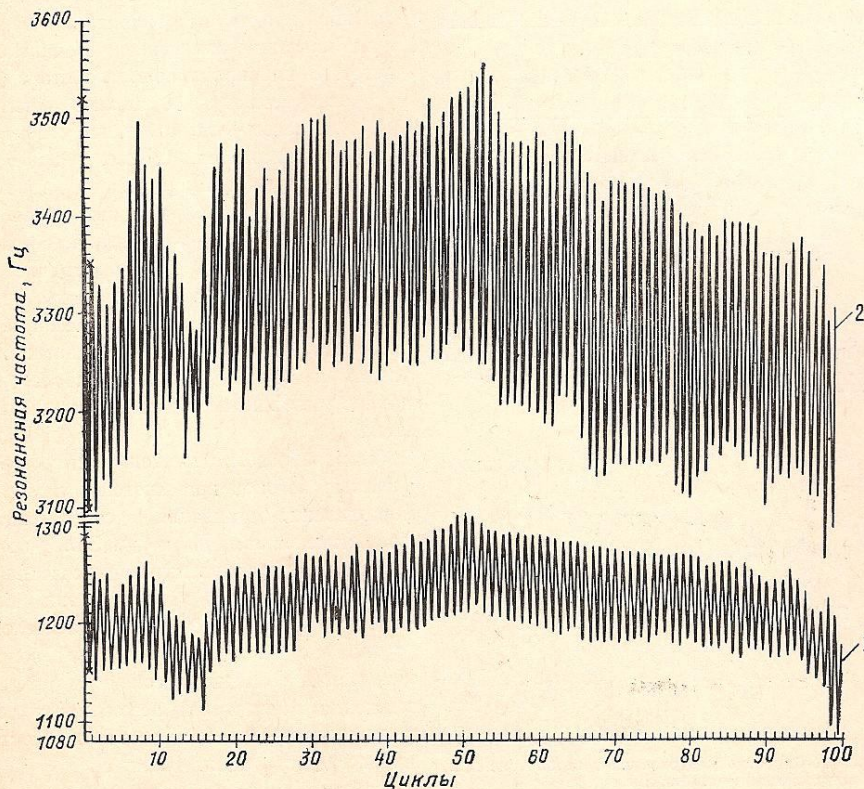


Рис. 4. Резонансные частоты изгибных (1) и продольных (2) колебаний в ячеистом бетоне при увлажнении-высушивании

дольным колебаниям на сухих образцах, имеют идентичный характер.

Установлено [3], что при увлажнении-высушивании предел прочности при сжатии малочувствителен к деструктивным изменениям в ячеистом бетоне. Предел прочности на растяжение при изгибе в связи с большими значениями локальных напряжений при растяжении в местах образования трещин и раскрытием всех микротрещин в наружных растянутых зонах бетона снижается к 100 циклам испытаний на 59%, не отражая при этом циклический характер деструкции.

Выводы

Установлено уменьшение скорости распространения ультразвука, резонансных частот изгибных и продольных колебаний при насыщении ячеистого бетона водой.

Резонансный метод более чувствителен к деструктивным изменениям в ячеистых бетонах в процессе замораживания-оттаивания и увлажнения-высушивания, чем ультразвуковой, и его можно рекомендовать в качестве неразрушающего для выявления деструктивных изменений ячеистых бетонов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаков Г. И., Меркин А. П., Дикун А. Д. Прогнозирование долговечности ячеистых бетонов на основе ультразвуковых исследований. — В кн.: *Nedestruktivni zkouseni ve stavebnictvi*, Brno, 1974.

2. Меркин А. П., Дикун А. Д., Князева В. П., Бруссер М. И. Структурные изменения ячеистых бетонов при испытании на морозостойкость. — «Бетон и железобетон», 1974, № 11.

3. Дикун А. Д., Князева В. П., Меркин А. П. Исследование деструкции ячеистого бетона при увлажнении-высушивании. — «Бетон и железобетон», 1974, № 8.

Вопросы качества

Канд. техн. наук Н. Г. СМОЛЕНСКАЯ
(Академия коммунального хозяйства)

УДК 728:69.05:658.562

Система инструментального контроля качества жилых зданий

Основной задачей технической эксплуатации жилых зданий является обеспечение их сохранности при минимальных затратах на ремонт и обслуживание. В связи с этим контроль качества вводимых в эксплуатацию зданий приобретает первостепенное значение.

Для разработки единой методики инструментальной оценки состояния конструкций крупнопанельных зданий в условиях эксплуатации и создания системы контроля были проведены длительные наблюдения за поведением конструкций во времени для зданий различных типов. В результате анализа обнаруженных дефектов полносборных зданий с различными сроками эксплуатации был определен перечень параметров, подлежащих инструментальной проверке. Это явилось основанием для разработки системы контроля за состоянием здания, начиная с приемки его в эксплуатацию (приемочный контроль), в процессе эксплуатации (профилактический контроль), при выявлении причин возникновения дефектов, перед постановкой на капитальный ремонт или проведением реконструкции.

Приемочный контроль в системе контроля зданий занимает особое место. Введение приемочного контроля повлечет за собой осуществление операцион-

ного контроля в процессе строительства, более широкого применения контрольно-измерительной аппаратуры. Приемочный контроль осуществляется в соответствии с «Методическими указаниями по техническому обследованию конструкций крупнопанельных зданий при приемке и в процессе эксплуатации» (М., Стройиздат, 1974).

Инструментальный контроль зданий при приемке в эксплуатацию позволяет выявить скрытые дефекты и устранить их до заселения дома, в то же время он служит источником получения статистических данных о состоянии конструкций и влияет на улучшение качества строительства.

Очень важным в системе контроля за состоянием зданий является профилактический контроль, позволяющий определить объемы текущего ремонта. Профилактическому контролю подлежат следующие элементы здания: отмостка, наружные стеновые панели, связи и закладные детали, стыки наружных стеновых панелей; деревянные элементы здания, балконы и другие выступающие части зданий, крыши.

В отношении каждого элемента здания определены характерные повреждения и дефекты, возникающие в различные сроки эксплуатации, определена

периодичность проведения осмотров и состав работ по их обнаружению. Так, например, при контроле за состоянием наружных стеновых панелей выявляются повреждения, которые могут служить путями для проникновения атмосферной влаги. Целостность наружного защитного слоя для керамзитобетонных панелей приобретает особое значение через 3—5 лет эксплуатации, так как за это время наружный слой керамзитобетона в результате температурно-влажностных воздействий становится водонепроницаемым и лишь поддержанием наружного защитного слоя в удовлетворительном состоянии можно предотвратить снижение теплозащитных качеств стены. Контроль за состоянием загерметизированных стыков проводится путем определения их воздухопроницаемости. По внешним признакам и с помощью инструментальной проверки определяют соответствие звукоизолирующих качеств ограждающих конструкций требованиям акустического комфорта. Проверяется целостность кровельного покрытия, плотность примыкания к смежным конструкциям, состояние металлических закладных деталей, влажность утеплителя, уклоны.

Анализ состояния эксплуатируемых зданий позволил выявить наиболее

распространенные дефекты: неравномерную осадку фундаментов, которая приводит их к нивелированию; трещины в несущих и ограждающих конструкциях; нарушение герметичности (появление протечек) наружных стен, стыков, кровли; промерзание ограждающих конструкций; повышенную деформативность перекрытий; нарушение температурно-влажностного режима помещений; снижение звукоизоляции стен и перекрытий. Возможность контроля этих повреждений позволяет своевременно их обнаружить и устранить.

Инструментальное обследование зданий перед капитальным ремонтом, которое проводится специализированными проектными институтами и проектно-сметными бюро, определяет наиболее точный объем ремонта.

На основании результатов обследования составляется техническое заключение, которое вместе с паспортом является исходным материалом для проектирования капитального ремонта. Мосжилниипроект проводит инструментальное обследование полносборных зданий по следующим параметрам: максимальная ширина раскрытия трещин в потолочных плитах; максимальный относительный прогиб плит перекрытий; максимальные уклоны покрытия балконов; ширина раскрытия трещин в панелях наружных стен; воздухопроницаемость стыков; адгезия герметика к поверхности; максимальная ширина вертикального шва между панелями; уклоны кровли.

При организации службы контроля необходимо определить периодичность контроля. Для строительных конструкций характерно возникновение постепенных отказов, связанных с накоплением повреждений, в результате которого происходит ослабление элемента и возрастает его чувствительность к перегрузкам.

Назначение периодов и объемов профилактики опирается на данные о надежности элементов, условия их эксплуатации.

Для обследования конструкций эксплуатируемых зданий разработаны и выпущены комплекты портативных приборов: измеритель сечения металла, оптическая насадка к нивелиру и теодолиту в комплекте с рейкой со светящейся шкалой, термощуп, прибор для определения прочности, металлоискатель, прибор для определения теплового комфорта, адгезиомер.

Организация службы контроля осуществляется передвижными лабораторными станциями, которые имеются уже в 50 городах РСФСР. Эти лаборатории передаются Горжилуправлениями в проектно-сметные организации, занимающи-

еся проектированием капитального ремонта. Обследование зданий проводится группой из 4 человек, в состав которой входят инженер-строитель, инженер-геодезист, техник-приборист и шофер (он же рабочий).

Методические указания по инструментальному обследованию при приемке домов в эксплуатацию направлены в Горжилуправления городов и союзных республик. Инструментальное обследование публич. Инструментальное обследование проводится в Москве. Начиная с 1974 г. в Тушинском районе принимаются все сдаваемые в эксплуатацию дома. На основании технических заключений, предъявленных Государственной комиссией, строители устраняют все дефекты до заселения домов.

Наряду с рекомендациями по устранению обнаруженных недостатков до заселения дома отмечаются недостатки изготовления и монтажа, что позволяет оценить качество строительных организаций. Разработаны «Указания по организации службы контроля за состоянием эксплуатируемых полносборных жилых зданий». Разработаны также нормы времени и расценки на работу по обследованию конструкций жилых домов при приемке и в процессе эксплуатации.

Ежегодно проводятся семинары с работниками жилищных организаций по изучению инструментальных методов при обследовании эксплуатируемых зданий. Для организации эксплуатации жилого фонда необходимо получать систематическую информацию и анализ статистических данных о различных дефектах. Система контроля основана на широком применении вычислительной техники.

Разработана система показателей, характеризующая состояние элементов здания и усложняющая очередность постановки здания на текущий и капитальный ремонт. Система показателей оценивает состояние не только одного жилого дома, но и жилого фонда района и города.

Выводы

Для внедрения системы контроля необходимо разработать методы оценки состояния конструкций и здания в целом, нормативы и расценки на проведение контроля; создать инструментальные базы, передвижные лаборатории; провести организационные мероприятия.

Организация службы контроля эксплуатируемых зданий в жилищном хозяйстве является частью комплекса мероприятий по управлению качеством, которые проводятся во многих отраслях промышленности, в том числе и строительной.

Вопросы экономики

Канд. экон. наук А. А. МИРОНОВ
(ВНИИЖелезобетон)

УДК 69.059.25

Экономика ремонтов и повышение эксплуатационной надежности оборудования

Основные производственные фонды промышленности сборного железобетона за девятую пятилетку возросли на 46%, в то время как выпуск продукции увеличился лишь на 26%. Отсюда — снижение уровня фондоотдачи. В целом отдача с 1 р. производственных фондов по сравнению с 1971 г. (1,16 р.) упала в 1975 г. до 1 р. Анализ показал, что основная причина этого явления заключена в недостатках использования активной части производственных фондов — машин и оборудования. Съем валовой продукции с 1 р. основных фондов по оборудованию упал за пятилетку с 3,7 до 3,4 р.

Отрицательно влияли на использование оборудования такие факторы, как снижение сменности его работы, затянувшееся освоение после реконструкции большой группы конвейерных линий, недостатки концентрации и специализации предприятий, использования их мощностей и др. Недостаточно хорошо организовано планирование деятельности ремонтных служб предприятий сборного железобетона. Сверхплановые простои оборудования только формовочного периода и камер тепловой обработки ежегодно составляют 5,5—5,8 млн. ч. Из них 50% простоев вызываются неисправностью оборудования, хотя на ремонтных работах в среднем заняты около 100 тыс. рабочих.

Одним из важнейших резервов повышения качества работы ремонтных служб будет внедрение совершенных хозрасчетных методов ведения ремонтов и в первую очередь совершенствование планирования и материального стимулирования коллективов ремонтных служб.

К ремонтным службам предприятий сборного железобетона, как известно, относятся ремонтно-механический и электроремонтный цехи, дежурные сле-

сари и электромонтеры в цехах, аппарат отделов главного механика и главного энергетика. Практика планирования деятельности названных служб отстает от современных требований организации экономической работы, поскольку недостаточно увязана с регламентом обслуживания оборудования, вытекающего из действующей в отрасли системы планово-предупредительных ремонтов (ППР) [1].

Планы производства обычно охватывают довольно широкую номенклатуру услуг и работ, включая капитальный, средний и текущий ремонты оборудования, межремонтное обслуживание, а также выпуск запасных частей, деталей и узлов для ремонта, изготовление нестандартного и модернизация действующего оборудования.

Учет и сопоставимость плана ремонтных служб обеспечиваются показателем их планирования и учета в нормо-часах или чел.-часах. Сумма нормо-часов (чел.-часов) по всем разделам плана переводится в ценностное выражение и составляется планируемый (или фактически выполненный) объем работ за квартал (месяц). Такой метод планирования (учета) ремонтных работ в обезличенных нормо-часах фактически исключает возможность увязки и контроля за соблюдением графиков ППР предприятия и назначения в зависимости от их исполнения, размеров материального стимулирования коллективов ремонтных служб. Отсюда на некоторых предприятиях промышленности сборного железобетона нередко формально подходят к соблюдению регламента ремонтов и графиков ППР, выполняют ремонтные работы не в плановом, а в аварийном порядке, увеличивают уровень простоев оборудования из-за неисправностей, повышают стоимость ремонтов и снижают показатели, характеризующие съем готовой продукции с основного технологического оборудования. При этом план в нормо-часах ремонтными службами систематически выполняется и выплачиваются премии.

Для устранения этих недостатков необходима система планирования работы ремонтных служб, гарантирующая соблюдение графиков ППР оборудования. Планы производства для ремонтных служб должны определяться не нормо-часами, а графиком ППР, планом выпуска запасных частей и модернизацией оборудования в натуральном выражении.

В качестве планируемой единицы для ремонтных работ рекомендуется условная единица ремонтосложности, заменяющая нормо-часы. Планирование задания ремонтным цехам должно осуще-

ствляться по числу ремонтов для конкретных групп оборудования из графика ППР (в разрезе нехов-заказчиков) и по видам ремонтного обслуживания (капитальный, средний, текущий ремонт и технический уход).

Такая структура обслуживания через систему специально разработанных автором коэффициентов приводится к сопоставимому числу условных единиц ремонтосложностей, планируемых для исполнения на данный квартал (мес).

Условный пример составления плана ремонтно-механических цехов по объему производства ремонтов механической части оборудования исходя из графика ППР приведен в табл. 1. Данные о числе определенных видов ремонта переносятся из графика ППР. При этом число ремонтируемых единиц оборудования определяется произведением ремонтируемых единиц оборудования на число текущих ремонтов (или технических уходов) по каждой установке или станку. Средние* и текущие ремонты, как и технические уходы, приводятся через переводные коэффициенты к условной стоимости капитальных ремонтов, что позволяет выразить их в сопоставимых величинах и суммировать в различных сочетаниях по видам ремонтов, цехам, предприятию в целом. Состав и значения

* Показатели, относящиеся к средним ремонтам, заполняются аналогично текущим ремонтам и техническим уходам.

переводных коэффициентов, необходимых для выполнения этих расчетов, приводятся по основным группам оборудования в табл. 2 на основе нормативов [2, 3].

Число условных единиц ремонтосложности средних и текущих ремонтов, а также технических уходов исчисляется корректировкой числа ремонтируемых сложностей по каждому виду оборудования на коэффициент их перевода в условные единицы из табл. 2. Общий объем ремонтных работ (в тыс. р.) представляет собой произведение суммы всех условных единиц ремонтосложностей оборудования на норматив их стоимости из табл. 2. Нормативная трудоемкость, необходимая для выполнения планируемого объема ремонтных работ, определяется отдельно по каждому виду ремонта и в целом по предприятию в виде произведения их числа на нормативную трудоемкость по [1]. Исходя из суммарной трудоемкости всех ремонтов можно установить и нормативный фонд зарплаты (произведением суммы нормо-часов на тарифную ставку среднего тарифного разряда рабочих ремонтно-механических цехов).

Аналогичным образом предлагается составлять и план ремонтов электрической части оборудования для электро-ремонтного цеха (участка).

Для бригад ремонтно-механических цехов, занятых изготовлением запасных

Таблица 1

Наименование цехов-заказчиков и ремонтируемого оборудования	Число единиц установленного оборудования	Средняя ремонтная сложность механической части единицы оборудования	Капитальные ремонты		Текущие ремонты			Технический уход			Общий объем ремонтных работ, тыс. р.
			число ремонтируемых единиц	число ремонтных сложностей	число ремонтных единиц	число ремонтных сложностей	число условных единиц ремонтосложности	число ремонтируемых единиц	число ремонтных сложностей	число условных единиц ремонтосложности	
Формовочный цех № 1											
Виброплощадки СМ-866	3	7	2	14	12	84	11,8	60	420	4,2	2,1
Вибропригрузочный щит	4	4,5	2	9	12	54	7,6	80	360	3,6	1,4
Бетоноукладчики 6563/1	3	7	2	14	6	42	6,3	24	168	1,7	1,3
Формовочные машины СМ-533 с кареткой	5	21	3	63	15	315	41	40	840	8,4	8,7
Формы металлические	145	0,8	25	20	290	232	39,4	—	—	—	3,7
Арматурный цех											
Станки правильно-отрезные СМ-759	6	5	2	10	12	60	9	42	210	4,2	1,2
Станки для гнутья арматуры СМ-146А	8	3	1	3	16	48	7,2	56	118	2,4	0,8
Машина контактной односточной сварки МТП-75	12	1,5	4	6	24	36	6,1	84	126	1,3	0,9
Всего по предприятию	450	—	145	520	1 320	5 100	760	2 150	10 315	216	97,9
Трудовые затраты, чел.-ч.				16 120		31 620			9 593		62 419

Таблица 2

Основные группы оборудования	Нормативы стоимости капитального ремонта единицы ремонтосложности оборудования, р ¹	Коэффициенты условного перевода к стоимости капитального ремонта по механической части ²		
		для среднего	для текущего	для технического ухода
Дозировочное	39,5	0,39	0,16	0,02
Смесительное	69,2	0,35	0,14	0,01
Виброплощадка и вибропригрузки	65,3	0,34	0,14	0,01
Бетонукладчики	57,7	0,37	0,15	0,01
Установка для изготовления многопустотных изделий	72,7	0,33	0,13	0,01
Кассетные установки	95	0,44	0,17	0,01
Стальные формы	59,1	0,39	0,16	—
Формы-вагонетки	50	0,34	0,13	0,02
Поддоны	40,2	0,39	0,16	—
Разгрузчики инертных	60,6	0,37	0,15	0,01
Транспортеры ленточные	80,2	0,34	0,13	0,01
Подъемно-транспортное	66,3	0,43	0,17	0,01
Прочее специализированное	57,9	0,37	0,15	0,01
Арматурное заготовительное	49,8	0,34	0,15	0,02
Сварочное	55,8	0,42	0,17	0,01
Металлообрабатывающее	50,7	0,42	0,17	0,02
Котлы и котельно-вспомогательное	77,3	0,44	0,18	—
Насосы, вентиляторы	51,8	0,42	0,17	—
Электрооборудование	46	0,45	0,18	—
Электрооборудование для кассетных установок	53	0,45	0,18	—

Примечание. ¹ Для электрической части принимать: для всех видов оборудования — 19,7; для электрооборудования — 22,8.

² По электрической части всех перечисленных видов оборудования коэффициенты перевода к стоимости капитального ремонта принимать: для среднего ремонта — 0,425; для текущего — 0,074.

частей и узлов для выполнения ремонтных работ, план по объему производства рекомендуется устанавливать конкретно по номенклатуре исходя из заказов цехов-потребителей. Для определения стоимости запасных частей полезно специально разработать внутризаводской ценник запчастей для пересчета всей номенклатуры в денежное выражение. Сумма ремонтных работ, заказов на изготовление запчастей и модернизацию оборудования (стоимость можно определять коэффициентами к стоимости капитального ремонта или нового оборудования) составит общий объем работ для ремонтно-механического цеха. Отчетные данные о фактически выполненных работах, переведенных в условные единицы ремонтосложностей и денежное выражение, сопоставляются с заданными планом величинами по каждой группе оборудования и в целом по ремонтно-механическим цехам. Фактически выполненное число запасных частей полезно заносить в журнал акцептирования, в котором цех-заказчик расписывается за каждую изготовленную для него деталь. Не менее важно четко отрегулировать хозрасчетные взаимоотношения ремонтных цехов с цехами-потребителями, за-

фиксировав их в соответствующем положении по заводу с принятием внутризаводских санкций и претензий названных цехов друг к другу. В этом положении необходимо регламентировать следующие основные моменты:

оборудование передается ремонтному цеху в строгом соответствии с графиком ППР, в подготовленном к ремонту виде;

при нарушении установленного графика срока сдачи оборудования в ремонт или сдачи его с повышенной степенью износа, в силу чего фактическая стоимость ремонта превышает плановую, сумма превышения покрывается за счет цеха-заказчика;

при передаче оборудования в ремонт в срок и надлежащем виде любое превышение нормативной стоимости ремонта относится за счет ремонтного цеха;

после проведения ремонта должны соблюдаться условия его эксплуатации; аварии, допущенные по вине цеха, эксплуатирующего оборудование, ликвидируются за счет средств и фонда заработной платы цеха-виновника;

длительность пребывания оборудования в ремонте не должна превышать

нормативов, предусмотренных отраслевым Положением о ППР;

качество ремонта должно соответствовать техническим условиям на ремонт или техническим требованиям по паспорту оборудования.

Межремонтные периоды целесообразно признать гарантийными. В случае досрочного выхода из строя оборудования в результате некачественного ремонта, исправление производится за счет ремонтного цеха. Гарантия качества может подтверждаться и выдачей гарантийного талона, составляемого в трех экземплярах (ремонтно-механический цех; цех, эксплуатирующий оборудование; ОГМ). Талон выдается вместе с актом сдачи оборудования в эксплуатацию. Неисправности по вине ремонтного цеха устраняются им безвозмездно. За ремонт с гарантией выплачивается премия из фонда материального поощрения в размере 2,5% плановой (сметной) стоимости ремонтируемого оборудования. Основанием для выплаты служит гарантийный талон.

Выводы

Внедрение рекомендуемых методов планирования и стимулирования ремонтных служб, а также совершенствование их хозрасчетных взаимоотношений с цехами-заказчиками улучшает качество ремонтных работ, сокращает число аварий и простоев оборудования не менее чем на 5—10%, тем самым повышая эффективность работы всего предприятия. Распространение этого опыта на всех предприятиях промышленности сборного железобетона обеспечит снижение себестоимости продукции не менее чем на 40 млн. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение о плано-предупредительном ремонте и эксплуатации оборудования предприятий промышленности строительных материалов. Вып. 2. Промышленность сборного железобетона. М., Стройиздат, 1968.
2. Нормативы стоимости ремонтов оборудования в промышленности сборного железобетона. М., ВНИИЖелезобетон, 1971.
3. Нормативы стоимости технических уходов за оборудованием основных цехов предприятий сборного железобетона. М., НИИЖБ, 1972.

Инженеры В. И. ИВАНОВ (Госстрой СССР), А. А. ФОЛОМЕЕВ (НИИЖБ)

УДК 666.9.055(104)

Безопалубочное производство железобетонных конструкций

За последние годы в Канаде, США, ФРГ, Англии, Италии, Франции и других странах получило распространение безопалубочное производство сборных железобетонных конструкций для жилых, общественных и производственных зданий, а также некоторых видов инженерных сооружений. Таким способом изготавливают многопустотные панели, сплошные плиты покрытия, линейные элементы таврового, двутаврового, квадратного и шестигранного сечений, наружные стеновые панели с рельефными лицевыми поверхностями.

Особенностями большинства конструкций, изготавливаемых способом безопалубочного формования, являются постоянное сечение по длине изделия, существенное упрощение их арматурных элементов, приводящее к уменьшению расхода стали и повышению марки бетона по сравнению с изделиями того же назначения, производимыми отечественными предприятиями. Характерными отличиями указанной технологии производства являются: использование специальных формовочных агрегатов, одновременно выполняющих операции укладки и уплотнения бетонной смеси под воздействием вибрации и статического давления; применение водной пластификации бетонной смеси на предварительно подогретой поверхности стенда; полный отказ от форм; механизированная раскладка арматурной сетки или поперечных стержней; возможность получения на одном стенде конструкций разной длины путем резки затвердевшего изделия дисковой пилой или комбинированным способом — предварительной резки свежетоформованного элемента вибрирующими ножами и окончательного перерезывания дисковой пилой затвердевшей части бетона с напрягаемой арматурой.

Тепловая обработка осуществляется путем подачи теплоносителя (пара, горячей воды или нагретого масла) в секционные регистры стендов, при этом

изделия укрывают брезентом или синтетическими материалами.

Основным оборудованием технологических линий безопалубочного формования являются специализированные формовочные агрегаты различных принципов действия и конструктивных решений, отличающихся также номенклатурой изготавливаемых элементов. По принципу действия их можно разделить на две группы. Первая — машины с экструзионным рабочим органом, осуществляющим одновременное уплотнение бетонной смеси по всему сечению изделия. Вторая — с вибропротяжными рабочими органами, выполняющими процесс формования элементов в несколько этапов в зависимости от высоты сечения изделий или необходимости получения в нем пустот.

Агрегаты с экструзионным рабочим органом («Спайроль» — Канада, «Дайкор» — США, «Елематик» — Финляндия и др.) предназначены для формования многопустотных панелей шириной 1,2 м и длиной до 12 м и специализированы

на выпуск каждой машиной изделий только одной высоты — 150, 200, 250 или 300 мм. Их рабочий орган (рис. 1) сконструирован из нескольких шнеков, число которых равно числу пустот в панели. Внутри каждого из шнеков установлены высокочастотные вибраторы. Шнеки заканчиваются пустообразователями, концы которых отделены от их основной части резиновыми манжетами, существенно снижающими передачу колебаний от вибраторов на концевые части пустообразователей и, следовательно, на свежетоформованный бетон изделий. Для получения изделий постоянной высоты в агрегате установлен поверхностный вибратор, осуществляющий функции калибрующего устройства.

Машина не имеет привода передвижения, ее перемещение в процессе формования осуществляется путем воздействия реактивных сил уплотненной бетонной смеси.

Панели армируют в продольном направлении только преднапряженной высокопрочной проволокой или канатами.

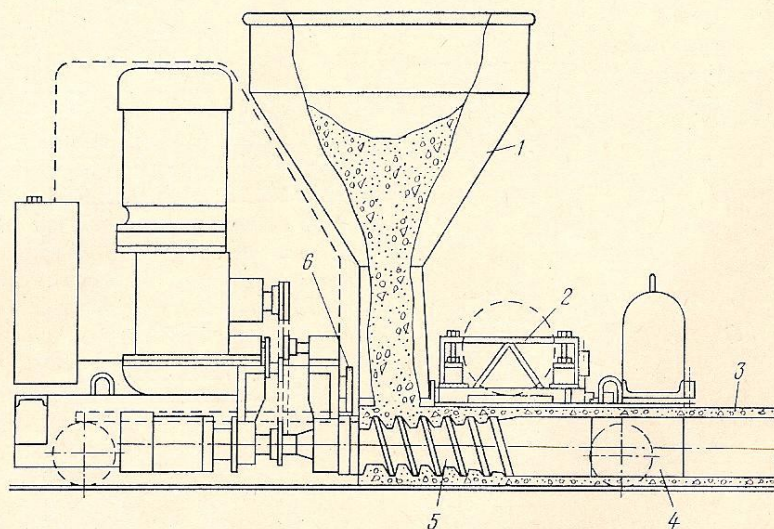


Рис. 1. Агрегат для экструзионного производства многопустотных панелей
1 — бункер с бетонной смесью; 2 — поверхностный вибратор; 3 — свежетоформованное изделие; 4 — калибрующая часть пустообразователя; 5 — шнек с вибратором внутри; 6 — устройство для укладки поперечных прутков арматуры

Раскладка и натяжение арматуры осуществляются с использованием гидравлических домкратов. Для укладки поперечной арматуры в верхней зоне изделий предусмотрено специальное устройство. Панели изготовляют из бетонной смеси с $V/C \approx 0,28$. Отпуск натяжения арматуры производится при прочности бетона 250 кгс/см^2 , а отправка изделий потребителю — при прочности 350 кгс/см^2 .

Производство многпустотных плит, как правило, организуют в пролете 18 м и длиной 165 м, где размещают 6 стенов длиной 108 м каждый, по три в каждую сторону от оси пролета. Все стенды обслуживаются одним формовочным агрегатом. На стенде работают две бригады рабочих в составе 9 человек в смену, которые, выполнив заданные операции, через 3—4 ч переходят с одного стенда на другой. Первая бригада начинает с разрезки плит, снятия их со стенда, а заканчивает работами по подготовке стенда к формированию изделий. Вторая бригада занята в основном формированием изделий и работами, связанными с их ускоренным твердением.

Оборачиваемость стендов — 18 ч при времени твердения изделий 8—10 ч. Скорость формования изделий — $0,8\text{—}1,2 \text{ м/мин}$. Средний цикл работы дисковой пилы по разрезке затвердевшего изделия — 4 мин. При 260 рабочих днях годовая производительность одного пролета с шестью стендами составляет около 38 тыс. м^3 , или 250 тыс. м^2 изделий.

Выработка на одного рабочего достигает примерно 1400 м^3 в год.

К агрегатам с вибропротяжным рабочим органом можно отнести специализированные машины фирмы «Гастингс Дайнамулд» (США) для безопалубочного формования многпустотных панелей и плит сплошного сечения шириной 1,2 или 2,4 м, высотой панелей — 150, 200, 250 или 300 мм и плит — 50 и 100 мм. Изделия каждого типоразмера могут формироваться только машиной, специализированной на производстве данного элемента.

Плиты армируют в нижней зоне преднатяженными канатами, а в верхней зоне — арматурной сеткой, раскладываемой машиной в процессе формования изделий. При необходимости сетка соответствующей ширины может укладываться, образуя выпуски по длинной стороне изделия.

Многпустотные панели формируются с помощью вибрационных механизмов в два этапа, заключительной операцией является калибровка верхней поверхности изделий. Вначале машина укладывает и уплотняет бетонную смесь нижней части панели и образует ее вертикальные элементы (рис. 2), затем верхнюю часть изделия, после чего роликами обрабатывает верхнюю поверхность панели.

Для получения изделия с двумя поверхностями, готовыми под побелку или окраску (для использования плит как стеновых панелей), верхняя его поверх-

ность дополнительно обрабатывается дисковой заглаживающей машиной.

Изготавливающая оборудование фирма считает, что главным условием качественного формования изделий является бесперебойная подача бетонной смеси в бункера. Рабочая скорость движения машины выбирается в пределах от 1 до $3,6 \text{ м/мин}$ в зависимости от сечения изделий. Скорость холостого хода — 35 м/мин . Используется бетонная смесь с осадкой конуса до 5 см и размером крупных заполнителей — до 19 мм, песка с модулем крупности 2,5. Бетон марки М 350 с расходом цемента 420 кг/м^3 и количеством воды 140 л/м^3 , что позволяет применить бетонную смесь с $V/C = 0,32$.

Один формовочный агрегат может обслужить четыре стенда длиной 120 м. На них заняты 8 рабочих в смену. При односменной работе и тепловой обработке в течение 8—9 ч (при температуре поверхности стенда $60\text{—}70^\circ\text{C}$) годовая производительность двух стендов достигает 180 тыс. м^2 панелей.

Фирма «Спенкрит» (США) рекламирует аналогичные по принципу формования агрегаты для производства многпустотных плит высотой 7,5, 10, 20 и 30 см, пролетом до 12 м и облегченных плит высотой 20, 30, 35 и 40 см, пролетом до 20 м. Плиты формируют в три этапа, укладывая их на каждом стенде в три слоя с прокладкой между слоями полимерного полотна. Скорость формо-

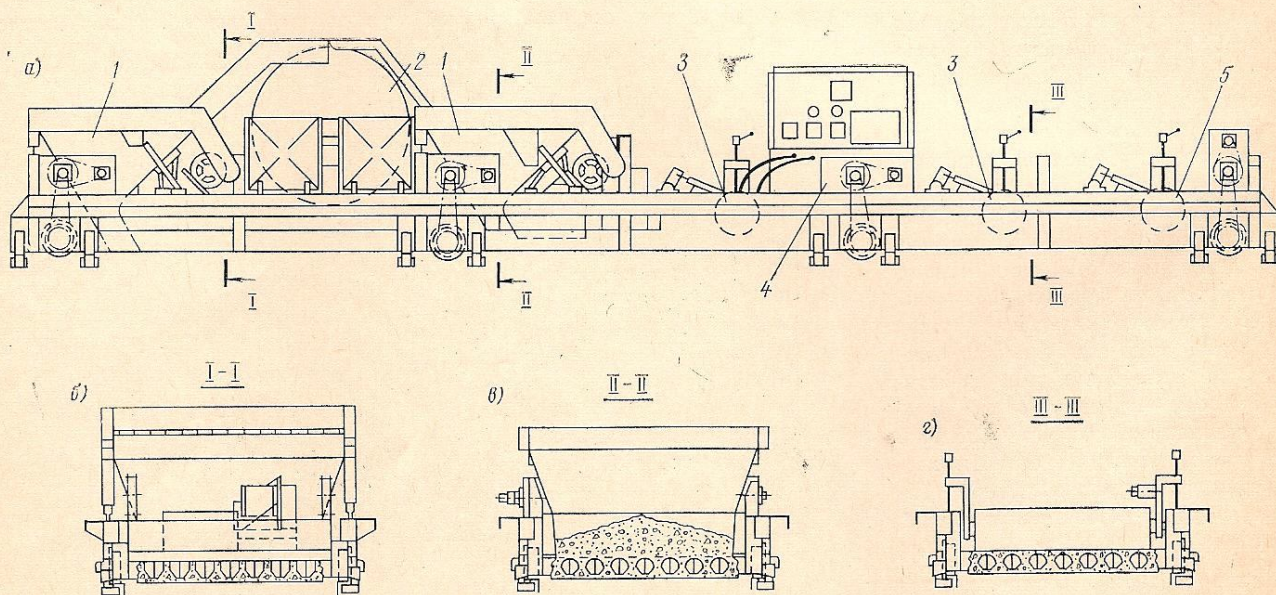


Рис. 2. Агрегат с вибропротяжным рабочим органом для производства многпустотных панелей

а — общий вид; б — первый этап формирования; в — второй этап формирования; г — калибровка верхней поверхности
1 — бункера; 2 — барабан для бухты арматурной сетки; 3 — быстровращающиеся валки; 4 — гидравлический привод передвижения машины; 5 — третий валок окончательной обработки

ваний 2,4—3—3,6 м/мин. Ширина плит—1,2; 1,5; 2 и 2,4 м.

Представители фирмы «Спандейк» (США) утверждают, что изготавливают самые легкие плиты высотой от 15 до 40 см, шириной 1,2 или 2,4 м. Их формирование производят с помощью двух машин и одного устройства. Первая машина, передвигаясь вдоль станда, формирует нижнюю плиту изделия из легкого бетона. Затем по ней прокатывают барабан с ребрами шириной 4—5 см, число которых равно числу напрягаемых канатов изделий. В образованные канавки укладывают канаты, вторая машина формирует вертикальные ребра из тяжелого бетона, засыпает в свободное пространство между ними легкий теплоизоляционный материал (шлаковую пемзу, керамзит и др.) и образует верхнюю плиту изделия. После твердения плита разрезается на отрезки заданной длины.

Более универсальными являются агрегаты для безопалубочного формирования железобетонных изделий фирмы «Макс Рот» (ФРГ). С их помощью можно изготавливать многопустотные панели перекрытий длиной до 12 м, высотой 80, 160, 220 и 300 мм, шириной 0,8; 1,2; 1,5; 1,8; 2,4; 3 и 3,6 м, плиты сплошного сечения и элементы стен высотой 140, 240 и 300 мм; линейные элементы таврового, двутаврового, корытообразного и других сечений. Например, с помощью машины для производства плит шириной 3,6 м можно одновременно изготавливать одну плиту шириной 3,6 м или по две плиты шириной 2,4 и 1,2 м или три шириной 1,2 м, или две шириной 1,8 и 1,2 м. Многопустотные панели и элементы наружных стен можно изготавливать из легких и тяжелых бетонов. Прочность тяжелого бетона изделий достигает 450—550 кгс/см². Расход цемента — в пределах 350—420 кг/м³, и $B/D=0,36-0,4$. Применяется от 2 до 4 фракций заполнителей крупностью до 8 мм (наиболее массовые) и наиболее крупные 10—12 мм. Заполнители крупнее 15 мм не применяются. Изделия армируют в нижней зоне напрягаемой арматурой, натягиваемой обычным способом, и арматурной сеткой, укладываемой машиной в процессе формирования. Используя арматурную сетку достаточной ширины, можно изготавливать изделия с выпусками по их продольным граням. В верхней зоне изделий арматурная сетка заменяется продольной арматурой, натянутой с небольшим усилием, на которую машина в процессе формирования укладывает поперечные прутки с заданным шагом.

Указанными машинами осуществляют формирование за 1÷3 этапа в зависимо-

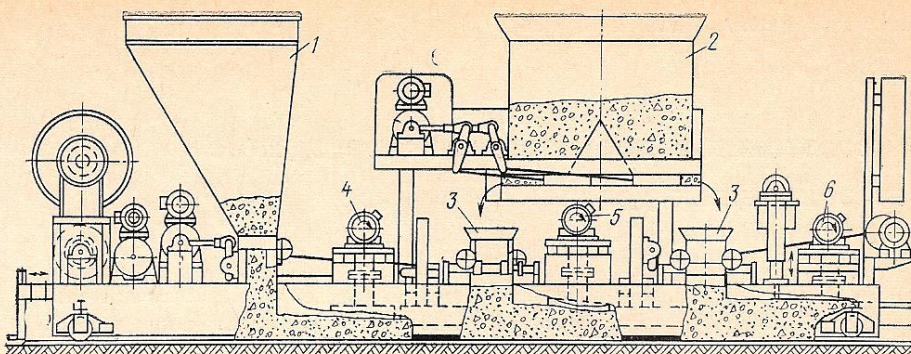


Рис. 3. Схема агрегата с вибропротяжным рабочим органом для трехэтапного формирования многопустотных настилов

1 — бункер для первого этапа формирования; 2 — бункер с затворами для второго и третьего этапов формирования; 3 — бункера-накопители смеси; 4, 5 и 6 — вибропротяжные устройства соответственно для первого, второго и третьего этапов формирования

ти от типа изделий (рис. 3). На первом этапе бетонировается нижняя часть плиты заданной толщины с распределением бетонной смеси по ширине изделия. Вслед за этим формируют среднюю часть плиты, в которой перемещающиеся вместе с машиной пустообразователи образуют круглые или овальные пустоты. За третий этап образуется верхняя часть плиты. Для подготовки под побелку или окраску верхняя поверхность дополнительно обрабатывается дисковой затирочной машиной. Формовочная машина в зависимости от толщины формируемого изделия перемещается со скоростью 1—2,5 м/мин.

По данным фирмы «Макс Рот», производство пустотных сплошных плит шириной 3,6 м целесообразно организовать на трех стандах длиной 150 м и шириной 3,85 м, размещаемых в одном пролете размером 16 м. Производительность такого пролета 1600 м² плит в сутки, число работающих — 8 чел. в смену, годовая производительность — 400 тыс. м².

На заводе «Лавенир ан Жена/Лион» (Франция) на двух стандах, размещенных в пролете длиной 105 м и шириной 20 м, изготавливают панели наружных стен и преднапряженные ребристые плиты шириной 3,6 м и длиной 5,76 м. Стенды оснащены регистрами для масляного теплоносителя, обеспечивающего на их поверхности температуру около 60°C. Скорость перемещения формирующей машины — 2 м/мин. Производительность пролета — 1400—1800 м² плит в день.

Описанные агрегаты эксплуатируются в ФРГ, Франции, Австрии, Англии, Швейцарии, Италии, Испании и ряде других стран.

НИИЖБ выполнил сравнительный анализ показателей производства многопустотных панелей шириной 1,2 м на линиях и стандах с агрегатом экстру-

онного типа, а также плоских плит шириной 3 м на конвейерных линиях и стандовой линии. При этом не была учтена экономия на строительных площадках за счет применения изделий высокого качества, экономия арматурной стали на петли и торцовые каркасы. Условно считалось, что их стоимость должна покрыть расходы, связанные с использованием бетона более высоких марок.

Анализ показал, что безопалубочный способ изготовления железобетонных конструкций с помощью агрегатов описанных типов позволяет уменьшить трудоемкость производства в 1,7—1,8 раза; металлоемкость оборудования в 3,2—9,6 раза; себестоимость изготовления в 1,1—1,2 раза.

Исходя из эффективности использования безопалубочного производства следует осуществлять внедрение описанных технологий в нескольких направлениях, создавая для этого специализированные агрегаты и проекты линий для их применения. В их число должны быть включены машины и линии производства плит из тяжелых бетонов размером на комнату с переналадкой для выпуска изделий кратных размеров по ширине в пределах максимальной 3,6 м; легкобетонных наружных стеновых панелей с рельефными поверхностями различного архитектурного оформления; керамзитобетонные панели перекрытий жилых и общественных зданий; линейных элементов, в том числе тавровых прогонов для покрытий животноводческих и птицеводческих зданий, столбов ограждений пастбищ, свай и других изделий.

Осуществление этих мероприятий потребует некоторого пересмотра производства ныне выпускаемых конструкций и создания новых, применительно к возможностям описанной технологии.

Многоэтажное производственное здание без закладных деталей

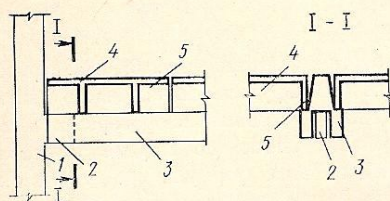
Вблизи международного аэропорта Цюриха (Швейцария) построен восьмиэтажный гараж для стоянки легковых автомобилей. Особенность сборных железобетонных несущих конструкций гаража в полном отсутствии металлических закладных деталей. Такое решение позволяет сократить расход стали и упростить производство работ.

Каркас здания связевой, с сеткой колонн 9×18 м. В качестве несущих конструкций каркаса и перекрытий применены металлические колонны, железобетонные преднапряженные прогоны и плиты типа 2Т.

Металлические колонны квадратного сечения выполнены на всю высоту гаража. Нагрузка от перекрытия на колонны передается через короткие металлические консоли. Колонны и консоли могут быть выполнены и в железобетоне, что позволит сэкономить расход металла. Преднапряженный прогон длиной 9 м, укладываемый на короткие консоли колонны, имеет П-образное сечение (см. рисунок). Продольные ребра прогона снабжены уширяемыми, в которых размещена преднапряженная арматура.

Полка прогона при переходе к его концевым участкам постепенно утолща-

ется до определяемой расчетом и в соответствии с технологическими требованиями по условиям изготовления и обеспечения его проектного положения на консоли колонны. Между продольными ребрами прогона имеются поперечные диафрагмы жесткости.



Узел сопряжения прогонов с колонной
1 — колонна; 2 — консоль колонны; 3 — прогон; 4 — плита 2Т; 5 — торцовая диафрагма плиты.

Принятая П-образная форма поперечного сечения прогона позволяет при монтаже свободно (с соблюдением необходимых требований по допускам) укладывать его на короткие консоли колонны. Отсутствие сварки в месте примыкания прогона к колонне упрощает узел сопряжения с конструктивной и технологической точек зрения.

На уширения продольных ребер прогона укладывают плиты типа 2Т пролетом 18 м и шириной 1,5 м, выполненные без предварительного напряжения продольной рабочей арматуры и без закладных деталей в местах опирания. Для обеспечения проектного положения торцы плиты заканчиваются сплошными диафрагмами на всю ширину плиты, наличие которых предотвращает возможное кручение продольных ребер под нагрузкой.

Торцовые диафрагмы не имеют пологого технологического уклона, которые обычно устраиваются в преднапряженных плитах для исключения зажатия их в форме при отпуске натяжения арматуры.

Для въезда на этажи гаража и спуска с них устранены спиральные пандусы в виде высоких прямоугольных балок сплошного сечения, на нижние пояса которых передается нагрузка от проезжей части.

Конструктивное решение железобетонных изделий без закладных деталей может быть полезным для учета в практике отечественного проектирования и строительства многоэтажных гаражей.

Нам пишут

Инженеры В. А. СУПТЕЛЬ, И. С. ЯДРОНОВ, О. Ф. КИСЛИНСКИЙ
(ЦСЛ Главсевкавстроя)

УДК 691.87—427:621.791.03

Малогабаритные клещи для сварки объемных арматурных каркасов

На заводах Главсевкавстроя объемные арматурные каркасы внутренних и наружных стеновых панелей собирают и сваривают на вертикальных установках 7207/2СА, оборудованных сварочными машинами МТПП-75 со сварочными

клещами типа КТП-1*. Однако тех-

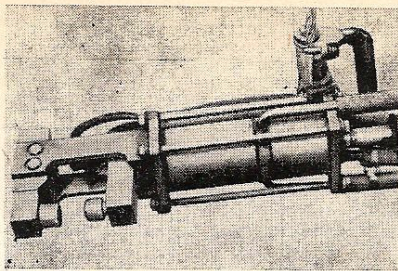
* Рожненко М. Д., Самовский И. М., Пикулин К. А. Сварочные клещи для укрупнительной сборки объемных арматурных каркасов. — «Бетон и железобетон», 1976, № 12.

нология сварки и конструкция установок не предусматривает кантовку объемных каркасов в процессе их сборки. Сварка производится при доступе к ним с одной стороны. При этом основным недостатком стандартных сварочных

клещей типа КТП-1 является трудность сварки задней сетки каркаса, так как подвижный электрододержатель упирается в переднюю сетку каркаса и клещи невозможно установить перпендикулярно к плоскости арматурного каркаса. В результате под действием усилия сжатия электродов свариваемые арматурные стержни в момент сварки сдвигаются относительно друг друга. Это снижает качество сварки, а сварщик-оператор затрачивает дополнительные усилия при установке сварочных клещей перед сваркой в необходимое положение.

В ЦСЛ Главсевкавстроа разработаны и внедрены в производство на Таганрогском заводе сборного железобетона малогабаритные сварочные клещи для сварки объемных арматурных каркасов, при использовании которых устраняются указанные недостатки.

Точка сварки в данной конструкции клещей вынесена за пределы их корпуса. Это делает их удобными в работе при сварке объемных каркасов неограниченной ширины.



Общий вид малогабаритных сварочных клещей для сварки объемных арматурных каркасов

Две раздельно-совмещенные пневматические камеры обеспечивают максимальное усилие сжатия на электродах (250 кг) при давлении воздуха в сети 5 кг/см².

Общая масса сварочных клещей уменьшена в 2 раза по сравнению со стандартными клещами типа КТП-1 за счет изменения формы неподвижного электрододержателя и снижения площади поперечного сечения токоведущих

кабелей из расчета максимально свариваемых диаметров стержней в крестообразном соединении 10+10 мм. Изменена схема охлаждения сварочных клещей, в которой исключены два дополнительных шланга для отвода охлаждающей жидкости. Вход и выход воды осуществляется через токоведущие шланги.

В конструкции малогабаритных сварочных клещей отсутствует пружина возвратного хода подвижного электрододержателя, на сжатие которой в клещах типа КТП-1 расходуется часть усилия, создаваемого в рабочих камерах пневмоцилиндров.

После сварки электрод возвращается в исходное положение сжатым воздухом, подаваемым в обратную камеру одного из пневмоцилиндров через двухходовой электропневмоклапан, установленный на сварочном трансформаторе вместо одноходового.

Внедрение в производство малогабаритных сварочных клещей позволило в 2 раза снизить трудоемкость при сварке объемных каркасов и улучшить качество сварных соединений.

Инж. А. Ф. НОВОХАЦКАЯ (Тихвинский ДСК)

УДК 691.327:666.973.2.022—413

Изготовление наружных стеновых панелей из шунгизитобетона

На Тихвинском ДСК освоен выпуск наружных стеновых панелей (НС) для домов серии ПП-60 на основе легкого заполнителя — шунгизитового гравия.

Раньше такие панели изготавливались трехслойными из тяжелого бетона марки М-200 с прокладкой из фибролита или минеральной ваты. Но при их формировании допускались отклонения: не выдерживалась толщина укладываемых слоев бетона и ребер жесткости, а также слоя утеплителя, объемная масса плит фибролита зачастую превышала величину, требуемую по проекту, в результате чего панели промерзали. При отмывке фактурного слоя утеплитель частично обнажался и насыщался влагой, что также приводило к промерзанию панелей. Для панелей использовали до 40 типоразмеров утеплителя, причем его заготовку производили вручную.

Панели НС из шунгизитобетона изготавливают однослойными, с укладкой на-

ружного слоя раствора толщиной 20 мм или фактурного бетона той же толщины под отмывку.

Исключены затраты на изготовление утеплителя, повысилась производительность труда.

При изготовлении панелей НС используется легкий бетон марок М 150, М 100, М 75, М 50, объемной массой соответственно 1400, 1200, 1100, 1000 кг/м³ в сухом состоянии. Панели фасада (самонесущие) — из шунгизитобетона марки М 75.

Торцовые панели дома, частично несущие нагрузку, изготавливаются двухслойными: несущий слой марки М 150 и теплоизоляционный слой марки М 50. Цокольные панели фасада — из бетона марки М 100. Цокольные торцовые панели, аналогично торцовым НС, двухслойные, марок М 150 и М 50.

Легким заполнителем бетона служит шунгизитовый гравий Бокситогорского

завода ЖБИ объемной массой 400—600 кг/м³; прочностью при сдавливании в цилиндре — 5—20 кг/м³; коэффициент теплопроводности — 0,11 ккал/(м·ч·°С).

Потеря его массы после 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания составляет 1—2%; поставляют его в виде смеси фракций 5—10 и 10—20 мм.

В качестве мелкого заполнителя при приготовлении легкого бетона используется природный песок с модулем крупности, равным 1.

Расход материалов на 1 м³ шунгизитобетона показан в таблице.

Для снижения объемной массы шунгизитобетона вводится воздухововлекающая добавка СНВ (0,02—0,04% массы цемента), которая пластифицирует бетонную смесь, уменьшает ее водопотребность, понижает остаточную влажность и объемную массу и увеличивает морозостойкость.

Бетонную смесь на шунгзитовом гравии готовят в переоборудованной бетономешалке принудительного действия. Шунгзитобетон подают в формовочный цех по ленточному транспортеру.

Панели НС формируют «лицом вверх». На поддон формы с помощью распылителя наносят цементный раствор с $V/D=0,38$, толщина слоя 1 мм. Затем укладывают шунгзитобетонную смесь подвижностью 1—3 см. В течение 10—15 с смесь уплотняют на виброплощадке типа СМЖ-198. Затем укладывают фактурный раствор марки М 150 слоем толщиной 20 мм.

Наименование материалов, единица измерения	Марка бетона		
	50	75	100
Цемент, кг	270	300	340
Песок, кг	140	200	300
Вода, л	100	120	160
СНВ (10%), кг	1,08	1,2	1,36
Шунгзит М 500, м ³	1,1	1,1	1

Термообработка НС производится в камерах ямного типа. Перед подачей пара панели в течение 2 ч выдерживают в камерах, температуру поднимают плавно — в течение 5 ч. Изотермическое выдерживание продолжается 6—7 ч

при температуре 60—70°C, охлаждение — 3 ч.

Введение добавки СНВ требует обязательного предварительного выдерживания и более плавного подъема температуры; несоблюдение этих требований приводит к появлению трещин.

Экономический эффект от внедрения новых стеновых панелей составил в 1976 г. 11,1 тыс. р. За дополнительными материалами обращаться по адресу:

187500, Тихвин Ленинградской области, Красавское шоссе, Тихвинский ДСК.

Библиография

УДК 624.012.45.001.2(06)

Книга для проектировщиков железобетонных конструкций

Вышедшая в русском переводе книга* посвящена расчету железобетонных конструкций в пластической стадии с учетом перераспределения усилий, вызываемого проявлением неупругих свойств железобетона. Изложены причины перераспределения усилий на различных стадиях работы конструкций и проанализировано влияние различных факторов на характер и величину перераспределения усилий. К таким факторам отнесены: рабочая диаграмма сечения (кривизна-момент), статическая система (вид опоры моментов и краевые условия), изменение сечений по длине элемента, вид рамных узлов, вынужденные перемещения и добавочные моменты, обеспечение устойчивости отдельных элементов и конструкции в целом и нагрузки (однократная кратковременная, долговременная и повторные, включая знакопеременные и подвижные нагрузки). Рассмотрение этих вопросов представляет несомненный интерес.

Под углом зрения несущей способности рассматривается надежность стати-

чески неопределимых конструкций. Высказывается интересное, на наш взгляд, положение о том, что вероятность одновременного возникновения неблагоприятных разрушающих моментов во всех сечениях конструкции очень мала, т. е. статически неопределимые конструкции обладают дополнительным резервом надежности, который можно учесть при расчетах. С таких же позиций рассматривается возможность разрушения конструкции при данном нагружении по различным схемам излома и малая вероятность одновременного действия неблагоприятных нагрузок на все пролеты конструкции.

Для расчетной оценки несущей способности статически неопределимых железобетонных конструкций существует ряд предложений. В книге дан анализ некоторых из них. Помимо предложений, разработанных советскими учеными, интересны методы вынужденных поворотов (метод Макки) и предельных углов поворота (метод Бейкера). В отечественной литературе об этих методах имеются ограниченные сведения. Знакомство с ними позволяет глубже вскрыть физическую сущность поведения конструкций в стадии исчерпания несущей способности.

Довольно подробно изложен метод предельного равновесия, используемый для расчета стержневых систем. Рассмотрены методы расчета конструкций исходя из удовлетворения требований прочности и одновременно эксплуатационных свойств. Отдельная глава посвящена деформациям и ширине раскрытия трещин в статически неопределимых железобетонных конструкциях. В этой же главе излагаются основы итерационного способа (способа последовательных приближений) для определения распределения усилий в конструкциях после появления трещин в растянутой зоне бетона.

В последней главе даны примеры, иллюстрирующие расчет несущей способности конструкций по методам вынужденных поворотов, предельных поворотов и предельного равновесия.

В целом книга содержит много интересных и полезных сведений и позволяет более всесторонне представить сложный процесс перераспределения усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях и особенности расчета таких конструкций на различных стадиях их работы.

Д-р техн. наук,
проф. С. М. КРЫЛОВ

* Тихий М., Ракосник И. Расчет железобетонных рамных конструкций в пластической стадии. Перераспределение усилий. Пер. с чешск. М., Стройиздат, 1976. 196 с.

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН» ЗА 1977 ГОД

Передовые статьи

Ганичев И. А. Больше внимания применению железобетонных тонкостенных конструкций	8, с. 2
Задачи по обеспечению научно-технического прогресса в производстве сборного железобетона	6, с. 2
Ищанко И. И. О повышении эффективности производства бетона и железобетона	9, с. 2
Козелков А. П. Научно-технические возможности экономии металла в строительстве	2, с. 2
Манифест эпохи коммунистического строительства	12, с. 2
Основные пути снижения материалоемкости железобетонных конструкций	4, с. 2
Повышение технического уровня производства и эффективности применения железобетона	3, с. 2
Состояние и перспективы химизации технологии бетона	7, с. 2
60-я годовщина Великой Октябрьской социалистической революции	11, с. 2

Решения XXV съезда КПСС — в жизнь!

Буракас А. И., Михайлов К. В. Повышение эффективности и качества работ в области бетона и железобетона	1, с. 2
Косогов А. М. О дальнейшем развитии крупнопанельного домостроения	4, с. 8
Матвеев А. В. Передовой опыт коллективов Минпромстроя СССР	11, с. 6
Промышленность Главмоспромстройматериалов в десятой пятилетке	5, с. 2
Родин Ю. М. Бетонные и железобетонные конструкции в жилищно-гражданском строительстве	9, с. 5

К 60-летию Великого Октября

Агагусейнов Р. Я. Стройиндустрия Азербайджана на пороге 60-летия Октября	8, с. 22
Кунда Е. В. Строительную индустрию — на уровень новых задач	11, с. 3
Ласточкин В. Г. Промышленность сборного железобетона Белоруссии в десятой пятилетке	10, с. 2

Трибуна соревнующихся

Азбель Б. М., Рябошапка Б. И. Главмосстрой вступает в юбилейный год	3, с. 5
Блинов П. И. Роль соцсоревнования в повышении эффективности производства	2, с. 4
Гуревич Е. Л., Болтынский М. Д. Снижение материальных и трудовых затрат — основа заводской пятилетки	5, с. 4
Козлов В. А. В борьбе за повышение уровня технического прогресса и эффективности производства	11, с. 8
Лисицын В. М. Социалистическое соревнование как фактор повышения эффективности производства НИИЖБ в юбилейном году	7, с. 22
Об итогах Всесоюзного соревнования научно-исследовательских организаций Госстроя СССР за успешное выполнение народнохозяйственного плана 1976 года	4, с. 4
Об итогах Всесоюзного соцсоревнования проектных, изыскательских и комплексных организаций Госстроя СССР за успешное выполнение народнохозяйственного плана на 1976 год, за второе полугодие	4, с. 5
Радищев С. П. Комплексная система управления качеством продукции на заводах сборного железобетона	10, с. 6
Техническое перевооружение — основа повышения качества строительства	12, с. 4
Тихов С. А., Елистратов К. И. За экономию трудовых затрат и снижение материалоемкости продукции	6, с. 4

VIII Всесоюзная конференция по бетону и железобетону

Баженов Ю. М. Совершенствование технологии и свойств бетонов	9, с. 12
--	----------

Ганжа Л. Н. Производство и применение конструкций из бетонов на пористых заполнителях	9, с. 28
Гвоздев А. А., Байков В. Н. К вопросу о поведении железобетонных конструкций в стадии, близкой к разрушению	9, с. 22
Горчаков Г. И., Москвин В. М., Шестоперов С. В. Комплексная разработка проблемы долговечности бетона	9, с. 24
Демин А. Д., Коваленко В. А. Опыт применения новых показателей планирования и оценки работы предприятий стройиндустрии	9, с. 8
Крылов Б. А., Фоломеев А. А., Горшков А. М. Современные проблемы заводской технологии производства железобетонных изделий	9, с. 17
Михайлов К. В., Мулин Н. М. Проблемы развития арматурных сталей и арматурных изделий	9, с. 26
Нифонтов В. С., Айзенберг Я. М. Новое оборудование для автоматизации и механизации производства	9, с. 19
Топчий В. Д. Основные направления технического прогресса в технологии железобетонных работ на стройплощадке	9, с. 15
Хромец Ю. Н. Железобетонные конструкции производственных зданий и сооружений	9, с. 11

Бетоны

Баженов Ю. М., Мамаевский В. Н., Щуров А. Ф., Еришова Т. А. Высокопрочный бетон с химическими добавками	8, с. 29
Батраков В. Г. Комплексные модификаторы свойств бетонов	7, с. 4
Батырбаев Г. А. Параметры изготовления и эффективность арболита на дробленых стеблях хлопчатника	7, с. 28
Башилова И. Е., Черкашенинов В. И., Сохранский В. Б. Физико-механические свойства полимерцементного расширяющегося бетона	6, с. 31
Васильева Г. М., Штефан Г. Е., Книппенберг А. К. Оптимальное соотношение шлакопемзовых заполнителей в жаростойких бетонах	8, с. 27
Волженский А. В., Гольденберг Л. Б., Воевода Г. Ф. Влияние несгоревшего топлива на морозостойкость песчаных бетонов с добавкой золы	5, с. 29
Волженский А. В., Чаус К. В. Огнезащитные бетоны на гипсовых заполнителях	10, с. 20
Гень О. П., Яшин А. В. Влияние комплексных полифункциональных добавок на свойства бетона	10, с. 13
Гладков В. С. Добавки в производстве морозостойких бетонов	7, с. 9
Глуховский В. Д., Пахомов В. А., Жигна В. В. Усадка шлакощелочных бетонов	12, с. 17
Горчаков Г. И., Иванов В. И., Лифанов И. И., Юрченко Э. Н. Влияние льдообразования в порах бетона на морозостойкость	2, с. 16
Гуревич Е. Л., Болтынский М. Д. Применение химических добавок	7, с. 15
Заровнятных В. А., Розовский А. Л. Бетоны на песках из гранулированных шлаков никелевой промышленности	6, с. 33
Иванов Ф. М., Саввина Ю. А., Горбунов В. Н., Продуvalова С. С., Лазутина Т. П. Эффективные разжижители бетонных смесей	7, с. 11
Каган М. Э., Федоров А. Е. Выбор цемента для отделки тоннелей метро	12, с. 16
Кудрявцев А. А., Романов Ю. М., Цветаева Р. А., Числов В. И. Свойства легкого бетона на трепельном гравии	1, с. 15
Кунцевич О. В., Попова О. С. Использование водорастворимых смол в качестве добавок к бетонам	7, с. 12
Малинина Л. А., Работина М. В. Поверхностно-активные добавки для бетона, подвергаемого тепловой обработке	1, с. 13
Марчокайтис Г. В. Влияние пропитки бетона мономерами на его деформативные свойства	6, с. 30
Медведев В. М., Пясецкий В. Ф., Афанасьев А. Е.,	

Гамаюнов Н. И., Лаптев Л. М. Оценка водонепроницаемости песчаного бетона по его пористости	9, с. 35
Милованов А. Ф., Камбаров Х. У., Зенков Н. И. Прочностные и деформативные свойства керамзитобетона при нагреве	4, с. 28
Миронов С. А., Малинский Е. Н., Невакшинов А. Н. Пластическая усадка бетона в условиях сухого жаркого климата	8, с. 32
Михайлов Н. В., Львович К. И., Яструбинский В. Л. Влияние состава и технологии приготовления песчаного бетона на его характеристики	10, с. 15
Некрасов К. Д., Тарасова А. П. Жаростойкий бетон с использованием отходов промышленности	11, с. 14
Павленко С. И., Чиркин А. И., Федькин Н. И., Медведев В. М. Структурообразование цементно-песчаного раствора и бетона с повышенной дозировкой золы ТЭС	11, с. 16
Пятибрат В. Л., Шабанбеков З. М., Балагозов А. М., Джафаров Г. М., Мамедов А. Р., Баширов Т. Г. Об эффективности использования отходов каменных карьеров	2, с. 13
Разумова Г. Ф., Рагинов В. Б. Метод введения добавок электролитов в бетоны на пористых заполнителях	7, с. 14
Рождественский В. Н., Смолянинов Ю. М., Докторов Е. Г., Белецкий Д. А. Конструктивные свойства бетона на заполнителе из литого доменного шлака	5, с. 30
Розенберг Т. И., Каплан А. С., Ямбор Я. Я. Механизм действия добавок электролитов на структуру цементного камня и свойства бетонов	7, с. 6
Сахаров Г. П., Попов К. И., Мысатов И. А. Прочность и деформативность ячеистого бетона на грубомолотом песке	12, с. 10
Сизов В. П. Об уточнении зависимости прочности бетона от различных факторов	11, с. 20
Силина Е. С. О методологии определения эффективности добавок к бетонам и растворам	7, с. 18
Соболев В. И., Астанин В. В. Комплексная добавка — пластификатор бетонной смеси и ускоритель твердения бетона	11, с. 18
Тринкер Б. Д., Жиц Г. Н., Тринкер А. Б. Эффективность применения комплексных добавок из ПАВ и электролитов	10, с. 12
Тотурбиев Б. Д. Мелкозернистый огнеупорный бетон	6, с. 35
Фомин С. Л., Ахмедов А. А. Усадка тяжелого бетона при повышенных температурах	4, с. 30

Арматура

Кислиер М. И. Клеевое соединение внешней листовой арматуры с бетоном при сдвиге	6, с. 22
Клименко Ф. Е., Барабаш В. М. Листовая арматура периодического профиля для конструкций с внешним армированием	6, с. 19
Мулин Н. М., Мешков В. З. Области применения арматурной стали в конструкциях, эксплуатируемых при низких температурах	1, с. 18
Петрова К. В., Кудрявцев А. А., Довгалюк В. И., Юлдашев М. А. Косвенное армирование элементов из бетона на пористых заполнителях	10, с. 23
Пляскин Ю. П., Киселев В. Г. Станок-автомат для изготовления спиральных шайб	3, с. 21
Рахманов В. А. Прочность и деформации стержневой арматуры при скоростном импульсивном нагружении	12, с. 21
Рахманов В. А. Усталостные свойства высокопрочной проволоочной арматуры класса ВР-II	2, с. 18
Шашин А. Ф. Конические спиральные анкеры	6, с. 38

Конструкции

Айзик Б. И., Янко А. Э. Особенности проектирования зданий со скрытым каркасом	4, с. 25
Алиева Ж. И., Самедов М. А., Симонов М. З. Испытания внецентренно сжатых армированных колонн из легкого бетона	2, с. 11
Вартенев В. С., Жив А. С., Воронов В. И., Матвеев В. А. Складчатые покрытия общественных и сельскохозяйственных зданий	8, с. 18

Васильев А. П., Матков Н. Г., Мирмуминов М. М. Местное сжатие в стыках колонн каркаса многоэтажных зданий	9, с. 30
Воронков Р. В., Багатуря Ф. И. Исследование железобетонных перекрытий с внешней профилированной арматурой	6, с. 11
Гамбаров Г. А., Гитлевич М. Б. Тонкие преднапряженные элементы зданий и сооружений	7, с. 26
Глуховской К. А. Сборные железобетонные оболочки на объектах Главзапстроя	8, с. 4
Горенштейн Б. В., Липницкий М. Е. Практика проектирования и возведения висячих покрытий	8, с. 9
Гудзенчук Э. В., Рейтман М. И. Оптимизация формы оболочек покрытий на произвольном плане по критерию массы	8, с. 20
Жилин В. А., Степанов А. М., Вознесенский Р. М. Опыт внедрения конструкций каркаса серии ИИ-04	2, с. 6
Жиров А. С. Прочность и деформативность комбинированных балок подвальных эстакад	12, с. 5
Ефимчук В. Н., Миронов С. А., Яворский А. К. Панели наружных стен из поризованного керамзитокерамзитобетона	2, с. 9
Илларионова Л. Ф., Хайдуков Г. К. Складчатые армоцементные элементы в покрытиях с безрулонной гидроизоляцией	8, с. 6
Канчели Н. В. Контроль и учет точности возведения радиальных вантовых систем	8, с. 16
Кириллов А. П., Михайлов О. В., Николаев Ю. Б., Белохин С. Л., Клоницкий М. Л. Конструкция герметизирующей облицовки защитной оболочки АЭС	6, с. 9
Клевцов В. А., Весник И. И., Багочунас В. М., Мислявичус А. М., Розенблюм А. Я. Снижение металлоемкости узлов сопряжений стропильных конструкций с колоннами	11, с. 12
Косолапов И. И., Переяславцев Н. А. Технология производства брусковых конструкций	6, с. 17
Костюковский М. Г., Рабинович Р. И., Кузьмич Т. А., Чиненков Ю. В., Шапиро А. В. Оболочки для зданий с сеткой колонн 24×24 м	6, с. 27
Кришкин И. Л., Лихолетов О. Д. Применение в санитарных сооружениях бетонов, модифицированных низкомолекулярным полиэтиленом	12, с. 19
Маркелов Н. А. Технология возведения оболочек навесным способом	8, с. 11
Матков Н. Г. Особенности работы стыков колонн с боковыми подрезками на внецентренное сжатие в каркасах промзданий	5, с. 26
Морозов Н. В., Жилин В. А., Куликов Л. Г., Степанов А. М. Трехслойные стеновые панели для промышленных и общественных зданий	10, с. 7
Мусаелян Б. А., Федотова Е. Н., Храбрый М. С. Облегченная керамзитобетонная стеновая панель	8, с. 35
Переяславцев Н. А. Брусковые конструкции с внешним армированием для каркасов ГРЭС	6, с. 7
Петров И. А., Майданик Е. М., Бондарев В. А., Рубач О. М. Сокращение номенклатуры стропильных ферм, выпускаемых предприятиями стройиндустрии УССР	10, с. 9
Пономаренко Б. Н., Харенко В. Г., Король С. П. Объемно-панельное здание	1, с. 21
Руф Л. В., Викман Э. А. Преднапряжение в железобетонных перекрытиях, сооружаемых методом подъема	5, с. 18
Саакян А. О., Саакян Р. О. Проектирование и исследование зданий, возводимых методом подъема	5, с. 8
Светов А. А., Бужевич В. Г. Преднапряженные сжатые элементы двутаврового сечения	12, с. 8
Снивак Н. Я., Полтавцев С. И. Выносливость легкого бетона плит основания пола жилых зданий	10, с. 10
Штолько В. Г. Пространственные конструкции общественных зданий на Украине	8, с. 14
Шумилин А. Б. Исследование конструкций многоэтажных промзданий, возводимых методом подъема	5, с. 13

Заводское производство

Аксельрод Е. Э., Фоломеев А. А. Совершенствование технологии формования железобетонных изделий в кассетах	4, с. 16
Афанасьев А. А. Исследование режимов колебаний импульсно-роликовой виброплощадки	7, с. 32
Балакин М. Г., Попов Л. Н., Роголев В. В., Чистяков Е. Н., Климов В. И., Городиловский Б. И. Авто-	

матическое дозирование компонентов бетонной смеси с коррекцией по влажности заполнителей	3, с. 17
<i>Бородин В. К., Мчедлов-Петросян О. П., Шейн В. И.</i> Применение противоточного пароразогрева бетонной смеси для изготовления бортовых камней	7, с. 29
<i>Брауде Ф. Г., Кормушкин Н. А., Веревкин Л. Р., Голубенков В. А.</i> Виброударный метод уплотнения песчаных бетонов	11, с. 26
<i>Бубен Э. М.</i> Электротепловая обработка пустотелых блоков на круговом конвейере	6, с. 36
<i>Граник Ю. Г., Ермолаева Н. Н., Некрич Е. И.</i> Кассетно-конвейерные линии на предприятиях крупнопанельного домостроения	4, с. 13
<i>Гриншпун И. М., Ширман В. Г.</i> Опыт домостроительных предприятий по повышению эффективности и улучшению качества крупнопанельных изделий	4, с. 24
<i>Грозав В. И., Михайлов В. В., Крылов Б. А.</i> Выбор оптимальных режимов обогрева железобетонных изделий в закрытых формах	3, с. 10
<i>Иванов Г. С., Ленский С. Е., Соколова Э. А., Трембицкий С. М.</i> Тепловая обработка виброгидропрессованных труб в электромагнитном поле	3, с. 8
<i>Карпунин В. Т.</i> Организация домостроительных потоков при выпуске продукции разнообразной номенклатуры	4, с. 11
<i>Кравченко А. А., Чумаков Е. В.</i> Применение добавок при производстве безнапорных центрифугированных труб	11, с. 24
<i>Кузин В. Н., Боровых В. И.</i> Формование плоских изделий с помощью вибропротяжного устройства	5, с. 34
<i>Малинина Л. А., Рудой А. Ф.</i> Тепловая обработка изделий в пакетах при избыточном давлении	9, с. 33
<i>Михановский Д. С.</i> Перспективы развития методов форсированного прогрева изделий заводского домостроения	4, с. 18
<i>Олехнович К. А.</i> Опыт применения малошумных виброплощадок большой грузоподъемности	5, с. 32
<i>Плетинцев В. Г., Семенов А. И., Аржановский С. И., Крамарь В. Г.</i> Преднапряженные панели, армированные витыми пучками из проволоки Вр-11	3, с. 19
<i>Пономарев В. П., Казарин С. К.</i> Технологические линии и оборудование по производству безнапорных труб и колец методом радиального прессования	10, с. 31
<i>Рагинов В. Б., Голубко П. И., Пальчик Е. Л., Бабицкий В. В., Марцинкевич В. Л., Полейко Н. Л., Далецкий А. К.</i> Применение добавки ННХК при изготовлении центрифугированных напорных труб	2, с. 27
<i>Саакян М. О., Алексеев А. М.</i> Попыты по совершенствованию формования трехслойных панелей наружных стен	4, с. 21
<i>Спиридонов А. Ф., Клем В. Р.</i> Эффективность тепловой обработки в малоинерционных пропарочных камерах	3, с. 15
<i>Сукатов В. И.</i> Типовые карты технологических процессов изготовления сборных железобетонных изделий	12, с. 27
<i>Холмянский М. М., Шабалева Н. Е., Хануков А. И.</i> Отыскание оптимальных режимов пропаривания бетона на ДСК-2	3, с. 12
<i>Цуранов Л. М., Фуников А. Г., Тур В. А., Суслин Б. Н., Смирнова Ф. А.</i> Внутренняя и наружная отделка элементов зданий заводского производства	4, с. 22
<i>Чаловский В. А., Нацевский Ю. Д., Вержбицкая М. Г., Загико В. М.</i> Конвейерное производство наружных стеновых панелей из поризованного керамзитоперлитобетона	2, с. 25
<i>Шашин А. Ф.</i> Форма для колонн серии ИИ-20	3, с. 15
<i>Шварцман Б. Л., Бальзак Я. Р.</i> Новые формовочные линии по изготовлению наружных стеновых панелей	12, с. 29

Строительное производство

<i>Джафаров Г. М., Мамедов А. Р., Балагозов А. М., Баширов Т. Г., Рзаев С. А., Алиев А. Б., Ахундов Т. Г., Султанов А. М.</i> Опыт возведения 16-этажного жилого дома в скользящей опалубке	3, с. 22
<i>Дыховичный Ю. А.</i> Применение метода подъема перекрытий и этажей в московском строительстве	5, с. 11

<i>Жигус Э. П.</i> Строительство водолечебницы методом подъема перекрытий	5, с. 16
<i>Пинус Э. Р., Фабрикантов Г. Н.</i> Пленкообразующие материалы для ухода за дорожным бетоном	7, с. 20
<i>Пятков В. Д.</i> Электромоделирование процессов остывания бетона, уложенного на грунт	11, с. 30
<i>Чернигин С. Я.</i> Опыт изготовления конструкций гидротехнических сооружений из бетона с комплексными добавками	7, с. 17
<i>Шаврин В. И., Сабалдырь В. П., Чернецкий Б. Г., Мартыненко Л. С.</i> Бетонирование тонкостенных густоармированных оболочек методом пневмонабрызга	11, с. 28
<i>Шахназарян С. Х.</i> Опыт строительства зданий методом подъема этажей и перекрытий в Армянской ССР	5, с. 6

Долговечность

<i>Беловицкий В. А.</i> Коррозионные испытания бетонов, модифицированных кремнийорганическими соединениями	9, с. 37
<i>Иванов И. А., Гучкин И. С.</i> Морозостойкость керамзитобетона при обжатии кратковременной нагрузкой	10, с. 37
<i>Мендельсон Д. И., Топчиев Е. А., Саввина Ю. А., Иванов Ф. М.</i> Сульфатостойкость крупнопористого фильтрационного бетона на шлакопортландцементе	5, с. 37
<i>Москвин В. М., Ярмаковский В. Н., Капкин М. М., Тябликов Ю. Е.</i> Усталостная прочность бетона при воздействии агрессивной среды	7, с. 37
<i>Печикин О. Я., Минас А. И.</i> Оценка долговечности дренажных труб из крупнопористого бетона	8, с. 36
<i>Спектор Э. М., Захарова Н. М., Багинская Г. П., Примезенкина О. В.</i> Латексные парогидроизоляционные составы для защиты конструкций от увлажнения	3, с. 39
<i>Скворцова Н. И.</i> О долговечности гипсоцементно-пудцолоановых бетонов в сельскохозяйственных зданиях	11, с. 35

Вопросы качества

<i>Вайнгартен Г. И., Кочанов А. Ф., Клевцов В. А.</i> Совершенствование методов отрыва со скалыванием	1, с. 6
<i>Горчаков Г. И., Михайловский В. П., Пименов А. Т.</i> Прогноз монолитности отделочного слоя	1, с. 12
<i>Коришнов Д. А., Клевцов В. А.</i> Стандартизация неразрушающего контроля качества железобетона	1, с. 3
<i>Марцинкевич В. Л., Полейко Н. Л., Бухвалов А. М., Барташевский А. А.</i> Режим пропаривания как определяющий фактор качества бетона в условиях агрессивной среды	10, с. 34
<i>Мелихов В. И., Толорая Д. Ф., Тимофеев Ю. В.</i> Управление качеством при производстве железобетонных шпал и труб	11, с. 22
<i>Мухин Н. Е.</i> Ультразвуковой стенд контроля качества изделий неразрушающими методами	1, с. 8
<i>Мчедлов-Петросян О. П., Сивцов А. П., Старосельский А. А.</i> Бетоны с улучшенными электроизоляционными свойствами	1, с. 11
<i>Сидоренко М. В., Кураш Ю. И.</i> Определение прочности бетона по усилению скалывания угла конструкции	1, с. 5
<i>Новиков Б. А., Левин Н. И., Липатов П. Е.</i> Роль статистического контроля в повышении качества изделий из ячеистого бетона	3, с. 30
<i>Почтовик Г. Я., Липник В. Г.</i> Эффективность контроля дефектов бетона ультразвуком	3, с. 28
<i>Смоленская Н. Г.</i> Система инструментального контроля качества жилых зданий	12, с. 33
<i>Чернышов Е. М., Баранов А. Т., Крохин А. М.</i> Повышение качества ячеистых бетонов путем улучшения их структуры	1, с. 9

Для сельского строительства

<i>Алексеев С. Н., Степанова В. Ф., Ожгибесов Ю. П., Киселев Д. П.</i> Стеновые панели для животноводческих и птицеводческих зданий из керамзитопенобетона	5, с. 36
<i>Бердичевский Г. И., Докудовский С. И., Гулин В. М., Нестеренко В. Г., Нисенбойм О. Б.</i> Конструктивное решение многопролетных животноводческих зданий	3, с. 24
<i>Бердичевский Г. И., Иссерс Ф. А., Карев В. И., Скорилов Б. А., Петров Е. А.</i> Особенности работы силовых корпусов с эффективной планировкой	1, с. 23
<i>Черняков В. Н., Еськов В. С.</i> Трехшарнирные железобетонные рамы в сельском строительстве УССР	3, с. 27

Трифонов Ю. П. Изготовление керамзитобетонных конструкций с применением нагнетания 4, с. 42

В помощь проектировщику

Витман К. Я. Усовершенствование конструкции стальных форм с упругими бортами 3, с. 32
Додонов М. И., Мухамедиев Т. А. К расчету прогибов плит, опертых по контуру 11, с. 31
Ждахин Л. П. Расчет поперечной арматуры опор несимметричных бункеров 4, с. 35
Зырянов В. С. К расчету по деформированной схеме плит, опертых по контуру 4, с. 37
Леммиш Л. Л. Учет работы растянутого бетона над трещинами при определении ширины их раскрытия 6, с. 39
Маломот И. К. Графический расчет пароструйного эжектора для кассетных установок 10, с. 28
Складнев Н. Н., Гаранин В. Н. Оптимальное проектирование ребристых плит перекрытий производственных зданий 2, с. 29
Стельмах С. И., Милонов В. М. Расчет сферических куполов с заземленным опорным контуром 7, с. 39
Ушаков Н. А. Оптимизация ступенчатых фундаментов 9, с. 41
Ушаков Н. А., Туголуков А. М., Потанкин Е. В. Анкеровка арматуры сварных сеток в подошвах фундаментов 2, с. 32
Цейтлин С. Ю. Расчет преднапряженных элементов с трещинами обжатия 1, с. 31
Часов Э. И. К вопросу о нормировании ширины раскрытия трещин фундаментов компрессоров 10, с. 30

В помощь заводским лабораториям

Жданов А. А., Саввина Ю. А. Автоматическая установка для определения водопроницаемости бетона 3, с. 35
Жовнир А. С., Ольшанский Н. Ф. Универсальная камера для ускоренного прогрева керамзитобетона 11, с. 37
Засав В. В., Лемехов А. Е., Стороженко Б. Е. Прибор для определения расхода сыпучих материалов 1, с. 27
Коган Е. А. Установка для испытаний материалов на ползучесть при трехосном сжатии 3, с. 34
Лукашев А. А. Прибор для неразрушающего контроля качества бетона 11, с. 38
Меркин А. П., Дикун А. Д. Использование неразрушающих методов в изучении деструкции ячеистого бетона 12, с. 31
Митчик Г. С., Кошубо А. А., Кравченко А. С., Эйсмонт Г. В. Определение геометрических параметров контрольных кубов бетона 1, с. 26
Мовчан С. П., Степанов А. А., Близнюк В. А. Микроволновой влагомер инертных компонентов бетонной смеси 10, с. 36
Платонов П. Н., Левых Э. Б., Старичков В. И., Канаев В. А. Экспрессный контроль удельной поверхности песка при помощи автоматического прибора 7, с. 34
Ройфе В. С., Лифанов И. С. Дилъкометрический метод измерения влажности бетона в изделиях 4, с. 39
Ситников Э. Ф., Цымбалюк В. В., Чиликов С. М. Прессы для испытания конструкций 3, с. 36
Хаютин Ю. Г., Дорф В. А., Гурьева Э. Я. Экспресс-контроль прочности товарного бетона 1, с. 29

Теория

Голосов В. Н., Залесов А. С., Бирюков Г. П. Расчет конструкции с внешним армированием при действии поперечных сил 6, с. 14
Голубов В. Г., Щербаков Е. Н., Берг О. Я. Влияние напряженного состояния бетона при сжатии на его водопроницаемость 10, с. 21
Дахундаридзе Т. Ш. Влияние армирования на деформации усадки и ползучести легкого бетона 2, с. 15
Зайцев Ю. В. Механизм разрушения бетона при кратковременном сжатии 7, с. 35
Зедгендзе В. А., Половец В. И. О длительной несущей способности изгибаемых элементов 4, с. 40
Изотов Ю. Л. Работа железобетонных балок с переменной высотой на действие поперечной силы 11, с. 33

Кавыркин М. А., Чупак И. М. О наклонных трещинах в железобетонных элементах 3, с. 37
Казаринов В. М. Исследование затухания колебаний железобетонных балок при работе за пределом упругости 12, с. 26
Касимов Р. Г. Прочность бетона при трехосном неравномерном сжатии 10, с. 27
Левин Н. И. О выборе теоретического распределения для прочности при сжатии ячеистых бетонов 12, с. 24
Мамедов Т. И., Гуца Ю. П. Деформативность изгибаемых элементов из высокопрочных бетонов 2, с. 22
Семенов А. И., Котельников Ю. С., Корнев Н. А. Трещинообразование при осевом растяжении преднапряженных элементов из бетона на литонидной пемзе 2, с. 20
Чече А. А., Кулик И. И. Сопротивление бетона в условиях двухосного напряженного состояния 10, с. 25
Шарапов Г. В., Ярмульчик Ф. В., Гайдук В. Г. Применение моделирования для исследования предельного равновесия конструкций 8, с. 38
Шейкин А. А. Метод прогнозирования предельной деформации ползучести бетона 9, с. 39
Ярмаковский В. Н., Истомина А. С., Деллос К. П., Анохин Е. К. Прочность и деформативность конструкционного шлакопемзобетона 10, с. 17

В порядке обсуждения

Бабанина Т. И., Кононова Л. Ф., Паньшева Л. Ф., Сериков Ю. А. Теплопроводность поризованного керамзитобетона 12, с. 13
Гвоздев А. А. Некоторые замечания по поводу статьи К. Э. Талья «О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций» 5, с. 21
Гольшев А. Б. О материалах второго Всесоюзного совещания по проблемам ползучести и усадки бетона 8, с. 25
Гуца Ю. П. О нормировании прочностных и деформативных характеристик высокопрочных арматурных сталей 4, с. 34
Довжик В. Г. О теплопроводности керамзитобетона на кварцевом песке 12, с. 15
Запорожец И. Д., Парийский А. А., Огороков С. Д., Чумадова Л. И. К вопросу о температурной функции тепловыделения бетона 6, с. 24
Заседателев И. Б., Шифрин С. А. Температурный фактор при гидратации цемента 6, с. 26
Скоробогатов С. М., Домнин В. В. Об эффективности использования высокопрочной стержневой арматуры с повышенными пластическими свойствами 4, с. 31
Таль К. Э. О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций 5, с. 20
Шмигальский В. Н. Определение водопотребности бетонной смеси и расхода цемента при изменении его нормальной плотности 7, с. 24

Вопросы экономики

Бердичевский Г. И., Пецольд Т. М., Ласточкин В. Г. Эффективность центрифугированных колонн кольцевого сечения 2, с. 36
Бужевич Г. А., Хаймов И. С. Эффективность панелей из поризованного и плотного керамзитобетон 9, с. 43
Григорьев Б. Г. Типовой блок машинного учета продукции 3, с. 41
Дмитриев А. С., Никифоров А. П. Резерв экономии цемента в монолитном бетоне 7, с. 40
Иванов Г. С., Вегенер Р. В., Ленский С. Е., Попова Л. Ф. Об эффективности тепловой изоляции парочных камер 8, с. 40
Лубенский И. С., Шевкопляс В. Ф. Эффективность применения сборного железобетона на шлакощелочном вяжущем 11, с. 40
Миронов А. А., Иванов В. И. Резервы снижения себестоимости производства железобетонных напорных труб 1, с. 34
Миронов А. А. Экономика ремонтов и повышение эксплуатационной надежности оборудования 12, с. 34
Михалко В. Р. Мероприятия по повышению качества и долговечности строительных конструкций в период эксплуатации 10, с. 40
Талесник Е. А., Цыганков И. И., Шайкин М. М. Эксплуатация форм на заводах сборного железобетона 2, с. 34
Циглилик И. И. Производительности труда — правильную оценку 7, с. 42

Стандарты

- Богословский В. А., Тимофеев А. А. Стандарт «Плиты железобетонные покрытый городских дорог» . . . 3, с. 43
- Бужевич Г. А., Лифанов И. С. Новый стандарт на стеновые бетонные камни . . . 1, с. 39
- Вольф И. В., Лецинский М. Ю., Сидоренко М. В., Сизов Г. В. Стандарт на определение прочности бетона методом отрыва со скалыванием . . . 1, с. 38
- Гунько С. М., Романов Ю. М. Инструкция по изготовлению изделий из легких бетонов . . . 2, с. 33
- Лецинский М. Ю., Гейхман Ш. У., Чередник Н. С. Об определении истираемости бетона . . . 7, с. 43
- Медведев В. М., Красный И. М. ГОСТ на методы определения морозостойкости бетона . . . 6, с. 45
- Мякошин Н. В., Дорф В. А., Коревицкая М. Г., Лапенис Т. Ю. ГОСТ 21217—75 «Бетоны. Контроль и оценка прочности и однородности с применением неразрушающих методов» . . . 1, с. 36
- Мякошин Н. В., Королев К. М., Довжик В. Г., Широкова Л. А. Новый стандарт на бетонные смеси . . . 5, с. 39
- Новиков М. М., Микиртумова Н. Е., Энтин З. Б., Яшина Е. Т., Краснова К. В., Ключева Л. Е., Малинина Л. А., Бруссер М. И. О новых стандартах на цементы . . . 10, с. 42

Нам пишут

- Андрюшкина Н. Н., Самолюк Е. А., Радченко В. И. Кассетный способ изготовления доборных изделий . . . 6, с. 42
- Доброхотов З. М., Чайников Н. А., Павлов В. А., Бирг Ф. Ш. Эпоксидные компаунды для уплотнения швов стальных форм . . . 5, с. 40
- Негинский Е. М. Метод изготовления сегментных ферм . . . 11, с. 39
- Новохацкая А. Ф. Изготовление панелей НС из шунгизобетона . . . 12, с. 41
- Постоев А. К., Зимницкий В. А., Брызгалов В. А. Применение электрогидравлических установок для разрушения конструкций . . . 5, с. 41
- Сунтель В. А., Яббаров И. С., Кислинский О. Ф. Малогабаритные сварочные клещи для сварки объемных общих арматурных каркасов . . . 12, с. 40
- Фролов И. П. Система улавливания цемента на растворном узле . . . 11, с. 40
- Хайтман В. Е. Контроль качества сборных железобетонных изделий потребителем . . . 9, с. 40
- Чумак Н. М., Сергеев В. А. Опыт автоматизации бетоносмесительных установок . . . 8, с. 42

В Госстрое СССР

- Бакума П. Ф. Специализация научно-исследовательских институтов системы Госстроя СССР, работающих в области бетона и железобетона . . . 7, с. 44
- Махалов Л. С., Цыганков И. И. Конкурс на проект завода по производству сборных конструкций для промышленного строительства . . . 8, с. 44
- Об итогах Всесоюзного общественного смотря-конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1976 г. . . . 8, с. 43

На ВДНХ СССР

- Безрулонные покрытия из преднапряженных складчатых армоцементных панелей . . . 8, с. 47
- Виброплощадка . . . 4, с. 44
- Гуров Ю. Б., Трошин А. И. Бригадный подряд от завода до монтажной площадки . . . 6, с. 42
- Комплексные добавки для защиты арматуры от коррозии . . . 3, с. 42
- Косвенное армирование железобетона . . . 6, с. 44
- Многоволновые оболочки положительной кривизны для промзданий . . . 9, с. 46
- Полная автоматизация дозировочных отделений бетоносмесительных цехов . . . 4, с. 44
- Преднапряженные железобетонные П-образные двускатные плиты размером 3×18 м . . . 11, с. 41
- Скобелева А. М. Охрана труда-76 . . . 2, с. 38
- Технология производства гравиеподобной шлаковой пемзы . . . 3, с. 42
- Ударная технология формования железобетонных изделий . . . 9, с. 46

- Электрообработка бетона на объектах комбината Печоршахтострой . . . 1, с. 40
- Эффективные виды арматуры . . . 10, с. 44

Зарубежный опыт

- Балочник Э. А., Касаткин В. В. Производство арматурных изделий в ЧССР . . . 11, с. 42
- Волков Ю. С. Железобетонная нефтедобывающая установка . . . 4, с. 45
- Ганичев И. А. Преднапряженный железобетон в промышленном и жилищном строительстве Югославии . . . 1, с. 41
- Ганичев И. А. Преднапряженные конструкции мостов в Югославии . . . 2, с. 45
- Иванов В. И., Фоломеев А. А. Безопалубочное производство железобетонных конструкций . . . 12, с. 37
- Казарновский Р. Н. Общественные здания Улан-Батора с унифицированным каркасом . . . 3, с. 44
- Королев К. М. Транспортирование и подача бетонной смеси в монолитном строительстве . . . 5, с. 41
- Якушин В. А. Многоэтажное производственное здание без закладных деталей . . . 12, с. 40

Информация

- Волков Ю. С. Многоязычный словарь ФИП по бетону и железобетону . . . 7, с. 47
- Всесоюзное совещание по стандартизации в строительстве . . . 11, с. 44
- Зикеев Л. Н., Крамарь В. Г. Международные симпозиумы ФИП по мостам и зданиям . . . 1, с. 43
- Королев К. М. Фибробетон . . . 10, с. 45
- Крылов Б. А., Лагойда А. В. Заседание постоянного комитета РИЛЕМ . . . 1, с. 46
- Лийв Э. Х. Новые отделочные покрытия для легкобетонных конструкций . . . 8, с. 47
- Митник Г. С., Эйсмонт Г. В. Итоги Всесоюзного конкурса на формы для контрольных образцов бетона . . . 2, с. 41
- Москвин В. М., Гузев Е. А. Совещание по коррозии и защите от нее бетонных и железобетонных сооружений . . . 11, с. 45
- Некрасов К. Д. Научно-техническая конференция по жаростойким бетонам . . . 3, с. 46
- О состоянии и развитии монолитного домостроения . . . 1, с. 47
- Пинаджян В. В. Всесоюзное совещание по строительству зданий методом подъема этажей и перекрытий У Научно-технический семинар «Надежность железобетонных конструкций» . . . 3, с. 47
- Сальков К. И. Школа передового опыта по арматурно-сварочным работам . . . 11, с. 45
- Хайдуков Г. К., Краковский М. Б. Международный конгресс по ограждающим конструкциям пространственного типа . . . 4, с. 46
- Холощин Е. П., Кузнецова Л. А. Легкие бетоны на пористых заполнителях Дальнего Востока . . . 2, с. 43
- Цыганков И. И. Семинары по повышению эффективности заводского производства сборного железобетона . . . 5, с. 45
- Читательская конференция в Ереване . . . 2, с. 44
- Шльков А. А. Освоение массового выпуска прогрессивной продукции . . . 11, с. 10

Библиография

- Горайнов К. Э. Книга о прогнозировании долговечности бетона . . . 5, с. 45
- Крылов С. М. Книга для проектировщиков железобетонных конструкций . . . 12, с. 42
- Литература по легким бетонам и конструкциям из них, опубликованная в 1976 г. . . . 6, с. 46
- Миронов С. А. Актуальная книга для строителей Севера . . . 11, с. 46
- Поляков Л. П. Своевременное издание . . . 9, с. 47
- Цыганков И. И. Экономика заводского производства элементов крупнопанельных домов . . . 10, с. 47
- Патенты и изобретения . . . 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12
- По страницам зарубежных журналов . . . 1, 3, 4, 7, 8, 11, 12

Наши юбиляры

- К 80-летию А. А. Гвоздева . . . 5, с. 25
- К 75-летию В. М. Москвина . . . 9, с. 45
- Михайлов К. В. 50-летие научного центра по железобетону . . . 5, с. 22

CONTENTS

- Zhirov A. S.* Strength and deformability of combined beams for underbath platform
- Svetov A. A., Buzhevich V. G.* Prestressed compressed members of double—T cross section
- Sakharov G. P., Popov K. I., Mysatov I. A.* Strength and deformability of cellular concrete with coarse-ground sand
- Dovzhik V. G.* Thermal conductivity of ceramicsite concrete with quartz sand
- Babanina T. I., Kononova L. F., Panyshcheva L. F., Serikov Yu. A.* Thermal conductivity of porous ceramicsite concrete
- Kagan M. Z., Fedorov A. E.* Choice of cement for casing the metro tunnels
- Glukhovskiy V. D., Pakhomov V. A., Zhigna V. V.* Shrinkage of slag alkali concretes
- Krinkin I. L., Sikoletov O. D.* Application of concretes, modified by low-molecular polyethylene, in sanitary engineering
- Rakhmanov V. A.* Dynamic properties of bar reinforcement under high speed impulsive loading
- Levin N. I.* Choice of theoretical distribution for strength of cellular concrete under compression
- Kazarinov V. M.* Study of oscillation damping in reinforced concrete beams in service beyond the limits of elasticity
- Sukovatov V. I.* Working out of typical normalized production process charts for manufacturing of precast concrete units
- Shvartsman B. L., Balzak Ya. R.* New forming lines for manufacturing of external wall panels
- Merkin A. P., Dikun A. D.* Use of non-destruction methods in study the break down of cellular concrete
- Smolenskaya N. G.* System of instrument control of apartment buildings quality

CONTENU

- Girov A. S.* La résistance et la déformabilité des poutres combinées pour les plate-formes sous les baigns.
- Svetov A. A., Bougévitch V. G.* Les éléments précontraints et comprimés de la section à double T.
- Sakharov G. P., Popov K. I., Mysatov I. A.* La résistance et la déformabilité du béton cellulaire sur le sable de basse mouture.
- Doogik V. G.* Sur la conductibilité calorifique du béton de kéramsite sur le sable quartzeux.
- Babanina T. I., Kononova L. Ph., Panyshcheva L. Ph., Serikov Y. A.* La conductibilité calorifique du béton de kéramsite porisé.
- Kagan M. Z., Phedorov A. S.* Le choix du ciment pour le revêtement des souterrains du métro.
- Gloukhovskiy V. D., Pakhomov V. A., Gignav V. V.* Le retrait des bétons en laitier-alkali.
- Krinekine I. L., Likholeto O. D.* L'application dans les installations sanitaires de bétons modifiés par polyéthylène bas-moléculaire.
- Rakhmanov V. A.* Propriétés dynamiques de l'armature en barres sous le chargement impulsif rapide.
- Levin N. I.* Sur le choix de la distribution théorique pour la résistance des bétons cellulaires sous la compression.
- Kazarinov V. M.* L'étude d'évanouissement d'oscillations dans les poutres en béton armé pendant leur service au delà de limite d'élasticité.
- Sukovatov V. I.* Sur le problème d'élaboration des cartes types de processus technologiques normalisés utilisées pour la fabrication des produits préfabriqués en béton armé.
- Chvartsmann B. L., Balzak Ja. R.* Les nouvelles lignes de moulage pour la production des panneaux muraux extérieurs.
- Merkine A. P., Dikoune A. D.* Utilisation des méthodes non destructives pour étudier la destruction du béton cellulaire.
- Smolenskaja N. G.* Le système du contrôle instrumental de la qualité des bâtiments d'habitation.

INHALTSVERZEICHNIS

- Shirow A. S.* Festigkeit und Verformbarkeit von Verbundträgern in Badebrücken
- Svetow A. A., Bushewitsh W. G.* Vorgespannte gedrückte Doppel—T—Bauelemente
- Sacharov G. P., Popow K. I., Mysatow I. A.* Festigkeit und Verformbarkeit von Zellenbeton mit grobgemahenem Sand
- Dowshik W. G.* Wärmeleitfähigkeit von Keramsitbeton mit Quarzsand
- Babanina T. I., Kononowa L. F., Panyshchewa L. F., Serikow J. A.* Wärmeleitfähigkeit von porösem Keramsitbeton
- Kagan M. S., Fjodorow A. E.* Auswahl von Zement für die Tunnelauskleidung der Untergrundbahn
- Gluchowskij W. D., Pachomow W. A., Shigna W. W.* Schwinden von Schalackenalkalibetonen
- Krinkin I. L., Licholetow O. D.* Anwendung von mit niedrigmolekularem Polyäthylen modifizierten Betonen in sanitärtechnischen Bauwerken
- Rachmanow W. A.* Dynamische Eigenschaften der Stabbewehrung unter impulsiver Geschwindigkeitsbelastung
- Lewin N. I.* Anwahl der theoretischen Verteilung für Festigkeit unter Druck von Zellenbetonen
- Kasarinow W. M.* Untersuchung des Erlöschens von Schwingungen in Stahlbetonträgern bei der Arbeit ausserhalb der Elastizitätsgrenze
- Sukowatow W. I.* Frage über Ausarbeitung von Typenkarten der normalisierten technologischen Prozesse zur Fertigung von Stahlbetonelementen
- Schwarzman B. L., Balzsak J. R.* Neue Formgebungslinien für Fertigung von Aussenwandplatten
- Merkin A. P., Dikun A. D.* Anwendung von bruchlosen Prüfmethoden bei der Untersuchung der Strukturänderung von Zellenbetonen
- Smolenskaja N. G.* System der instrumentalen Gütekontrolle von Wohngebäuden

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Вайков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, Г. С. Иванов, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, А. А. Лейрих, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), А. П. Морозов, В. М. Москвин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, С. И. Сименко, Д. М. Чудновский, А. В. Шерстнев, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Адрес редакции:

103006,
Москва, К-6,
Каляевская, 23а

Телефоны:
250-18-54,
250-24-35

Технический редактор

ИНОЗЕМЦЕВА Н. Е.

Корректор

СТИГНЕЕВА О. В.

Сдано в набор 13/X 1977 г.

Подписано к печати 11/XI 1977 г.

Т—18179

УИЛ 8,16

Бумага 60×90/8

Объем 6 печ. л.+1/4 п. л. накидка

Тираж 21 855 экз.

Заказ 549

Цена 40 коп.

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли г. Подольск, ул. Кирова, 25

По страницам зарубежных журналов

Brachet M. Средства защиты от разрушения коррозией преднапряженной арматуры. — «Annales I.T.V.T.P.», 1977, III, N 348, p. 29—50, 24 ill., 6 tab. (франц. — Франция, резюме на нем., англ. и исп. яз.)

Рассматривается механизм электрохимической коррозии напряженной высокопрочной арматуры при различных значениях pH среды. Специфическим видом коррозии напряженной арматуры является бескислородная коррозия с образованием водорода, вызывающего растрескивание металла. Предложены способы борьбы с коррозией: обеспечение непроницаемости железобетонных конструкций, установка барьеров между водой и арматурой (плотный бетон, защитные покрытия, цинкование арматуры); исключение определенных примесей в бетоне, ускоряющих коррозию; правильный выбор типа арматуры и степени напряжения.

Vaquier A., Grandet J., Thepoz B. Легкие полимербетоны на пористых заполнителях. — «Matériaux et constructions», 1977, I—II, N 55, p. 17—23, ill. Bibliogr 7 ref. (франц. — бюллетень РИЛЕМ, резюме на англ. яз.)

Изучены свойства легкого полиэфирного полимербетона на пористых заполнителях. В качестве пористых заполнителей применяли пемзу и заполнитель типа керамзита. Установлено, что для легкого полимербетона на обычном песке наибольшая удобоукладываемость отмечалась при содержании мелких фракций (менее 100 мкм), равном 24%, в то время как для легкого полимербетона на пористом песке удобоукладываемость увеличивалась непрерывно с увеличением содержания мелких фракций.

Cedolin L., Crutzen R. J., Poli S. D. Трехосная зависимость деформации бетона от напряжения. — «Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs», 1977, VI, Vol. 103, N EM3, p. 423—439, 12 ill. Bibliogr. 32 ref. (англ. — США)

Выведен трехосный основной закон и критерий потери устойчивости бетона при кратковременном монотонном нагружении. Деформационное поведение бетона можно описать простыми аналитическими выражениями, связывающими объемный модуль упругости и модуль сдвига с двумя первыми инвариантами деформированного состояния. Значения тангенциальных модулей определяют дифференцированием. Критерий

предельной прочности выражен отношением между напряжениями сдвига и нормальными напряжениями при потере устойчивости. Предложенные уравнения показывают удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными и пригодны для применения в численных схемах при прогнозировании реакции трехмерной железобетонной конструкции.

Darwin D., Pecknold D. Нелинейная двухосная зависимость деформации бетона от напряжения. — «Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs», 1977, IV, Vol. 103, N EM2, p. 229—241, 5 ill. Bibliogr. 15 ref. (англ. — США)

Разработана основная модель неармированного бетона, соответствующая экспериментальным данным о монотонном пропорциональном двухосном нагружении. Модель выполнена в форме, удобной для исследования методом конечных элементов, и позволяет представить бетон при монотонном двухосном нагружении кривыми двухосной зависимости деформации от напряжения, а также другими аналитическими методами.

Testa R. B., Stubbs N. Потеря сцепления и неупругая реакция бетона. — «Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs», 1977, IV, Vol. 103, N EM2, p. 296—310, 6 ill. Bibliogr. 10 ref. (англ. — США)

Предложена двумерная модель для исследования влияния потери сцепления между цементирующей средой и заполнителем на зависимость деформации бетона от напряжения. Определены напряжения на границе раздела между цементирующей средой и заполнителем при постепенной потере сцепления. Применяется критерий раскрытия трещин при растяжении. Получены кривые зависимости деформации бетона от напряжения. Показана зависимость неупругой реакции бетона от прочности сцепления, прочности раствора и размера и объемной пропорции заполнителя.

Desayi P. Растрескивание бетона при сжатии. — «Matériaux et constructions», 1977, V—VI, N 57, p. 139—144, 7 ill., 3 tab. Bibliogr. 9 ref. (англ. — бюллетень РИЛЕМ, резюме на франц. яз.)

Представлены результаты испытаний призм с надрезом из цементного раствора и бетона при сжатии. Рассмотрены системы трещин, изменение деформации при сжатии, деформаций растяжения в

вершине надреза и критическая скорость высвобождения энергии деформации образцов.

Hughes B. P., Fattuhi N. I. Кривые зависимости деформации от напряжения при сжатии для фибробетона (Великобритания). — «Cement a. Concrete Research», 1977, III, Vol. 7, N 2, p. 173—183, 10 ill., 1 tab. Bibliogr. 7 ref. (англ. — международный журнал, резюме на франц. яз.)

Определены прочностные и деформативные характеристики бетона, армированного волокнами пропилена, отрезками стальной проволоки, отрезками стальной проволоки Duoform и Beakaert или отрезками стальной проволоки волнистой формы в количестве 1,5% объема. Образцы испытывали на сжатие в возрасте 30, 90 или 190 сут. Показано, что волокна полипропилена снижают динамический модуль упругости и прочность фибробетона, а отрезки стальной проволоки Duoform увеличивают прочность на 7%.

Bhargava J., Rehnström A. Сопротивление удару полимерцементного бетона и фибробетона (Швеция). — «Cement a. Concrete Research», 1977, III, Vol. 7, N 2, p. 199—207, 8 ill., 1 tab. Bibliogr. 11 ref. (англ. — Швеция, резюме на нем. яз.)

Определены ударная прочность и предел усталости образцов из обычного бетона, полимерцементного бетона, фибробетона и фиброполимерцементного бетона. Предел усталости полимерцементного бетона значительно выше, чем у обычного. Ударная прочность полимерцементного бетона на 30—35% выше ударной прочности обычного бетона, а фибробетона — на 15%. Для всех видов бетона ударная прочность выше статической: для обычного — на 40—45%, а для полимерцементного — на 55—60%.

Rutle J. Добавки к бетону и выдерживание бетона. (Швеция). — «Nordisk Betong», 1977, V—VI, N 3, p. 21—23, 25—26, 6 ill. (англ. — Швеция, резюме на швед. яз.)

Рассмотрены добавки, применяемые для замедления схватывания бетона. Среди обычных химических применяют также некоторые лигносульфонаты и углеводороды. Рассматриваются также добавки, ускоряющие схватывание бетона; выдерживание его и способы предупреждения растрескивания поверхности.

УДК 624.072.2:539.3/4

Жиров А. С. Прочность и деформативность комбинированных балок подвальных этажа. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 5—8, ил. 5, табл. 3, список лит.: 4 назв.

Освещены результаты заводских испытаний комбинированных нагрузочных балок из двух опытно-промышленных партий коррозионно-стойких конструкций, внедренных на Зиминском и Стерлитамакском химпредприятиях. На основе сравнения анализа работы испытанных балок под нагрузкой даны практические рекомендации по дальнейшему совершенствованию комбинированных изгибаемых элементов в направлении снижения их материалоемкости, повышения химической стойкости, длительной прочности и жесткости при сниженной объемной массе.

УДК 624.075.23

Светов А. А., Бужевич В. Г. Преднапряженные сжатые элементы двутаврового сечения. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 8—10, ил. 4, табл. 2, список лит.: 3 назв.

Приведены результаты испытания на прочность преднапряженных и обычных железобетонных колонн двутаврового сечения. На основании экспериментальных данных показано, что при $I_p/I_n = 0,7$ преднапряжение повышает несущую способность внецентренно-сжатых колонн гибкостью $\lambda = 15,6$ от 2 до 8% (в зависимости от процента армирования при одном и том же усилии обжатия) и повышает трещиностойкость и жесткость колонн.

УДК 691.327:666.973.5:539.3/4

Сахаров Г. П., Попов К. И., Мысатов И. А. Прочность и деформативность ячеистого бетона на грубомолотом песке. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 10—12, ил. 2, табл. 2, список лит.: 5 назв.

Рассмотрены прочностные и деформативные свойства ячеистых бетонов на грубомолотом песке. Показаны преимущества таких бетонов по сравнению с общепринятой технологией и свойствами ячеистого бетона на тонкомолотом песке, даются рекомендации к широкому использованию их в производство.

УДК 691.327:666.973.2:666.64—492.3:536.2

Довжих В. Г. О теплопроводности керамзитобетона на кварцевом песке. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 14—15, ил. 1, табл. 3, список лит.: 5 назв.

На основе обобщения экспериментальных данных и теоретических расчетов показано, что поризация с введением кварцевого песка при неизменной объемной массе практически не влияет на коэффициент теплопроводности керамзитобетона.

УДК 691.327:666.973.2:666.64—492.3:536.2

Теплопроводность поризованного керамзитобетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 13, табл. 2. Авт.: Т. И. Бабанина, Л. Ф. Кононова, Л. Ф. Паньшева, Ю. А. Сериков.

Приведены результаты лабораторных и стендовых испытаний по определению коэффициента теплопроводности поризованного керамзитобетона, на основании которых сделан вывод о неэффективности применения кварцевого песка при приготовлении таких бетонов.

УДК 691—412:691.54

Каган М. З., Федоров А. Е. Выбор цемента для отделки тоннелей метро. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 16—17, табл. 1, список лит.: 2 назв.

Приведены данные исследований по выбору цемента для блоков тоннельной отделки. Исследования физико-механических свойств бетонов и производственный опыт показали, что в условиях существующих технологий для производства блоков целесообразно применять обычный порландцемент, а не ОБТЦ. Проведены промышленные испытания по проверке эффективности использования глиноземистой добавки при производстве блоков тоннельной отделки. Опытная партия блоков показала высокое качество при стендовых испытаниях и при эксплуатации на участке перегонного тоннеля.

УДК 691.327:666.973.2:669.046.58:666.9.015.462

Глуховский В. Д., Пахомов В. А., Жигна В. В. Усадка шлакощелочных бетонов. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 17—19, табл. 1, ил. 4, список лит.: 4 назв.

Описаны результаты исследований деформаций усадки и набухания мелкозернистых и крупнозернистых шлакощелочных бетонов с разными составами и щелочными компонентами в различных условиях твердения и хранения. Для сравнения приводятся данные крупнозернистых цементных бетонов аналогичных составов. Приведены кривые изменения усадочных деформаций пропаренных образцов и естественного твердения при хранении в естественных условиях и в воде, найдены основные факторы, влияющие на усадку шлакощелочных бетонов.

УДК 691.327:696.123.51

Кринкин И. Л., Лихолетов О. Д. Применение в сантехнических сооружениях бетонов, модифицированных низкомолекулярным полиэтиленом. — «Бетон и железобетон», 1977, № 12, с. 19—20, ил. 4, список лит.: 2 назв.

Изложены результаты экспериментальных исследований по подбору составов цементных бетонов, модифицированных низкомолекулярным полиэтиленом, для создания водонепроницаемого слоя на внутренних поверхностях гидротехнических сооружений. Разработана технология введения добавки для нанесения составов торкретированием. Приведены результаты практического внедрения разработанных композиций на очистных сооружениях в Казани.

ажено отношение сдвига и ли при потере ные уравнения льную сходя-ыми данными жия в числен-ровании реак-бетонной кон-

old D. Нели-ость деформа-жения. — «Рос. 1977, IV, Vol. 5 ill, Bibliogr.

модель неар-ответствующая м о монотон-двухосном на-ишена в форме, ия методом ко-воляет предст-ном двухосном ухосной зависи-напряжения, а ескими метода-

bs N. Потеря реакция бето- . Civ. Engrs», 1977, N 2, p. 296—310, англ. — США)

тая модель для отери сцепления средней и запол-деформации бе- Определены на-раздела между и заполнителем сцепления. При-крытия трещин чены кривые за-бетона от напря-исимости неупру-прочности сцеп-ра и размера и олнителя.

рживание бетона их et constru- 1977, N 2, p. 139—144, 9 ref. (англ. — зюме на франц.

вершине надреза и критическая скорость высвобождения энергии деформации образцов.

Hughes B. P., Fattuhi N. I. Кривые зависимости деформации от напряжения при сжатии для фибробетона (Великобритания). — «Cement a. Concrete Research», 1977, III, Vol. 7, N 2, p. 173—183, 10 ill., 1 tab, Bibliogr. 7 ref. (англ. — международный журнал, резюме на франц. яз.)

Определены прочностные и деформативные характеристики бетона, армированного волокнами пропилена, отрезками стальной проволоки, отрезками стальной проволоки Duoform и Beкарт или отрезками стальной проволоки волнистой формы в количестве 1,5% объема. Образцы испытывали на сжатие в возрасте 30, 90 или 190 сут. Показано, что волокна полипропиленов снижают динамический модуль упругости и прочность фибробетона, а отрезки стальной проволоки Duoform увеличивают прочность на 7%.

Bhargava J., Rehnström A. Сопротивление удару полимерцементного бетона и фибробетона (Швеция). — «Cement a. Concrete Research», 1977, III, Vol. 7, N 2, p. 199—207, 8 ill., 1 tab, Bibliogr. 11 ref. (англ. — Швеция, резюме на нем. яз.)

Определены ударная прочность и предел усталости образцов из обычного бетона, полимерцементного бетона, фибробетона и фиброполимерцементного бетона. Предел усталости полимерцементного бетона значительно выше, чем у обычного. Ударная прочность полимерцементного бетона на 30—35% выше ударной прочности обычного бетона, а фибробетона — на 15%. Для всех видов бетона ударная прочность выше статической: для обычного — на 40—45%, а для полимерцементного — на 55—60%.

Rutle J. Добавки к бетону и выдерживание бетона. (Швеция). — «Nordisk Betong», 1977, V—VI, N 3, p. 21—23, 25—26, 6 ill. (англ. — Швеция, резюме на швед. яз.)

Рассмотрены добавки, применяемые для замедления схватывания бетона. Среди обычных химикалий применяют также некоторые глиносульфонаты и углеводороды. Рассматриваются также добавки, ускоряющие схватывание бетона; выдерживание его и способы предупреждения растрескивания поверхности при растяжении в

ьтаты испытаний ментного раство-ии. Рассмотрены ение деформации ий растяжения в

В СССР построено развитое социалистическое общество. На этом этапе, когда социализм развивается на собственной основе, все полнее раскрываются созидательные силы нового строя, преимущества социалистического образа жизни, трудящиеся все шире пользуются плодами великих революционных завоеваний.

Конституция СССР

Патенты и изобретения

№ 21*

№ 560723. Д. Т. Якимович и А. А. Розов. КТБ при АСИА. Устройство для зажима продольных арматурных стержней.
№ 560751. А. Н. Чернов. Уральский научно-исследовательский ин-т строительных материалов. Способ изготовления плит и других изделий из ячеистых бетонов.
№ 560752. В. И. Ершов, Ю. А. Родионов и В. П. Бочаров. Управление промышленными предприятиями Главташкентстроя. Технологическая линия для изготовления железобетонных изделий.
№ 560753. И. Н. Яковлев, Н. П. Герасимов, А. А. Веселов и др. ЭКБ ЦНИИСК. Форма для изготовления предварительно-напряженных объемных элементов.
№ 560854. Э. Ф. Платонов и Н. О. Филиппов. Херсонский сельскохозяйственный ин-т. Бетонная смесь.
№ 560855. Г. С. Галузо, Р. И. Засепа и В. Ф. Кишенев. Минский НИИСМ. Ячеистобетонная смесь.
№ 560856. О. Д. Садковская, Е. Н. Юрченко, Ю. Н. Медведев и др. Сырьевая смесь для изготовления тепло-звукоизоляционных материалов.
№ 560857. С. С. Давыдов, В. И. Соломатов, Я. И. Швидко и А. Б. Разумовский. МИИТ. Полимербетонная смесь.
№ 560864. А. М. Клиндух, Г. А. Хохлачева и О. Л. Юнакова. КИСИ. Способ термовлажностной обработки строительных изделий.
№ 560945. А. И. Котов, Я. Я. Мотуз и В. Д. Смирнов. НИИОСП и Ленинградский институт водного транс-

порта. Устройство для изготовления грунтобетонных свай.

№ 560959. Д. Ф. Толорая, Е. Н. Куксенко-Турский, В. Н. Леонтьев и В. А. Петров. Железобетонный корпус высокого давления.

№ 22

№ 561667. С. Д. Артюшкин, В. И. Гуляев, Э. Н. Малышев и др. ЛИИЖТ и Управление строительства ленинградского метрополитена. Виброустановка.

№ 561668. А. М. Студенков и Л. Д. Баяндров. Трест Ленинградоргстрой. Виброплощадка для формования изделий из бетонных смесей.

№ 561669. А. А. Пак и Л. Н. Чумадов. ЛИСИ. Форма для электропрогрева изделий из ячеистых бетонов.

№ 561672. А. Б. Либенсон, В. В. Соусь, М. П. Кахоненко и др. ПКБ Минсельстроя БССР. Установка для изготовления объемных элементов типа «стакан».

№ 561712. В. И. Соломатов, Ю. Б. Потапов, Г. А. Лаптев и Я. И. Швидко. Мордовский государственный университет. Металлобетонная смесь.

№ 561713. В. И. Соломатов, Ю. Б. Потапов, Г. А. Лаптев и А. И. Белозеров. Мордовский государственный университет. Способ изготовления металлобетонных изделий.

№ 561771. Н. А. Панасов, В. С. Архипенко, И. И. Руденко и А. С. Козловский. Виброизоляционная площадка к дорожно-строительной машине.

№ 561772. Г. А. Манюков и Т. Х. Бухарбаев. Строительная панель.

№ 561774. А. Ф. Миренков, А. Г. Зеленский, В. А. Абрамов и В. Е. Кузнецов. Устройство для

предварительного напряжения арматурного пучка.

№ 561804. И. Я. Мацевич. ЦКБ «Строймаш». Бетононасос.

№ 561888. А. К. Бурковский, В. Г. Николаев, В. И. Романов и др. Усть-Каменогорский строительно-дорожный институт. Стенд для испытания опор.

№ 23

№ 562359. Б. Р. Минкин. Устройство для сварки арматурных сеток.

№ 562427. Я. Ф. Вайкоф, В. А. Иваненко, А. А. Худенко и др. НИИСП. Вибродарная площадка для уплотнения бетонной смеси в форме.

№ 562428. Э. Н. Малышев, Я. А. Лейдман, М. А. Могилевкин и др. Нормативно-исследовательское бюро ГлавАПУ капитального строительства МПС. Виброплощадка для формирования изделий из бетонных смесей в форме.

№ 562429. М. М. Глайх. СКБ Прокатдеталь. Устройство для изготовления железобетонных изделий на вибропрокатных станах.

№ 562534. Н. И. Федьнин. Новокузнецкое отделение Уральского научно-исследовательского и проектного института строительных материалов. Легкобетонная смесь.

№ 562535. В. В. Патуров, И. Е. Путляев, Г. Н. Сыпченко, О. А. Мамыкина и Н. Ф. Шестеркина. НИИЖБ. Полимербетонная смесь.

№ 562536. Ю. Ф. Соколов, Г. М. Хуторцов и В. Ф. Курденков. Пластобетонная смесь.

№ 562538. Л. В. Андреев, В. Н. Колотушкин, Е. А. Ермакова и др. Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона.

№ 562541. Ю. М. Баженов, А. Д. Деминов, Б. В. Гусев и др. КТБ Мосоргстройматериалы. Способ отверждения бетонполимерных изделий.

* См. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1977.