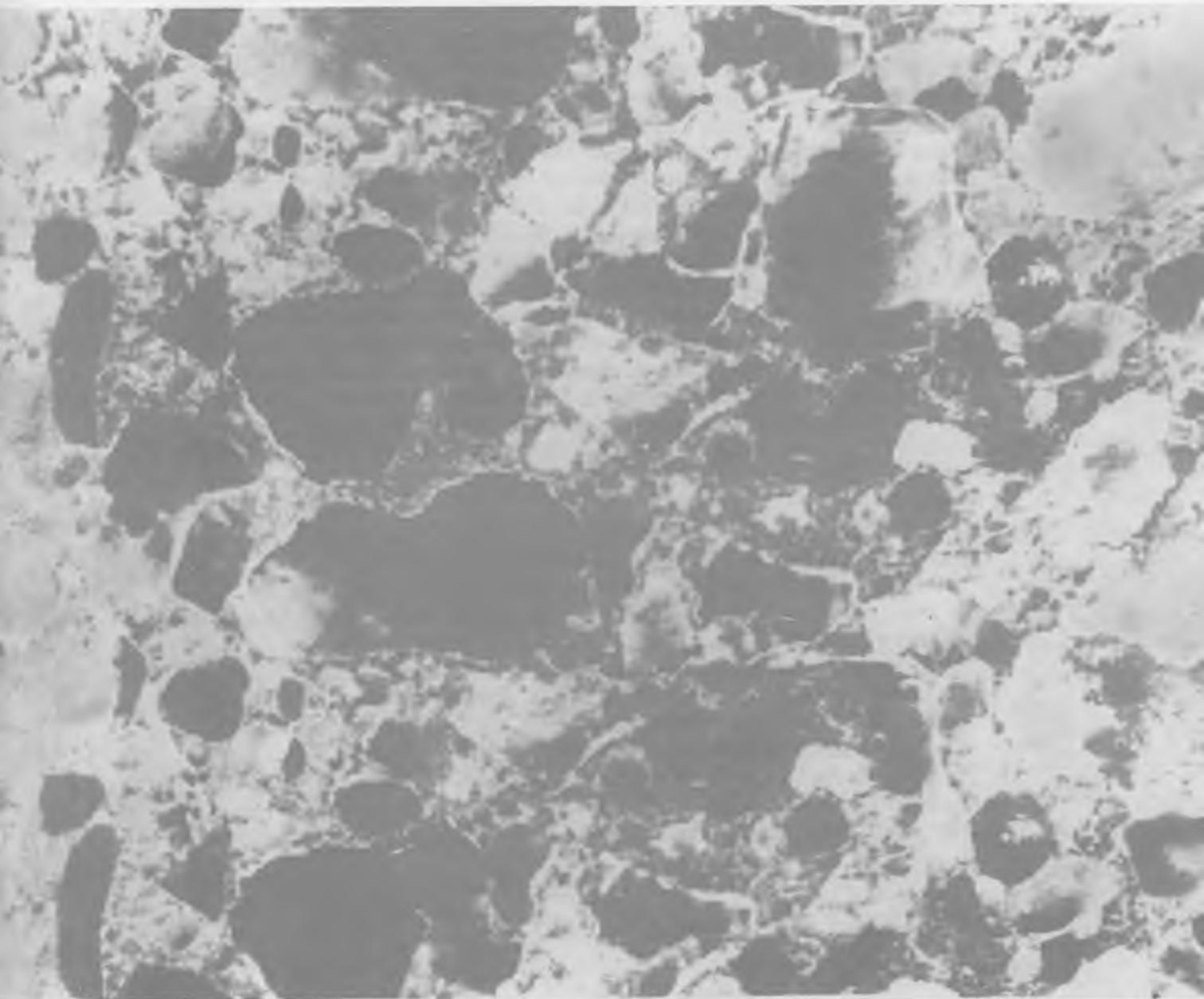


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

4
1983

20



К сведению авторов

Направляемые в редакцию рукописи статей должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Рукописи представляются **в 2 экземплярах** и сопровождаются необходимой документацией.
2. Содержание статьи излагается предельно кратко и ясно, с практическими рекомендациями и выводами. Объем рукописи не должен превышать **6 стандартных машинописных страниц, напечатанных через 2 интервала**, включая таблицы, выводы и список литературы. Формулы следует писать разборчиво, выделяя латинские и греческие буквы. Все имеющиеся по тексту формулы необходимо разборчиво и с указанной разметкой выписать (и пронумеровать) на отдельном листе стандартного формата в порядке их расположения по тексту статьи. Между отдельными формулами следует оставлять интервал 4—5 строк. Иллюстративный материал (3—4 рисунка, фото на глянцевой бумаге) также представляется **в 2 экземплярах**. Графики и схемы должны быть четкими, не перегруженными излишними линиями, обозначениями и размерами. Все позиции на рисунке следует нумеровать цифрами и выносить их в подрисуночные подписи (прилагаются на отдельном листе).
3. Таблицы должны быть компактными, по возможности упрощенными и не дублировать информации, содержащейся на графиках.
4. Ссылки на рисунки, таблицы и литературу следует приводить в тексте статьи. Список литературы должен быть ограничен **4—5 названиями**, он входит в объем статьи.
5. Рукопись (в первоначальном виде и после доработки) должна быть обязательно подписана всеми авторами. При отправке рукописи в редакцию необходимо сообщить фамилии, имена, отчества всех авторов (по паспортным данным), домашние адреса с шестизначным индексом, место работы, телефоны.
6. Следует представлять в 2 экземплярах отпечатанный на машинке реферат объемом **3—4 предложения**.

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

Содержание

Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!	
Большие задачи строителей	2
Навстречу IX Всесоюзной конференции по бетону и железобетону	
<i>Шатило А. И.</i> Повышение технического уровня производства и монтажа сборного железобетона	3
Экономия ресурсов	
<i>Складнев Н. Н., Дрейер Ф. Э., Семченков А. С., Кутовой А. Ф.</i> Резервы прочности нормальных сечений ригелей перекрытий многоэтажных зданий	5
Бетоны	
<i>Крылов Б. А., Королева Г. П.</i> Влияние комплексных противоморозных добавок на критическую прочность бетона	7
Арматура	
<i>Горский В. В.</i> Полуавтоматическая линия безотходной заготовки арматурных стержней	8
Заводское производство	
<i>Иужавин А. Я.</i> Станок для изготовления арматурных спиралей	10
В помощь проектировщику	
<i>Карпенко Н. И., Мухамедиев Т. А.</i> К расчету прочности нормальных сечений изгибаемых элементов	11
<i>Спрыгин Г. М., Решетарь Ю. Г.</i> Деформативность изгибаемых элементов при частичном отсутствии сцепления арматуры с бетоном	12
<i>Залесов А. С., Качановский С. Г.</i> Продавливание и переходные формы разрушения в плитах с поперечной арматурой	15
Вопросы экономики	
<i>Жердева М. В., Устименко В. В.</i> Об использовании производственных мощностей и сокращении перевозок сборных конструкций	16
Вопросы качества	
<i>Шилкин П. И., Каравичев А. П., Грызлов В. С., Белашов А. А., Лушников С. П.</i> Производственный опыт оптимизации режимов формования шлакопемзобетонных конструкций	17
Использование промышленных отходов	
<i>Кудрявцев А. А., Романов Ю. М.</i> Бетоны на крупных заполнителях из золы ТЭС	19
Теория	
<i>Проксевич И. Е., Яременко А. Ф., Мельник А. Я.</i> Ползучесть бетонных дисков при двухосном сжатии	21
В порядке обсуждения	
<i>Краковский М. Б.</i> Учет условий надежности при расчете железобетонных конструкций	22
Долговечность	
<i>Кудинова В. Д., Елец Ю. Р., Удалова В. И.</i> Коррозионная стойкость полимер-силикатных бетонов в сернокислой среде	24
<i>Островский А. Б., Федорова А. П.</i> Исследование коррозии стали в арболите	25
Зарубежный опыт	
<i>Крайс Р.</i> Полимербетоны и области их применения в ФРГ	27
<i>Трамбовецкий В. П.</i> Новая конструкция берегоукрепительных сооружений	29
Информация	
VIII съезд НТО стройиндустрии	30

4

[337]

апрель 1983



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

БОЛЬШИЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЕЙ

Осуществляя курс, выработанный XXVI съездом КПСС, Государственный план экономического и социального развития СССР на 1983 г. нацелен на дальнейшее развитие социально-экономической стратегии партии. Эта стратегия предусматривает ускорение интенсификации общественного производства, повышение его эффективности, широкое внедрение достижений науки и техники, развитие агропромышленного комплекса, осуществление строгого режима экономии в народном хозяйстве. Все это призвано служить дальнейшему укреплению могущества нашей Родины, подъему благосостояния советских людей.

Строители, как и весь советский народ, продолжают упорно трудиться, выполняя задания третьего, сердцевинного года одиннадцатой пятилетки. Большие задачи строителей в текущем году во многом определены решениями майского и ноябрьского (1982 г.) Пленумов ЦК КПСС. Капитальные вложения по всем источникам финансирования выделены в размере 144,8 млрд. р., а объем строительно-монтажных работ составит 71 млрд. р. Предусмотрено, что при росте капитальных вложений на 4,4% ввод в действие основных фондов увеличится на 5,9%. Таким образом, перед строителями поставлена цель с наименьшими затратами добиться больших результатов. Особое внимание сейчас уделяется ускорению ввода в действие мощностей и объектов. За счет государственных капитальных вложений намечено ввести в действие основные фонды общей стоимостью 125,4 млрд. р. Это позволит к концу текущего года уменьшить объем незавершенного строительства и довести его до 78% годового объема капитальных вложений против 85% в 1982 г. Этому же будет способствовать и увеличение в структуре капитальных вложений доли затрат на оборудование при соответствующем снижении доли строительно-монтажных работ.

Значительно более высокими, чем в первые два года пятилетки, темпами будут развиваться отрасли топливно-энергетического комплекса. Для улучшения его структуры, снижения доли потребления нефти как топлива в котельных и ГРЭС в европейской части страны повышенными темпами идет развитие атомной энергетики. В строй действующих вступают энергоблоки на Запорожской, Калининской, Курской и Чернобыльской АЭС, а также блок мощностью 1,5 млн. кВт на Игналинской атомной станции. Должен быть обеспечен своевременный ввод в действие турбоагрегатов на Сургутской ГРЭС, Красноярской ГРЭС, Барнаульской, Западно-Сибирской, Иркутской и ряда других ТЭЦ.

В текущем году в Канско-Ачинском территориально-производственном комплексе будет ускорено сооружение крупного угольного разреза «Березовский № 1». Полностью завершится сооружение первой ГРЭС в Экибастузе, уголь для которой добывают открытым способом. Растут темпы работ на строительстве газопровода Уренгой — Ужгород протяженностью около 4,5 тыс. км. Намечено проложить 1400 км нефтепродуктопроводов, свыше 1500 км трасс для газификации городов и сел. Для этого необходимо с помощью блочно-комплектного метода ускорить сооружение компрессорных и насосных станций на магистралях, быстрее обустроить промыслы.

По выпуску стали и проката наша страна занимает первое место в мире, но потребности в них пока не удовлетворяются. Положение улучшится с вступлением в строй действующих объектов первенца бездоменной металлургии в Старом Осколе, новых производств на заводах в Жданове, Орске, Бекабаде, Москве и других местах. В результате реконструкции действующих и сооружения новых предприятий добыча железной руды возрастет на 21,6 млн. т, производство концентратов увеличится на 6,8 млн. т. Вступят в строй крупные объекты на горно-обогатительных предприятиях в Белгородской области и Карелии.

Значительно выше уровня прошлого года установлены объемы строительно-монтажных работ в ведущих отраслях машиностроения, легкой и пищевой промышленности, в черной металлургии, химической, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, в промышленности строительных материалов.

Большие задачи в текущем году стоят перед работниками транспортного строительства. Намечено ввести в дейст-

вие 1100 км новых железнодорожных и вторых путей, 12 тыс. км автомобильных дорог с твердым покрытием. Успешно продолжается строительство БАМа, где уже уложено более 2,7 тыс. км стальной колеи и где в 1985 г. будет открыто сквозное движение поездов.

Велик вклад строителей в осуществление Продовольственной программы СССР. На развитие отраслей агропромышленного комплекса в нынешнем году направлено около 47 млрд. р. капитальных вложений, или на 4,3% больше, чем в прошлом году. При этом объем средств на строительство объектов кормопроизводства и кормопригодления возрастет на 15%, овоще- и фруктохранилищ — на 23%. За год должно быть сдано в эксплуатацию 675,5 тыс. га орошаемых земель, осушено 714,6 тыс. га, обводнены пастбища на площади почти 4 млн. га. Значительные средства направлены на обеспечение жилищно-коммунального и культурно-бытового строительства для работников сельского хозяйства.

Дальнейшее улучшение жилищных условий населения всегда было одним из важнейших направлений социальной политики нашего государства. Как и в предыдущие годы, жилищное строительство в нынешнем году ведется в широких масштабах. За счет всех источников финансирования намечено ввести в эксплуатацию жилые дома общей площадью 106,6 млн. м², что позволит улучшить жилищные условия примерно 10 млн. человек. При этом возводимые дома и квартиры год от года становятся все более благоустроенными, повышается уровень их технической оснащенности и качество отделки. В текущем году в полтора раза против прошлого года возрастет объем жилищно-строительной кооперации, причем приобретать жилье население будет на более льготных условиях.

Однако, как отмечалось в постановлении ЦК КПСС «О мерах по обеспечению выполнения планов строительства жилых домов и социально-бытовых объектов», проводимая в этом направлении работа еще не в полной мере соответствует требованиям партии. Значительное количество трудящихся нуждается в улучшении жилищных условий. Из-за нехватки жилья не везде обеспечиваются кадрами вновь созданные производственные мощности, особенно в районах Сибири и Дальнего Востока.

Как и в прежние годы, в широких масштабах осуществляется возведение детских и дошкольных учреждений, в больших объемах ведется строительство общеобразовательных школ на 795 тыс. мест, в том числе на селе — 468 тыс. мест, различных медицинских учреждений и санитарно-курортных комплексов, пансионатов, домов отдыха и др. Большие работы проводятся по дальнейшему благоустройству городов и сел страны. Крупные средства (1,9 млрд. р.) выделены на возведение природоохранных объектов. Намечено рекультивировать и вернуть сельскому и лесному хозяйствам свыше 130 тыс. га нарушенных земель.

Как подчеркивалось на ноябрьском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС, исключительно важной задачей сейчас является эффективное использование тех огромных средств, которые направляются на развитие экономики, создание новых мощностей, жилищное и культурно-бытовое строительство. Однако, как отмечалось на Пленуме, в капитальном строительстве имеется еще много нерешенных проблем. Слабо ведется борьба с распылением сил и средств по многочисленным строящимся объектам, медленно растет доля реконструкции и модернизации действующих предприятий, имеются случаи невыполнения планов по вводу производственных мощностей и основных фондов, а также превышения их сметной стоимости, велики объемы незавершенного строительства. Ряд строительных министерств и ведомств, получая значительные материально-технические и финансовые ресурсы, недостаточными темпами наращивают объемы выполняемых строительно-монтажных работ. Медленно растут производительность труда в строительстве и качество работ.

Задания, предусмотренные планами капитального строительства на третий, сердцевинный год одиннадцатой пятилетки, напряженны, но реальны. Дело чести наших строителей — успешно справиться с этими заданиями и тем самым внести достойный вклад в решение общих народнохозяйственных задач пятилетки.

УДК 666.982.001.7

А. И. ШАТИЛО, гл. инженер ПО Промстроймонтаж Минпромстроя БССР

Повышение технического уровня производства и монтажа сборного железобетона

Производственное строительно-монтажное объединение Промстроймонтаж — крупнейшее в Белоруссии объединение по производству и монтажу сборного железобетона, выпускающее около 1200 тыс м³ сборных железобетонных конструкций в год. Его монтажные управления и ДСК ежегодно выполняют строительно-монтажные работы на сумму свыше 60 млн. р.

За последние 11 лет (1970—1981 гг.) промышленные предприятия объединения увеличили выпуск сборного железобетона в 1,5 раза. Объем товарной продукции возрос на 32,3%, численность персонала за это время увеличилась лишь на 0,7%, или на 44 чел., относительное сокращение численности составило 2320 чел.

Организации объединения выпускают и монтируют комплекты железобетонных конструкций полносборных одноэтажных и многоэтажных промышлен-

ных и гражданских зданий, решенных в связевом варианте серии ИИ-04, и инженерных сооружений (эстакад, элеваторов).

Многотысячный коллектив объединения работает в тесном содружестве с научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями. НИИЖБ, ЦНИИПромзданий, ЦНИИСК, НИИСК, Белорусский политехнический институт, Институт строительства и архитектуры Госстроя БССР оказывают большую помощь объединению во внедрении новых прогрессивных экономических конструкций.

Одними из первых в стране заводы и монтажные управления объединения освоили изготовление и монтаж связевого варианта каркаса серии ИИ-04, в настоящее время выпускают конструкции межвидового его варианта под нагрузку до 1600 кгс/м². Ежегодно объединением в

связевом каркасе серии ИИ-04 монтируются многоэтажные здания общей площадью до 500 тыс. м², с ячейкой до 6×9 м.

Одним из первых в стране объединение начало производство стропильных безраскосных ферм пролетом 18 и 24 м. Предприятия объединения изготовляют более 1 млн. м² панелей покрытия промзданий размером 3×6, 1,5×12 и 3×12 м. Около 500 тыс. м² таких панелей размером 3×6 м выпускаются комплексными. В качестве утеплителя применяют керамзитобетон, засыпной керамзит, газосиликатобетон. Панели поставляют с наклеенным в заводских условиях слоем наплавленного рубероида.

В комплекты конструкций для монтажа каркасов одноэтажных промзданий входят подкрановые балки длиной 6 и 12 м, стеновые панели длиной 6 и 12 м. Сейчас заводы объединения выпускают конструкции, позволяющие монтировать одноэтажные здания производственного назначения с сеткой колонн 6×12, 12×12 и 12×18, 12×24 м.

Для монтажа многоэтажных зданий выпускаются конструкции серии 1.420-12 с безметалльным экономичным стыком колонн, ригели длиной до 12 м, преднапряженные плиты перекрытия серии ИИ-24. Из этих конструкций монтируются многоэтажные промздания с ячейками размером 6×6, 6×9, 6×12 м.

За последние годы объединение освоило более 60 типов новых конструкций, в том числе экономичных, позволяющих снизить материалоемкость и энергоемкость строительства. Из них в первую очередь следует отметить принципиально новые изделия — коробчатые настилы размером 3×18 м, центрифугированные колонны и стойки кольцевого сечения, панели-оболочки КЖС размером 3×24 м (см. рисунок).

Разработанные НИИСК коробчатые настилы были предусмотрены в проектах Кобринской прядильно-ткацкой фабрики и Брестского коврово-сухоного объединения. Производство этих



Монтаж панелей-оболочек КЖС размером 3×24 м и центрифугированных колонн кольцевого сечения при строительстве промышленного здания

конструкций было организовано на Мозырском заводе сборного железобетона № 12 в пролете 18×144 м. Технология производства и оборудование для выпуска коробчатого настила разработаны ЭКБ НИИСК. Серийный выпуск и поставка конструкций были начаты в 1977 г.

Коробчатый настил представляет собой комплексный элемент, совмещающий функции несущей конструкции покрытия, подвесного потолка и воздуховода. Его применение позволяет резко сократить число монтажных элементов, уменьшить строительный объем здания. Монтаж настилов осуществляется с помощью крана КС-8-161 грузоподъемностью 100 т. С одной стоянки краном монтировали три пролета, для этой цели монтажники предложили и внедрили специальную траверсу.

Применение коробчатых настилов позволило снизить стоимость 1 м² производственной площади на 8 р., расход бетона был сокращен на 30%, стали — в 2 раза.

Особенно эффективно применение коробчатого настила в комплексе с центрифугированными колоннами кольцевого сечения, разработанными и освоенными в системе объединения совместно с Белорусским политехническим институтом, ПИ-1 и НИИЖБ. Метод центрифугирования при изготовлении несущих конструкций промышленных зданий позволяет уменьшить расход бетона на 40—50%, металла — на 15—20%, улучшить качество поверхности, получить бетон прочностью до 600—800 кгс/см² без увеличения расхода цемента.

Опыт, накопленный при производстве центрифугированных безнапорных труб, был использован в объединении при организации специализированного производства центрифугированных колонн на Оршанском комбинате сборных железобетонных изделий и конструкций. С применением этих прогрессивных конструкций уже построено свыше 30 объектов. Комплексное применение центрифугированных колонн и коробчатого настила позволило сэкономить почти 2 млн. р. при строительстве Кобринской прядильно-ткацкой фабрики.

Освоено производство центрифугированных колонн для крановых промышленных и многоэтажных производственных зданий.

Объединением освоен выпуск конструкций для сельскохозяйственного строительства — полурам, плит покрытий и стеновых панелей. На Минском заводе ЖБИ № 1 выпускаются панели-оболочки КЖС размером 3×24 м, разра-

ботанные НИИЖБ. Благодаря более рациональной конструктивной схеме эти прогрессивные конструкции позволяют экономить до 25% бетона и металла, снизить число монтажных элементов. В Минске с применением панелей-оболочек КЖС монтируется уже второй объект.

В последние годы на предприятиях объединения проводится большая работа по технологическому перевооружению производства. Разработанные совместно с Главстройиндустрией Минпромстроя БССР, ИСиА Госстроя БССР и Минским филиалом КТБ Стройиндустрия Минпромстроя СССР предложения по реконструкции и повышению технического уровня предприятий сборного железобетона легли в основу целевой комплексной программы, утвержденной Советом Министров БССР.

В результате анализа лучших отечественных и зарубежных достижений, научно-технических и проектно-конструкторских разработок, выполненных организациями республики, были приняты основные направления повышения технического уровня. В их числе: внедрение конвейерных и полуконвейерных линий для изготовления изделий массовой номенклатуры; автоматизация бетоносмесительных узлов; широкое внедрение рациональных составов бетона, в том числе с химическими добавками и суперпластификаторами; обновление станочного парка арматурных цехов; внедрение прогрессивных методов термообработки сборного железобетона и др.

В соответствии с намеченной программой на восьми из десяти заводах объединения уже произведена или заканчивается реконструкция, построены шесть конвейерных и пять полуконвейерных технологических линий для производства многопустотного настила, плит покрытий размером 3×6 м и стеновых панелей промышленных зданий.

Особенностью внедряемых конвейерных линий является расположение форм перпендикулярно оси конвейера. Термообработка железобетонных изделий будет осуществляться в щелевых тоннельных камерах сухим паром. Полуконвейерные линии оборудованы конвейерами подготовки форм. Термообработка изделий будет производиться в ямных автоматизированных камерах.

Представляет интерес вводимая на Оршанском комбинате сборных железобетонных изделий и конструкций полуконвейерная линия по изготовлению сборных элементов силосных складов с термообработкой в электрондукционных вертикальных камерах, разра-

ботанных Институтом тепломассообмена АН БССР.

Для изготовления многопустотного настила, плит размером 3×6 и 3×12 м в объединении применяются только формы с гибкими бортами, что снижает трудозатраты на их распалубку и сборку, улучшает качество изделий, снижает потери бетона.

Построены четыре новых бетоносмесительных узла. В Мозыре на одном из них внедрена новая система автоматизации приготовления бетонной смеси, основанная на применении станций управления на базе элементов электронной логики (СУБЗ). Такие системы планируется внедрить на всех заводах.

Для осуществления программы технического перевооружения предприятий сборного железобетона разработана система организационно-технических мер с координацией работы объединения и научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

На ВДНХ СССР

Железобетонные сваи повышенной долговечности

Для повышения противокоррозионных свойств забивных железобетонных свай Харьковским Промстройинпроектом предложен способ их поверхностной пропитки составами на основе петролатума. Пропитка осуществляется на строительной площадке с помощью средств малой механизации. Поверхностный слой сваи покрывается пропиточной композицией, а затем она прогревается при температуре около 200°С. Проникая в поверхностный слой бетона, компоненты композиции повышают его плотность и противокоррозионные свойства вследствие гидрофобного коагулирующего эффекта.

Разработан и используется передвижной агрегат, совмещающий функции нанесения пропиточной композиции и прогрева, а также другие устройства для осуществления способа. Расход композиции на 1 м² поверхности — 0,5—0,7 кг. По сравнению с другими способами обеспечения долговечности железобетонных свай предлагаемый способ позволяет увеличить надежность защиты и повысить производительность труда. Стоимость 1 м² противокоррозионной защиты не превышает 0,5 р.

Железобетонные сваи повышенной долговечности, пропитанные композициями на основе петролатума, внедрены при строительстве Южно-Украинской АЭС по проекту Харьковского отделения института Теплоэлектропроект.

Более подробные сведения можно получить в научной части Харьковского Промстройинпроекта по адресу: 310059, Харьков, в.р. Ленина, 9.

УДК 69.032.2:69.024.812.046

Н. Н. СКЛАДНЕВ, д-р техн. наук, проф.; Ф. Э. ДРЕЙЕР, инж. (МИСИ);
А. С. СЕМЧЕНКОВ, канд. техн. наук; А. Ф. КУТОВОЙ, инж. (ЦНИИЭП
торгово-бытовых зданий и туристских комплексов)

Резервы прочности нормальных сечений ригелей перекрытий многоэтажных зданий

В гражданском и промышленном строительстве ригели каркасов многоэтажных зданий — широко распространенная конструкция. Только по чертежам серии ИИ-04 ежегодно выпускается 0,3 млн. м³ ригелей.

Совершенствование ригеля заключается в упрощении его стыка с колонной. В первоначальном варианте серии ИИ-04 предусматривалось устройство стыка, способного воспринимать отрицательный опорный момент 55 кН·м, что позволило в одной опалубке выпускать ригели под нагрузки 40—110 кН·м. В настоящее время разрабатывается усовершенствованный каркас серии ИИ-04/82, в котором по аналогии с ригелями серии I.020-1 стык запроектирован без верхней накладки и предусматривает только приварку фланговыми швами к консоли колонны. Это дает возможность существенно упростить армирование подрезок, отказать от сложных закладных деталей и в результате сократить расход стали и трудозатраты при изготовлении и монтаже [1].

Однако в разрезных ригелях не обеспечивается прочность нормальных сечений при нагрузках более 72 кН·м, причем разрушение происходит вследствие истощения несущей способности сжатого бетона. Этому способствовало введение в СНиП II-21-75 коэффициента $m_{b1} = 0,85$ к расчетному сопротивлению длительно сжатого бетона. Оказалось, что при существующей опалубке восприятие нагрузок 72—110 кН·м возможно только при повышении марок бетона до М600—М800 или при значительном увеличении армирования сжатой зоны, что экономически нецелесообразно.

Принятая методика оценки прочности нормальных сечений ригелей не полностью отражает их реальные возможности. В работе [2] предложена общая методика вероятностного расчета железобетонных балок и показано, что детерминистский расчет по действующим нормам устанавливает неодинаковый запас прочности для разных коэффициентов армирования, обеспечивая излишний запас для переармированных сечений, прочность которых лимитирована возможностями сжатой зоны бетона. Рассмотрим приложение вероятностного подхода для оценки прочности ригелей.

В виде случайных величин представим призмическую прочность бетона \bar{R}_{np} и предел текучести арматурной стали $\bar{\sigma}_T$. Предельный изгибающий момент \bar{M} , вос-

принимаемый нормальным сечением, определится как функции \bar{R}_{np} и $\bar{\sigma}_T$:

при $\xi < \xi_R$

$$\bar{M} = M_1(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) = b h_0^2 \mu (1 - 0,5 \tilde{\xi}) \bar{\sigma}_T; \quad (1)$$

при $\xi \geq \xi_R$

$$\bar{M} = M_2(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) = b h_0^2 \tilde{\xi}_R (1 - 0,5 \tilde{\xi}_R) \bar{R}_{np}. \quad (2)$$

где $\tilde{\xi} = \frac{\mu \bar{\sigma}_T}{\bar{R}_{np}}$;

$$\tilde{\xi}_R = \frac{1150 - 9,6 \bar{R}_{np}}{1000 + \bar{\sigma}_T}.$$

Средняя зависимость между $\bar{\sigma}_T$, \bar{R}_{np} и \bar{M} устанавливается в соответствии с работой [3].

При $\xi < \xi_R$ происходит разрушение с текучестью арматуры и раздавливанием сжатого бетона, при $\xi \geq \xi_R$ — разрушение только от раздавливания сжатого бетона. Для одного и того же ригеля в зависимости от $\bar{\sigma}_T$ и \bar{R}_{np} могут отмечаться оба случая, тогда как детерминистский аппарат СНиП II-21-75 рассматривает только один из них, соответствующий расчетным значениям сопротивления материалов. В координатах $\bar{\sigma}_T$ — \bar{R}_{np} (рис. 1) граница между случаями разрушения представляется функцией $\bar{R}_{np} = f(\bar{\sigma}_T)$,

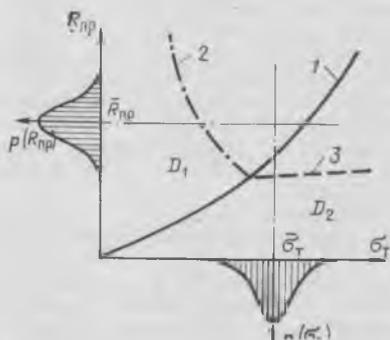


Рис. 1. Поле рассеивания $\bar{\sigma}_T$ — \bar{R}_{np}
1 — граница случаев расчета $\xi < \xi_R$ и $\xi \geq \xi_R$; 2, 3 — кривые равных реализаций предельного изгибающего момента по условно прочности в областях D_1 и D_2

являющейся решением уравнения $\xi = \xi_R$. Граница делит область возможных реализаций $\bar{\sigma}_T$ и \bar{R}_{np} на две подобласти D_1 и D_2 , в которых справедливы формулы (1) и (2). Любое значение M_i случайного предельного момента M может быть реализовано при различных сочетаниях $\bar{\sigma}_T$ и \bar{R}_{np} , которым в подобластях D_1 и D_2 соответствуют функции $\bar{R}_{np} = F_1(\bar{M}_i; \bar{\sigma}_T)$ и $\bar{R}_{np} = F_2(\bar{M}_i; \bar{\sigma}_T)$, определяемые из условий (1) и (2).

Учитывая возможность двух схем разрушения, математическое ожидание \bar{M} и дисперсию \bar{M} предельного момента подсчитывают по формулам:

$$\bar{M} = \iint_{D_1} M_1(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) p(\bar{\sigma}_T) p(\bar{R}_{np}) \times d\bar{\sigma}_T d\bar{R}_{np} + \iint_{D_2} M_2(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) \times p(\bar{\sigma}_T) p(\bar{R}_{np}) d\bar{\sigma}_T d\bar{R}_{np}; \quad (3)$$

$$\bar{M} = \iint_{D_1} [M_1(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) - \bar{M}]^2 p(\bar{\sigma}_T) \times p(\bar{R}_{np}) d\bar{\sigma}_T d\bar{R}_{np} + \iint_{D_2} [M_2(\bar{\sigma}_T; \bar{R}_{np}) - \bar{M}]^2 \times p(\bar{\sigma}_T) p(\bar{R}_{np}) d\bar{\sigma}_T d\bar{R}_{np}. \quad (4)$$

где $p(\bar{\sigma}_T)$ и $p(\bar{R}_{np})$ — функции плотности распределения $\bar{\sigma}_T$ и \bar{R}_{np} .

Как показывают статистика экспериментальных исследований и численные эксперименты, случайную величину предельного изгибающего момента \bar{M} следует принимать распределенной по нормальному закону. Тогда вероятность того, что предельный момент будет меньше некоторого заданного значения M_i ,

$$P(M_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\bar{M}}} \times \int_{-\infty}^{M_i} \exp \frac{-(M - \bar{M})^2}{2\bar{M}} dM. \quad (5)$$

Интегральные величины по формулам (3) и (4) можно вычислять при помощи линеаризованных зависимостей, приведенных в источнике [2], или численным способом. В последнем случае задаются с некоторым интервалом возможные значения \bar{R}_{np} и $\bar{\sigma}_T$ (практически достаточно рассмотреть 5—7 реализаций каждой величины), определяются для каждого возможного сочетания \bar{R}_{np} и $\bar{\sigma}_T$ предельные моменты M_i , и каждому из них приписывается вероятность, равная произведению вероятностей попадания в соответствующие интервалы \bar{R}_{np} и $\bar{\sigma}_T$.

Величины \bar{R}_{np} , $\bar{\sigma}_T$ распределены по нормальному закону, причем средние значения \bar{R}_{np} , $\bar{\sigma}_T$ и дисперсии \bar{R}_{np} , $\bar{\sigma}_T$ или средние квадратические отклонения \hat{R}_{np} , $\hat{\sigma}_T$ должны назначаться таким образом, чтобы соблюдались нормированные величины коэффициентов вариации и обеспеченности 0,95 соответствовали бы нормативные сопротивления, приведенные в СНиП II-21-75.

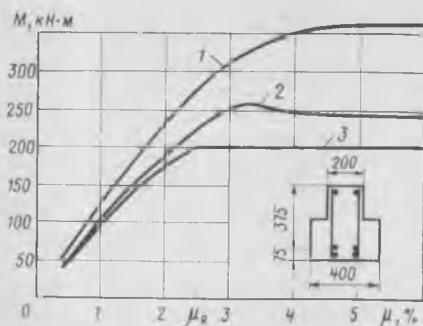


Рис. 2. Зависимость предельного момента (M) от процента армирования (μ)

1 — математическое ожидание M (μ); 2 — расчетные моменты \bar{M} (μ); 3 — \hat{M} (μ), где \hat{M} (μ) — стандарт; 3 — расчетные моменты по СНиП II-21-75

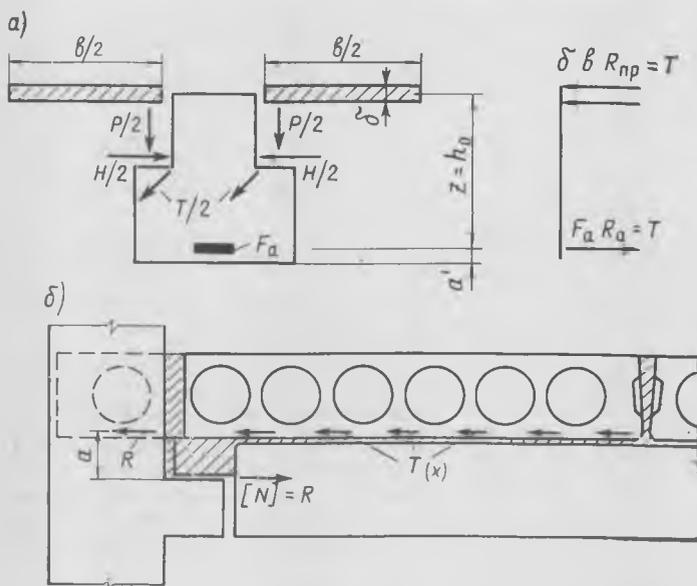


Рис. 3. К учету совместной работы ригеля с настилом

а — усилия, действующие по контакту настила с ригелем, и пара сил, создающая $M_{доп}$ в результате включения верхней полки; б — усилия, представляющие сдвиг плит по ригелю

В результате расчетов получаем ряд из значений M_i с соответствующими вероятностями их появления P_i , т. е. дискретно заданное распределение вероятностей. При численном способе предпосылка о нормальности закона распределения M_i не обязательна, так как он сам предполагает этот закон.

Рассмотрим сечение, показанное на рис. 2. Примем следующие характеристики бетона и арматуры: бетон марки М400; $\bar{R} = 40$ МПа; $R_{np} = 29,2$ МПа; $\hat{R}_{np} = 3,94$ МПа; $R_{np}^H = 22,7$ МПа; $R_{np} = 17,5$ МПа.

Арматура класса А-III; $\bar{\sigma}_t = 446$ МПа; $\hat{\sigma}_t = 29$ МПа; $R_a^H = 400$ МПа; $R_a = 375$ МПа; $\mu = 0,4 \dots 6\%$.

Из рис. 2 видно, что в области малых μ линии 2 и 3 почти совпадают, т. е. расчет по СНиП обеспечивает надежность 0,9985. С ростом μ запас, предусмотренный нормами, заметно возрастает (при $\mu = 3,2\%$ отклонение от среднего достигает 5,3). Следовательно, при $\mu > \mu_n$ можно повысить допустимую нагрузку на ригель на 10—20% в зависимости от μ . Полученные результаты качественно подтверждают выводы из аналогичного численного экспе-

римента, проведенного с использованием линейризованных формул [2].

Другим резервом, не учитываемым при обычном подходе, является включение сборных плит в совместную работу с ригелем. Испытаниями натуральных фрагментов перекрытий, проведенными в Сибирском автомобильно-дорожном институте, установлено, что включение плит в совместную работу с ригелем повышает их прочность и жесткость на 20—30% [4].

Сборный настил, деформируясь от действия вертикальной нагрузки, вызывает распоры в двух направлениях, один из которых (H) оказывает поперечное давление на ригели, а другие (R) передаются на колонны, причем ригели в этом случае выполняют функции затяжек. Вследствие действия вертикальной нагрузки и распоров воз-

из условия совместности деформирования ригелей и плит, не должны превышать T_{np} , определяемую силой сцепления (трения) в швах между плитами и ригелями и во многом зависящую от качества замоноличивания швов.

Поскольку качество замоноличивания швов не всегда контролируется достаточно тщательно, предлагается учитывать в расчете только силы трения от вертикальной нагрузки P (при коэффициенте трения 0,5—0,6) и распоры, передаваемые с плит на колонны и через них на ригели.

В результате расчетов, выполненных по этой схеме ЦНИИЭП торгово-бытовых зданий и туристских комплексов, установлено, что для рассматриваемых ригелей допустимую временную нагрузку можно повысить на 10—12%.

Выводы

При проектировании ригелей перекрытий каркасов многоэтажных зданий следует учитывать дополнительные резервы прочности нормальных сечений более точным назначением запаса прочности и частичным учетом совместной работы ригелей и плит.

Для ригелей усовершенствованной серии ИИ-04/82 суммарный эффект от учета обоих факторов от 20 до 30% состоит в повышении допустимых нагрузок в зависимости от коэффициента армирования; от 10—12% — при малых коэффициентах армирования, до 25—30% — при сильном армировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Семченков А. С., Закерничный С. Р., Залесов А. С. Совершенствование армирования подрезки ригелей. — Жилищное строительство, 1982, № 2.
- Складнев Н. Н. Особенности применения вероятностных методов для расчета и оптимизации железобетонных конструкций. — В сб. трудов МИСИ: Железобетонные конструкции промышленного и гражданского строительства, вып. 185, 1981.
- Мулин Н. М., Гуца Ю. П. Арматура и условия ее работы в конструкциях. — Бетон и железобетон, 1971, № 5.
- Влияние плит на несущую способность и жесткость ригелей/В. И. Саулин, В. С. Мартынянов, В. А. Селиванов и др. — Бетон и железобетон, 1981, № 5.
- Работа дисков перекрытий из настилов с продольными шпонками/А. С. Семченков, Б. И. Третьяков, А. Ф. Кутовой и др. — Бетон и железобетон, 1983, № 1.

Новые книги Стройиздата

Хромец Ю. Н. Новое в строительстве предприятий, выпускающих предметы потребления. — М.: Знание, 1983.

Махашов О. С., Жумыров А. Ж. Управление и планирование в сельском строительстве. — Алма-Ата: Кайнар, 1982.
Платохин В. С. Соревнование — залог успеха. — Киев: Будівельник, 1982.

Б. А. КРЫЛОВ, д-р техн. наук, проф.; Г. П. КОРОЛЕВА, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Влияние комплексных противоморозных добавок на критическую прочность бетона

Согласно требованиям СНиП, критическая прочность обычного бетона марок М100—М400 установлена в пределах от 5 МПа (50% R_{28}) до 12 МПа (30% R_{28}). Использование противоморозных добавок позволяет существенно снизить этот предел. Объясняется это тем, что при замерзании водного раствора соли возникающая в нем кристаллическая решетка «пресного» льда стремится вытолкнуть ионы соли. Поэтому медленно образующийся из солевого раствора лед характеризуется дефектной структурой, малой прочностью, чешуйчатым строением и не вызывает серьезных структурных нарушений в бетоне. Кроме того, водные растворы солей замерзают с меньшим увеличением в объеме по сравнению с чистой водой, а частичное льдообразование происходит одновременно с гидратацией цемента, на которое расходуется определенное количество воды.

Исследованиями установлено, что критическая прочность бетона, по достижении которой замораживание не сказывается отрицательно на ее значении при сжатии, морозостойкости и структуре (в возрасте 28 и 56 сут), определяется видом противоморозной добавки и цемента, активностью его и в меньшей степени — маркой бетона. Так, для бетона марок М200—М500 на портландцементе с добавкой нитрита натрия (НН) критическая прочность составила 11—15% R_{28} [1].

Значительный эффект можно получить при применении противоморозных добавок-электролитов в комплексе с пластификатором. В этом случае представляется возможным интенсифицировать процесс твердения бетона на морозе и приблизить его по срокам к твердению обычного бетона в нормальных условиях [2].

В НИИЖБ были выполнены исследования по уточнению значений $R_{кр}$ бетона (при подвижности смеси 3—5 см) с комплексной противоморозной добавкой нитрита натрия и суперпластификатора С-3. Установлено, что критическая

прочность бетона, содержащего добавку 4% нитрита натрия (в 2 раза меньше по количеству, чем рекомендовано СНиП для температуры —15°C) и 1% суперпластификатора, ниже в составах с меньшим водоцементным отношением (табл. 1). В бетоне с водоцементным отношением 0,33 она даже приближалась к нулю.

Следует отметить, что бетон, приготовленный на напрягающем цементе,

при прочих равных условиях имеет меньшую величину критической прочности, чем бетон на портландцементе. Это, видимо, связано с особенностями самого цемента, способного при твердении расширяться. Поэтому напрягающие цементы наиболее предпочтительны для зимних бетонов с комплексными добавками.

Таким образом, аналогично бетонам с одной добавкой нитрита натрия [1] критическая прочность изученных бетонов с добавкой НН+С-3 гораздо ниже установленных СНиП [3] значений и не превышает 15% R_{28} .

Полученные результаты хорошо согласуются с данными по водопоглощению бетона с комплексной добавкой. Так раннее замораживание бетона (до достижения $R_{кр}$) приводит к увеличению объемного водопоглощения и показателя среднего размера пор, т. е. характеризует нарушение структуры материала (табл. 2). Бетон, замороженный до достижения $R_{кр}$, характеризуется практически таким же водопоглощением, как

Таблица 1

Состав бетона	В/Ц	Время выдерживания при —15°C перед двухсуточным замораживанием при —40°C, сут	Прочность при сжатии		$R_{кр}$, %/МПа	
			перед замораживанием, % R_{28} /МПа	в возрасте 28 сут при —15 и 28 сут. при +18°C, % R_{28}	фактическая	по СНиП
1 : 2,84 : 3,93; Ц=290 кг/м ³ белгородский марки 550	0,45	—	—	100	15/5,0	25
		0	0	89		
		3	1,2/0,4	87		
		14	24,0/7,7	107		
		21	35,0/11,0	105		
1 : 2,84 : 3,93; Ц=288 кг/м ³ воскресенский марки 500	0,51	—	—	100	16/4,2	30
		0	0	91		
		4	3,0/0,8	118		
		7	8,5/2,2	92		
		10	16,0/4,2	101		
14	20,0/5,3	104				
1 : 2,84 : 3,93; Ц=289 кг/м ³ напрягающий (НЦ-40)	0,48	—	—	100	10/2,4	25
		0	0	91		
		3	0,3/0,07	90		
		6	1,6/0,4	83		
		9	10,0/2,4	102		
1 : 1,94 : 2,78; Ц=397 кг/м ³ белгородский марки 550	0,33	—	—	100	0	20
		0	0	109		
		2	1,3/0,6	112		
		6	13,0/6,0	113		
		9	29,0/13,2	109		

Таблица 2

Состав бетона	Время выдерживания перед замораживанием, сут	Прочность при сжатии перед замораживанием, % R_{28} /МПа	Параметры структуры		
			объемное водопоглощение**, %	показатель среднего размера пор	показатель однородности пор по размерам
1 : 2,84 : 3,93; В/Ц=0,46; Ц=289 кг/м ³	—	—	0,45/5,42	0,08	0,36
	0	0	0,63/7,26	0,12	0,35
	7	11/3,6	0,45/6,00	0,08	0,39
	14	21/6,8	0,45/5,82	0,10	0,28
	7*	11/3,6	0,49/5,96	0,10	0,35
1 : 1,94 : 2,78; В/Ц=0,36; Ц=395 кг/м ³	—	—	0,40/5,56	0,08	0,40
	0	0	0,39/5,56	0,08	0,41
	7	8/3,8	0,43/5,62	0,08	0,38
	14	23/10,9	0,43/5,61	0,08	0,40
	—	—	—	—	—

* Температура замораживания —25°C, в остальных случаях —40°C.

** Перед чертой — часовое, после черты — максимальное (4 сут).

Таблица 3

Добавка, % к массе цемента	В/Ц	Водосодержание, л/м ³	Прочность при сжатии перед замораживанием, % R_{28} /МПа	Экстремальные значения деформаций, мм/м		
				сжатия	расширения	остаточных
8% НН	0,64	183	0	1,61	6,11	0,81
			4,7/1,6	0,48	0,79	0,32
			12,0/4,0	0,32	0,18	0,19
4% НН+1% С-3	0,45	131	0	1,12	2,07	0,38
			17,6/6,0	0,63	0,22	0,19
			23,5/8,0	0,11	0,15	0,04

и бетон, твердевший без замораживания, что свидетельствует об отсутствии в нем структурных нарушений. В бетоне с меньшим водоцементным отношением по водопоглощению трудно было установить нарушение его структуры при раннем замораживании.

Как показали исследования, небольшие величины критической прочности бетона с добавкой НН+С-3 (даже при уменьшенном содержании НН) можно объяснить тем, что структура цементного камня в нем характеризуется большим содержанием гелеобразных продуктов, а сам бетон отличается меньшим водосодержанием, что существенно снижает величины его деформаций при замораживании-оттаивании в разном возрасте (табл. 3).

Большой практический интерес и значение имеет исследование морозостойкости бетона с комплексной добавкой НН+С-3, подвергнутого замораживанию в разном возрасте. Установлено, что такой бетон на портландцементе марки 500, подвергнутый сразу после приготовления двухсуточному замораживанию (при -40°C) с последу-

ющим твердением при -15°C и в нормальных условиях, имеет меньший коэффициент морозостойкости по сравнению с бетоном, твердевшим без замораживания. Замораживание бетона до достижения $R_{кр}$ не снизило этого показателя. Следует отметить, что бетон с изученной комплексной добавкой является более морозостойким, чем бетон с добавкой 8% НН, твердевший в таких же условиях [1]. Это можно объяснить меньшим водосодержанием бетона с комплексной добавкой и наличием в нем сети замкнутых пор и капилляров.

Аналогичные зависимости получены и для бетона, приготовленного на напрягающем цементе. Напрягающие бетоны с комплексной добавкой даже после 300 циклов замораживания-оттаивания имеют $K_{МРЗ}$ выше регламентированного ГОСТ (0,85), т.е. являются более морозостойкими по сравнению с бетонами на портландцементе.

Следует отметить, что высокой морозостойкостью отличался и бетон, в котором в составе комплексной добавки суперпластификатор С-3 заменен

другим, также достаточно эффективным, но более дешевым пластификатором адипиновым щелочным (ПАЩ-1). По темпам твердения бетоны с исследуемыми комплексными добавками практически не отличаются от бетонов с одной добавкой нитрита натрия. Бетон с добавкой ПАЩ-1 характеризуется несколько замедленной скоростью роста прочности лишь в раннем возрасте.

Таким образом, при выдерживании бетона в зимнее время без прогрева целесообразно применять комплексную добавку нитрита натрия с пластификатором (С-3 или ПАЩ-1). Это позволяет: снизить критическую прочность бетона, а следовательно, сократить продолжительность ухода за ним; повысить его морозостойкость; смягчить отрицательное воздействие низких температур на его структуру и сократить расход добавки — электролита практически при неизменных темпах твердения и прочности по сравнению с составами с одной добавкой нитрита натрия. Это дает определенный экономический эффект. Критическая прочность бетона к моменту замораживания может быть снижена еще больше при использовании напрягающего цемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылов Б. А., Лагойда А. В., Апостолова Г. П. Критическая прочность бетонов с противоморозными добавками. — Бетон и железобетон, 1979, № 12.
2. Лагойда А. В. Совершенствование технологии применения бетонов с противоморозными добавками. — В кн.: Применение химических добавок в технологии бетона (Материалы семинара). М., Знание, 1980.
3. СНиП III-15-76. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ. М., Стройиздат, 1980.

Арматура

УДК 691.87-427.02.52:658.527

В. В. ГОРСКИЙ, инж. (СКТБ Стройиндустрия)

Полуавтоматическая линия безотходной заготовки арматурных стержней

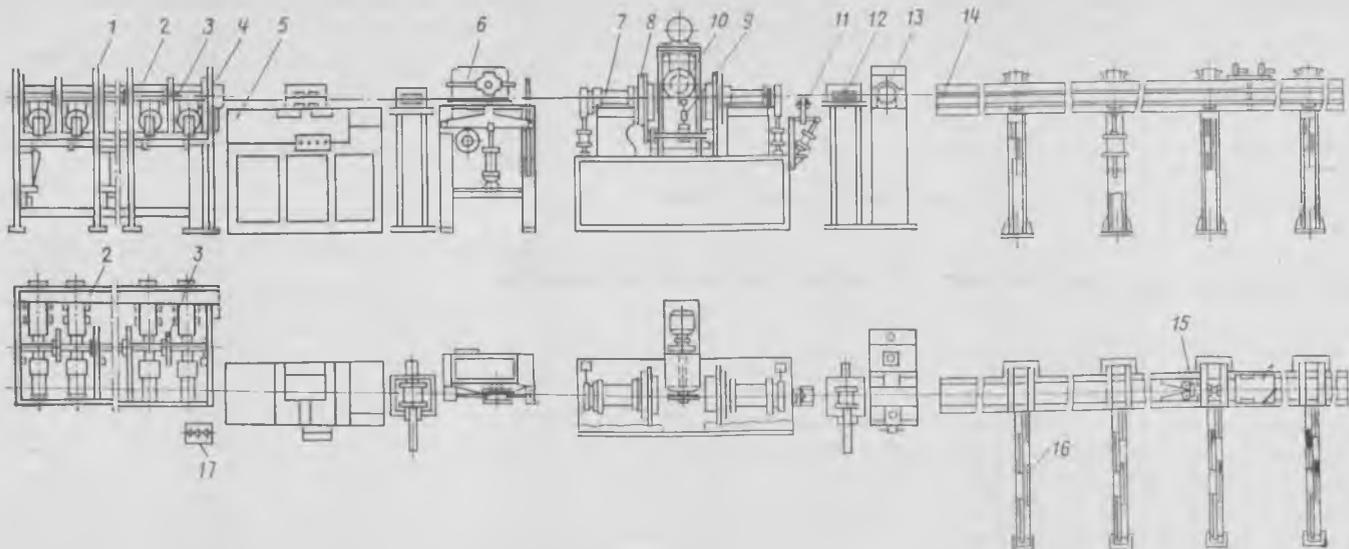
На предприятиях строительной индустрии Минстроя СССР в настоящее время установлено около 150 линий безотходной заготовки арматурных стержней, однако они работают, как правило, с низкой производительностью, так как обслуживание их связано с выполнением отдельных трудоемких ручных операций, особенно при загрузке стержней на роуланг.

Изготавливаемые на линиях мерные стержни имеют грат, образующийся при сжатии и сварке концов стержней, который затрудняет сборку и сварку каркасов, особенно с большим насыщением рабочей и распределительной арматурой, а также установку закладных деталей.

СКТБ Стройиндустрия разработана и

передана в производство техническая документация на опытный образец усовершенствованной полуавтоматической линии для безотходной заготовки арматурных стержней классов А-I, А-II, А-III, А-IV (ЛБЗА-40М) (см. рисунок).

В состав новой модернизированной линии включены механизированное устройство отбора и подачи стержней на



Полуавтоматическая линия безотходной заготовки арматурных стержней

1 — механизированное устройство отбора и подачи стержней; 2 — подвижный стол; 3 — вал с дисками-захватами; 4 — рольганг; 5 — машина сварочная МС-2008; 6 — механизм продольного перемещения плиты; 7 — установка для снятия грата; 8 — планшайба; 9 — механизм настройки стыка с гратом; 10 — режущий механизм; 11 — роликовый пневмопривод; 12 — механизм досылки стержня; 13 — станок для резки арматурной стали СМ-3002; 14 — секционный приемно-сбрасывающий стол; 15 — передвижной захват; 16 — ячеевый стеллаж-накопитель; 17 — пульт управления

рольганг* для исключения тяжелого ручного труда при загрузке линии, установка для снятия грата, позволяющая изготовлять стержни равного по длине диаметра, усовершенствованная конструкция 6-секционного приемно-сбрасывающего стола с откидным дном и специальным передвижным захватом для автоматизации отмера, вывод из зоны ножиц и сброс мерных стержней в ячеевый стеллаж-накопитель с сортировкой по размерам.

Механизированное устройство отбора и подачи стержней состоит из 3-секционной рамы, каждая секция которой имеет перемещаемый в горизонтальном направлении стол с наклонными направляющими стержней. Вдоль рамы расположен вал с приводными дисками-захватами, смещенными относительно друг друга на определенный угол и образующими условную винтовую линию, благодаря чему обеспечиваются постепенное отделение стержня от пачки и сброс его на приводной рольганг. Установка для снятия грата имеет две реверсивные планшайбы с планитарным механизмом, обеспечивающим зажим, центровку и вращение плиты; механизм остановки и настройки стыка с гратом относительно стального диска. при вращении которого в результате трения грат оплавляється и срезается по периметру стержня; роликовый пневмо-

привод, предназначенный для опускания и подъема плиты.

Кроме указанного оборудования в состав линии входят сварочная машина МС-2008 или МСО-602 (новой модификации), механизм продольного перемещения плиты, механизм досылки стержня с гратом под диаметральной ось режущего диска, станок для резки арматурной стали СМ-3002, пульт управления.

Линия работает в полуавтоматическом и одиночном режимах. Обслуживает линию один рабочий-оператор. Ее производительность 1,4 т/ч, диаметр заготавливаемых стержней 12—40 мм при длине 2400—24 000 мм. Установленная мощность 17/150 кВт/кВа. Длина линии 29 640—45 000 мм (в зависимости от числа секций приемно-сбрасывающего стола), ширина 2800 мм, высота 1750 мм, масса в зависимости от числа секций стола 3130—4200 кг.

Линию рекомендуется использовать в арматурных цехах, изготовляющих каркасы железобетонных изделий, тяжелые сетки и товарную арматуру, что позволит практически исключить отходы металла, ликвидировать трудоемкие ручные операции, повысить технологичность и уровень механизации изготовления арматурных изделий.

Ожидаемый годовой эффект от внедрения линии составит около 4500 р. Линия представлена на ВДНХ СССР.

Более подробную информацию можно получить в Чебоксарском филиале СКТБ Стройиндустрия по адресу: 428022, Чебоксары, Кабельный проезд, 22.

На ВДНХ СССР

Сборно-монолитные фундаменты

До недавнего времени фундаменты под установки непрерывной разливки стали выполнялись либо в виде монолитных массивов, имеющих сложную форму в плане и по высоте, либо в виде облегченной конструкции подвального типа, состоящей из верхней и нижней плит с несущими стенами и колоннами. Первые конструктивные решения очень материалоемки и трудоемки, а вторые были очень разнотипны, что затрудняло их расчет и проектирование.

В Харьковском Промстройинипроекте осуществлена систематизация конструкций облегченного фундамента и совместно с Приднепровским Промстройинипроектом разработано новое конструктивное решение фундаментов в виде двух участков. Первый, на котором устанавливаются подъемно-поворотный стелд и кристаллизатор, представляет собой сборно-монолитную конструкцию башенного типа, второй — сборно-монолитную конструкцию рамного типа, которая несет рольганги. Основная часть сборного железобетона выполняется в опалубке типовых серий для подвалов производственного назначения.

Разработана методика расчета таких конструкций, позволяющая учесть совместную работу элементов конструкции и грунтового основания.

Внедрение новых решений сборно-монолитных фундаментов под установку непрерывной разливки стали осуществлено на Осельском электрометаллургическом комбинате по проекту Приднепровского Промстройинипроекта. Это позволило снизить расход цемента на 574 т, металла — на 108 т, бетона — на 22 тыс. м³, трудозатрат — на 9424 чел.-дн. Экономический эффект составил 618 тыс. р.

Имеются «Методические рекомендации по проектированию фундаментов под оборудование и других сооружений подземного хозяйства кислородно-конвертерных цехов».

Справки и запросы можно получить в научной части Харьковского Промстройинипроекта по адресу: 310059, Харьков, пр. Ленина, 9.

* А. с. № 767325. Устройство для электронагрева арматурных стержней. В. А. Ли, В. Г. Яковлевский, С. А. Мадатян, Н. А. Савицкий. — Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1980, № 36.

УДК 691.87:693.554

А. Я. ГУЖАВИН, инж. (Горьковский филиал СКТБ Стройиндустрия)

Станок для изготовления арматурных спиралей

По типовым чертежам в забивных железобетонных сваях предусматривается армирование головы сваи пятью сварными поперечными сетками для серии 1.011-1 или двумя пакетами сварных гребенок, вдеваемых друг в друга, для серии 1.011-6. Такое армирование весьма трудоемко, так как требует большого числа точек контактной сварки сеток. Кроме того, из-за густого расположения арматуры в голове сваи возникают трудности при укладке бетонной смеси.

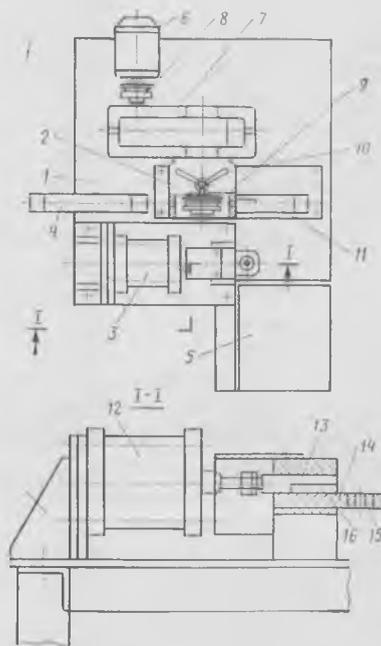
СНиП II-21-75 «Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции» допускает применение косвенного армирования не только в виде поперечных сеток, но и в виде спиралей. НИЛ ФХММ и ТП Главмоспромстройматериалов предложено заменить сварные сетки проволочной спиралью. Для этого принята в типовых конструкциях квадратную наружную спираль основного каркаса доводят до верха добавлением двух витков и размещают в ней круглую спираль. Для свай сечением 300×300 мм спираль имеет 7 витков с шагом 40 мм, наружный диаметр 240 мм, из проволоки диаметром 5 мм (стали класса В-I или Вр-I).

Такое армирование менее трудоемко по сравнению с типовым, экономит расход стали и не препятствует укладке и уплотнению бетонной смеси. По данным НИЛ ФХММ и ТП, экономия стали на одну сваю составляет для серии 1.011-1 — 0,97 кг и для серии 1.011-6 — 1,89 кг, а экономический эффект — соответственно 0,26 и 0,41 р. Институт Фундамент-проект разрабатываются типовые чертежи свай с новым видом армирования для массового применения.

Для изготовления спиралей косвенного армирования на заводе ЖБИ № 13 Главмоспромстройматериалов был создан автоматический станок. Горьковским филиалом СКТБ Стройиндустрия Министрства СССР для Заволжского завода промышленного железобетона № 3 разработаны рабочие чертежи усовершенствованного станка для навивки спиралей.

По сравнению с существующим в нем изменено крепление подающего ролика к редуктору, что исключает замену вторичного вала. Для повышения надежности работы изменено режущее устройство, а также навивочная шайба, которую можно изготовлять на токарно-винторезном станке. Предусмотрены также правильное устройство для правки поступающей с бухты проволоки и стол-сбрасыватель для сбрасывания отрезанной спирали в контейнер.

Станок состоит (см. рисунок) из рамы, на которой смонтированы подающее, режущее и правильное устройства, стол-сбрасыватель, пневмоаппаратура и пульт



Станок для навивки спиралей

1 — рама; 2 — подающее устройство; 3 — режущее устройство; 4 — правильное устройство; 5 — стол-сбрасыватель; 6 — электродвигатель; 7 — редуктор; 8 — муфта; 9 — подающие ролики; 10 — винт; 11 — навивочная шайба; 12 — пневмоцилиндр; 13 — ползун; 14 — направляющие; 15 — втулка; 16 — нож

управления, а также электродвигатель и редуктор. Станок комплектуется бухтодержателем. Приводом станка служит электродвигатель 4А80В4У3 мощностью 1,5 кВт с частотой вращения ротора 1500 об/мин, соединенный муфтой с редуктором Ц2У-160-40-21-У3 с передаточным числом 40.

Подающее устройство состоит из корпуса, в котором расположены подающие ролики, один из которых (ведущий) закреплен непосредственно на выходном конце вторичного вала редуктора, а второй (ведомый) подпружинен и поджимается к ведущему винтом. Напротив роликов установлены с одной стороны правильное устройство, а с другой — навивочная шайба.

Режущее устройство включает в себя пневмоцилиндр, шток которого соединен с ползуном. Последний движется в направляющих, в передней части которых укреплен втулка.

Станок работает следующим образом. На бухтодержатель устанавливается бухта проволоки заводской поставки. Конец проволоки пропускают через правильное устройство и вставляют между подающими роликами, которые сжимаются винтом. После этого открывается вентиль сжатого воздуха и включается привод навивки. Проволока подающими роликами проталкивается в навивочную шайбу, где проходит по спиральному каналу, и выходит из шайбы в виде витков спирали. Конец спирали заправляется во втулку режущего устройства. При срабатывании реле времени включается подача сжатого воздуха в пневмоцилиндр, который приводит в движение ползун с ножом, перерубающим проволоку. В конце хода ножа подается сигнал на стол-сбрасыватель, и готовая спираль сбрасывается в контейнер. Реле времени настроено на интервал, необходимый для получения спирали из 7 витков. Время определяется пробной навивкой и составляет 20—25 с.

Производительность станка — 90—110 спиралей в 1 ч, габаритные размеры (без бухтодержателя) 1450×1120×1410 мм, масса (без бухтодержателя) 540 кг.

Станок внедрен на Заволжском заводе промышленного железобетона № 3. Годовой экономический эффект составил 17,8 тыс. р. при объеме выпуска свай со спиральным армированием 31 тыс. м³ в год.

Техническую документацию можно получить в Горьковском филиале СКТБ Стройиндустрия по адресу: 603058, Горький-58, ул. Грекова, 4.

УДК 624.072.2/.3.046

Н. И. КАРПЕНКО, д-р техн. наук, проф.; Т. А. МУХАМЕДИЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

К расчету прочности нормальных сечений изгибаемых элементов

Отличительная особенность предлагаемой методики расчета прочности (как и метода расчета деформаций [1]) заключается в переходе от реальной криволинейной эпюры напряжений в бетоне сжатой зоны к прямоугольной. Полагаем, что реальную криволинейную эпюру напряжений высотой x_r можно заменять эквивалентной по площади прямоугольной высотой x таким образом, чтобы напряжения заменяющей эпюры совпадали с напряжениями $\sigma_{б.ц}$, вычисляемыми на уровне центра тяжести реальной эпюры. При этом положении центров тяжести обеих эпюр различаются на весьма малую величину, не влияющую на значение плеча внутренней пары усилий. Кроме того, деформации центрального волокна заменяющей эпюры $\epsilon_{б.ц}$ соответствуют деформациям реальной эпюры, что дает возможность при их определении использовать диаграмму $\sigma-\epsilon$, получаемую при испытании центрально-сжатых бетонных призм.

В результате исследований установлено, что характеристики прямоугольной эпюры, соответствующие стадии разрушения ($\sigma_{б.ц}$, $\epsilon_{б.ц}$ и $x = c_\xi x_r$), можно устанавливать заранее с учетом диаграммы $\sigma-\epsilon$ для бетона. Для определения x_r рекомендуется использовать гипотезу плоских сечений. Как и в СНиП II-21-75, сопротивление бетона растяжению принимается равным нулю. В расчетах применяются диаграммы $\sigma-\epsilon$ для арматуры. В качестве предельного принимают максимальный момент внутренних сил в сечении, полученный на основании указанных предпосылок.

При расчете прочности к двум уравнениям равновесия типа (36) и (37) СНиП II-21-75, в которых в общем виде $R_{пр}$ заменяют на $\sigma_{б.ц}$, R_a на σ_a и $R_{a.с}$ на $\sigma_{a.с}$, добавляют диаграммы $\sigma-\epsilon$ для бетона и арматуры, выражения для высоты сжатой зоны x и деформаций сжатой арматуры $\epsilon_{a.с}$:

$$x = \frac{c_\xi \epsilon_{б.ц} h_0}{\epsilon_{б.ц} + \epsilon_a (1 - 0,5 c_\xi)} ; \quad (1)$$

$$\epsilon_{a.с} = \frac{\epsilon_{б.ц} (x - c_\xi a')}{x (1 - 0,5 c_\xi)} \quad (2)$$

Зависимости (3) и (4) установлены на основании приведенной методики:

$$c_\xi = 0,9 - 0,032 \frac{R_{пр}}{R_0} ; \quad (3)$$

$$\epsilon_{б.ц} = \left(256 - 17 \frac{R_{пр}}{R_0} \right) 10^{-5} \quad (4)$$

(R_0 — эталонная прочность: $R_0 = 10$ МПа).

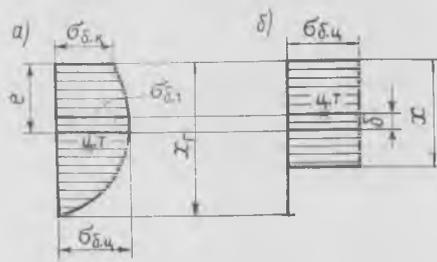


Рис. 1. Параметры криволинейной (а) и заменяющей прямоугольной (б) эпюр напряжений в бетоне сжатой зоны

Исследованиями установлено, что для бетонов марок М100—М800 расчет можно упростить, принимая в момент разрушения $\sigma_{б.ц} = R_{пр}$ и подсчитывая при этом $\epsilon_{б.ц}$ по формуле (4). Кроме того, до проведения специальных исследований можно считать $\sigma_{a.с} \approx R_{a.с}$.

При использовании гипотезы плоских сечений анализ напряженного состояния бетона сжатой зоны с известной диаграммой $\sigma-\epsilon$ выполняли отдельно, вне связи с ее работой в системе полного сечения. Для этого задавали произвольную высоту x_r с линейным (при

изгибе — по треугольнику) распределением относительных деформаций и на основании диаграммы $\sigma-\epsilon$ отыскивали соответствующую этим деформациям эпюру напряжений. В качестве предельного принимали состояние, при котором усилие, воспринимаемое бетоном сжатой зоны, было максимальным. Подобные численные опыты проводили для бетона марок М100—М800 с использованием диаграммы $\sigma-\epsilon$, рекомендованной в работе [2], при $\epsilon_R = 0,002$. На каждом шаге для криволинейной эпюры вычисляли площадь Φ , положение центра тяжести e , величины напряжений — на уровне центра тяжести $\sigma_{б.ц}$, краевых $\sigma_{б.к}$, на уровне центра тяжести заменяющей прямоугольной эпюры $\sigma_{б1}$ и соответствующие им деформации $\epsilon_{б.ц}$, $\epsilon_{б.к}$ и $\epsilon_{б1}$ (рис. 1). По этим характеристикам определяли высоту заменяющей прямоугольной эпюры $x = \Phi / \sigma_{б.ц}$, отклонение центров тяжести исходной и заменяющей эпюр δ , отношение $\sigma_{б.ц} / \sigma_{б1}$ и параметр перехода c_ξ .

Результаты расчета, приведенные в таблице, указывают на правомерность исходных предпосылок и зависимостей.

Поясним способ использования методики на примере двух алгоритмов, построенных с учетом упрощающих предпосылок.

Алгоритм подбора сечения растянутой арматуры. Пусть заданы: момент M , геометрические размеры сечения, $R_{пр}$ и площадь сжатой арматуры F_a' . Требуется вычислить площадь растянутой арматуры F_a .

На основании первого уравнения равновесия

$$x = h_0 \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 [M - R_{a.с} F_a' (h_0 - a')]}{R_{пр} b h_0^2}} \right\} \quad (5)$$

По формулам (3) и (4) находим c_ξ и $\epsilon_{б.ц}$.

Используя вычисленные значения x , c_ξ и $\epsilon_{б.ц}$, по формуле (1) устанавливаем ϵ_a , по диаграмме находим σ_a , затем, исходя из второго уравнения равновесия, определяем требуемую площадь арматуры по формуле

$$F_a = \frac{R_{пр} b x + R_{a.с} F_a'}{\sigma_a} \quad (6)$$

Алгоритм отыскания предельного момента M . Известны размеры сечения, армирование и марка бетона. Вначале последовательными приближениями организуется поиск x и σ_a , удовлетворяющих уравнениям (1), (6) и диаграмме $\sigma_a-\epsilon_a$. В первом приближении целесообразно принять $\sigma_a = \sigma_T$ или $\sigma_a = \sigma_{0,2}$ и по формуле (5) вычислить x . Затем подставляем x в выражение (1), подсчитываем ϵ_a и по диаграмме $\sigma_a-\epsilon_a$ находим σ_a . После этого, используя полусумму предыдущего и найденного значений σ_a , из формулы (6) вычисляем новое значение x и алгоритм повторяем до сходимости процесса по σ_a . Определив окончательное значение x , по первому уравнению равновесия (36) СНиП II-21-75 найдем момент M .

Марка бетона	$\frac{\sigma_{б.ц}}{R_{пр}}$	$\epsilon_{б.ц} \times 10^3$	$\frac{\sigma_{б.к}}{R_{пр}}$	$\epsilon_{б.к} \times 10^3$	$\frac{\sigma_{б1}}{R_{пр}}$	$\epsilon_{б1} \times 10^3$	$\frac{\sigma_{б1}}{\sigma_{б.ц}}$	c_ξ	$\frac{\delta}{x_r}$	$\frac{e}{x_r}$
M100	0,995	2,33	0,84	4,41	0,990	2,46	0,995	0,88	0,031	0,47
M200	0,998	2,21	0,84	4,13	0,994	2,36	0,996	0,85	0,031	0,47
M300	1,000	1,98	0,82	3,60	0,999	2,11	0,999	0,83	0,034	0,45
M400	0,999	1,92	0,80	3,40	0,999	2,04	1,000	0,81	0,036	0,44
M500	0,997	1,87	0,78	3,30	0,997	1,99	1,000	0,79	0,038	0,43
M600	0,992	1,81	0,76	3,15	1,000	1,94	1,010	0,78	0,038	0,43
M700	0,990	1,76	0,74	3,02	1,000	1,88	1,010	0,76	0,037	0,42
M800	0,970	1,70	0,72	2,87	0,990	1,80	1,020	0,75	0,034	0,41

опытные значения несущей способности более 130 образцов в среднем превысили расчетные на 2,12% для непереармированных образцов и на 2,32% для переармированных (рис. 2). В некоторых случаях отмечались отклонения, в несколько раз превышающие средние. Такое расхождение объясняется возможными неточностями задания диаграмм, традиционным разбросом свойств материалов и погрешностями экспериментов.

Выводы

Предлагаемая методика расчета прочности изгибаемых элементов, позволяющая учитывать полные диаграммы деформирования арматуры и бетона и устанавливать резервы прочности сечений вследствие работы арматуры в стадии упрочнения, хорошо согласуется с опытными данными.

Для изгибаемых элементов из различных марок бетона реальная эпюра напряжений в бетоне сжатой зоны в стадии разрушения может быть заменена эквивалентной по площади и положению центра тяжести прямоугольной эпюрой, если ее характеризовать параметрами $\sigma_{б.ц}$, $\epsilon_{б.ц}$ и c_{ϵ} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпенко Н. И., Мухамедиев Т. А. Определение кривизны и удлинения стержневых элементов с трещинами. — Бетон и железобетон, 1981, № 2.
2. Comité Euro-International du béton. Code-modèle CEB-FIP pour les structures en béton. (Version de référence). Bulletin d'information N 124/125-F. Paris, 1978.
3. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций./Под ред. А. А. Гвоздева. М., Стройиздат, 1978.

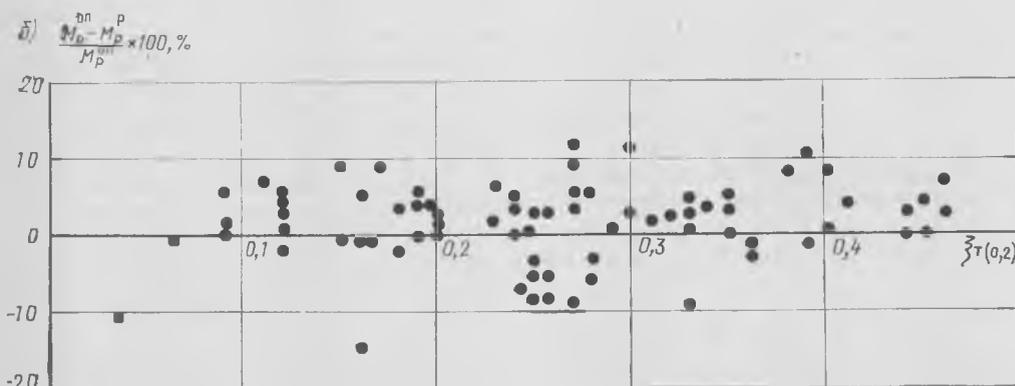
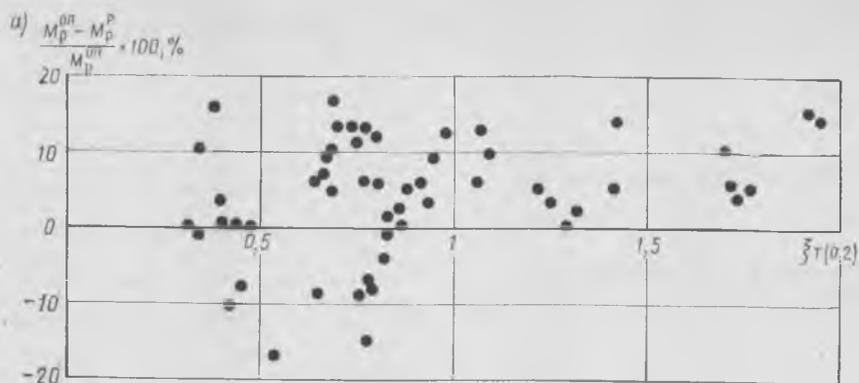


Рис. 2. Сравнение опытной и расчетной несущей способности изгибаемых элементов при $\xi_T(0,2) > \xi_R$ (а) и $\xi_T(0,2) \leq \xi_R$ (б)

Изложенный способ расчета прочности нормальных сечений изгибаемых стержневых элементов проверен при просчете результатов многочисленных опытов (экспериментальные данные за-

имствованы из работы [3]). Образцы характеризовались изменением марки бетона (от М100 до М1000), класса арматуры, процента армирования и усилия преднапряжения. При этом

УДК 624.072.2/3.044

Г. М. СПРЫГИН, канд. техн. наук; Ю. Г. РЕШЕТАРЬ, инж. (ДальНИИС Госстроя СССР)

Деформативность изгибаемых элементов при частичном отсутствии сцепления арматуры с бетоном

В ДальНИИС Госстроя СССР (бывший Дальневосточный Промстройини-проект) в течение ряда лет исследуется работа железобетонных конструкций без сцепления арматуры с бетоном на отдельных участках балок или по всей их длине [1, 2].

Рассмотрим работу изгибаемого элемента без сцепления арматуры с бетоном. До образования трещин его деформативность мало отличается от деформативности балок со сцеплением арматуры с бетоном (рис. 1), хотя отличия имеются и в изменении на-

пряжений в арматуре с ростом внешней нагрузки, и в некотором снижении момента образования трещин.

При отсутствии сцепления на участке при принятой схеме загрузки, как правило, образуется одна характерная вертикальная трещина. На участке над трещиной происходит значительное увеличение кривизны. При нагрузке 0,5..0,6 $M_{разр}$ характерная трещина раздвигается и меняет направление, переходя в горизонтальную и обозначая сжатую зону бетона.

По сравнению с аналогичными конструкциями (эталонными) со сцепле-

ем арматуры с бетоном, при одинаковых уровнях нагрузки, деформации сжатого бетона над трещиной в конструкциях без сцепления значительно больше. Это последнее определяет более раннее появление пластических деформаций сжатого бетона в таких конструкциях. Так, в опытных образцах без сцепления при нагрузке $M = 0,3 M_{разр}$ максимальные деформации бетона над трещиной были больше, чем в эталонных, в 1,5—2,2 раза для балок с $\mu = 0,73\%$ и в 1,25—1,5 раза — для балок с $\mu = 1,22\%$.

Пластические деформации бетона приводят к резкому увеличению кривизны, а следовательно, и к увеличенному по сравнению с эталонными конструкциями прогибам. Деформации проявляются на участке определенной длины, который назван пластической зоной. Длина зоны $l_{пл}$ определяется как участок конструкции, на котором кривизна больше кривизны, определенной по СНиП II-21-75 при $\psi_a=1$, т. е. без учета работы растянутого бетона.

Сравнение опытных и теоретических значений кривизны показало, что при нагрузках, незначительно превышающих момент трещинообразования, на участке над трещиной кривизна значительно превышает значения, вычисленные по формуле (158) СНиП II-21-75 при $\psi_a=1$. Это объясняется некоторым изломом балки по трещине (со значительным раскрытием трещины), поэтому кривизну на этом участке следует определять по высоте сжатой зоны в сечении над трещиной $x_{пл}$ и крайним деформациям сжатого бетона.

Формула для определения кривизны в пластической зоне

$$\frac{1}{\rho_{пл}} = \frac{\epsilon_b}{x_{пл}} = \frac{\epsilon_b}{\xi_{пл} h_0} = \frac{M \psi_0^{пл}}{\xi_{пл} h_0 F_6 z \nu E_6} = \frac{M \psi_0^{пл}}{(1 - 0,5 \xi_{пл}) \xi_{пл}^2 b h_0^3 E_6 \nu}; \quad (1)$$

$$z = (1 - 0,5 \xi_{пл}) h_0; \quad F_6 = b \xi_{пл} h_0,$$

где M — момент всех внешних сил; $\xi_{пл}$ — относительная высота сжатой зоны бетона в пластической зоне; $\psi_0^{пл}$ — коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деформаций крайнего сжатого волокна бетона по длине пластической зоны, принимаемый равным 0,8; ν — коэффициент, учитывающий неупругие деформации бетона, равный 0,4.

Коэффициент $\psi_0^{пл}$ определялся экспериментально по показаниям тензорезисторов, наклеенных на крайнее сжатое волокно бетона. В эксплуатационной стадии ($M=0,6M_{разр}$) для опытных образцов $\psi_0^{пл}$ находился в пределах 0,68—0,84 при среднем значении 0,78.

Относительные деформации бетона в пластической зоне при $M=0,6M_{разр}$ соответствовали деформациям в эталонных балках при $M=0,8..0,9M_{разр}$. При этих нагрузках коэффициент ν в эталонных образцах снижается до 0,35—0,4. Был сделан вывод о том, что для балок без сцепления в пластической зоне коэффициент ν в эксплуатационной стадии (при $M=0,6M_{разр}$) следует принимать равным 0,4.

Опытные значения относительной высоты сжатой зоны бетона в пластической зоне $\xi_{пл}$ имеют значительные расхождения с расчетными. Величина $\xi_{пл}$ уменьшается с увеличением длины участка без сцепления арматуры с бетоном и в балках при отсутствии сцепления по всему пролету $\xi_{пл}$ приближается к предельному значению $\xi_{пр}$. Для определения $\xi_{пл}$ предложена зависимость

$$\xi_{пл} = \xi - (\xi - \xi_{пр}) K_1 K_2, \quad (2)$$

где ξ — определяется по формуле (159)

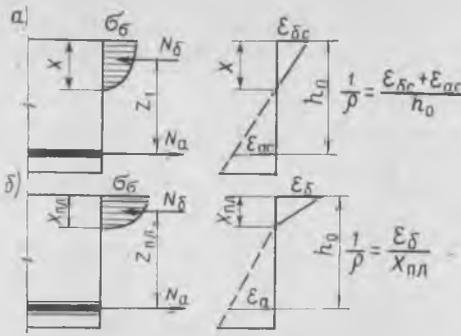


Рис. 2. Схемы усилий и деформаций бетона и арматуры в расчетном сечении а — в балках со сцеплением; б — в балках без сцепления

СНиП II-21-75; $\xi_{пр} = \frac{x}{h_0}$, x определяется

из условия прочности; K_1 — коэффициент, учитывающий величину и место расположения участка без сцепления; K_2 — коэффициент, зависящий от процента продольного армирования и принимаемый равным 0,8 для $0,5\% < \mu < 1,5\%$.

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_{ni} y_{ni}}{\sum_{i=1}^n \omega_i y_i} \quad (3)$$

K_1 представляет собой отношение произведения площади эпюры моментов на участках без сцепления ω_n на соответ-

ствующую ординату под центром тяжести на опоре от единичной силы y_n , приложенной в точке максимального момента, к произведению всей площади эпюры момента ω на соответствующие ординаты y (рис. 3).

Длина пластической зоны $l_{пл}$ зависит от напряженно-деформированного состояния конструкции и длины участка без сцепления арматуры с бетоном.

На основании анализа результатов исследований изгибаемых железобетонных элементов, а также с учетом зависимостей (3) и (4) длину пластической зоны $l_{пл}$ для конструкций без сцепления арматуры с бетоном предлагается определять по формуле

$$l_{пл} = C_6 \sqrt{t l_n} \sqrt{h_0}, \quad (4)$$

где C_6 — коэффициент, учитывающий влияние марки бетона и принимаемый 0,9 при М200; 0,85 при М300 и 0,8 при М400 и выше; t — удаление центра пластической зоны от точки нулевого момента; l_n — длина участка без сцепления арматуры с бетоном.

Центр пластической зоны следует принимать в точке максимального момента на участке без сцепления. На участках с постоянным значением изгибающего момента центр l_n следует принимать в середине участка без сцепления арматуры с бетоном.

Сопоставление опытных прогибов с теоретическими, вычисленными при $M=0,6M_{разр}$, приведено в таблице. Теоретические прогибы балок определялись

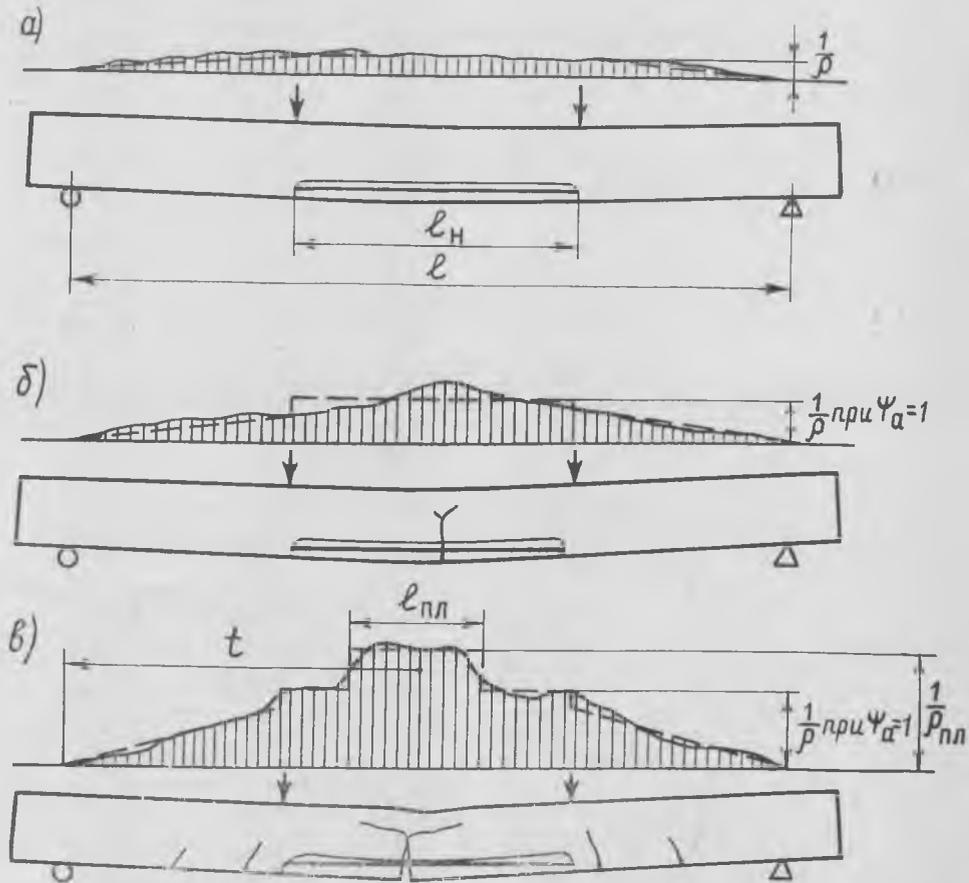


Рис. 1. Деформации балок и эпюра кривизны на различных стадиях напряженного состояния а — при $M < M_T$; б — при $M = M_T$; в — при $M > M_T$; — фактическая кривизна, определенная экспериментально; - - - - - расчетная

Шифр балок	Схемы балок	l_n , см	$R_{пр}$, МПа	$E_b \cdot 10^4$, МПа	$f_{оп}$, мм	$\frac{f_{оп}}{f_{T1}}$	$\frac{f_{оп}}{f_{T2}}$	$\frac{f_{оп}}{f_{T3}}$	$\frac{f_{оп}}{f_{T4}}$
ЗБ-А3-1			26	3,07	6,39	0,92	—	—	—
ЗБ-А3-2			26	3,07	6,4	0,94	—	—	—
ЗБ-А3-4			30,8	2,73	7,23	1	—	—	—
ЗБ-Б3-1		45	28,2	2,54	7,47	1,07	1,03	0,74	0,95
ЗБ-Б3-2			28,2	2,54	8,17	1,17	1,12	0,81	1,02
ЗБ-В3-2		90	28,2	2,54	8,24	1,25	1,18	0,86	1,01
ЗБ-В3-3			28,2	2,54	8,2	1,22	1,13	0,84	0,95
ЗБ-Г3-1		270	30,8	2,73	14,63	1,98	1,74	0,92	1,06
ЗБ-Е3-1		180	28,2	2,54	9,42	1,27	1,12	—	0,99
ЗБ-АII-1		—	30,8	2,73	8,04	0,99	—	—	—
ЗБ-БII-1		45	30,8	2,73	8,61	0,97	0,96	0,87	0,92
ЗБ-ВII-1		90	30,8	2,73	9,1	1,12	1,1	1,02	1,03

Примечание. Балки ЗБ-АII-1, ЗБ-БII-1, ЗБ-ВII-1 армированы 2Ø18 А-III ($F_a = 4,96 \text{ см}^2$; $E_a = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $\mu = 1,22\%$), в остальных балках продольная рабочая арматура принята сечением 2Ø14 А-IIIв ($F_a = 2,99 \text{ см}^2$; $E_a = 1,98 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $\mu = 0,73\%$).

по методике СНиП II-21-75 без учета нарушения сцепления f_{T1} , с $\psi_a = 1$ на участках без сцепления арматуры с бетоном f_{T2} , по предложениям [1] с учетом повышающего коэффициента f_{T3} и по предлагаемой методике с учетом пластических деформаций f_{T4} .

По предлагаемой методике кривизна на участках со сцеплением определяется по формуле (158) СНиП II-21-75, на участках без сцепления за границей пластической зоны по той же формуле при $\psi_a = 1$ и на длине пластической зоны $l_{пл}$ кривизна вычислялась по формуле (1).

Сопоставление теоретических значений прогибов с фактическими показало, что предлагаемая методика определения прогибов может быть применена для расчета изгибаемых конструкций без сцепления арматуры с бетоном.

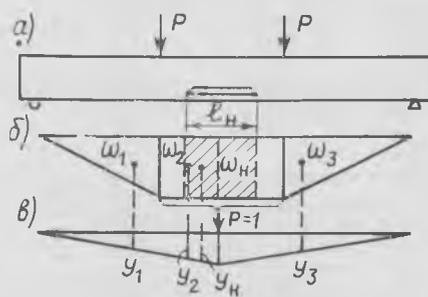


Рис. 3. Определение коэффициента K_1 . а — схема балки; б — эпюра M от сил P ; в — эпюра M от $P=1$

Выводы

Нарушение сцепления арматуры с бетоном на отдельном участке или по всей длине балок увеличивает их де-

формативность. Методы определения прогибов по СНиП II-21-75 должны быть скорректированы для оценки прогибов конструкций без сцепления арматуры с бетоном.

Предлагаемая модель работы конструкций без сцепления арматуры с бетоном на отдельном участке или по всей длине балок и разработанная методика расчета позволяют достаточно точно оценивать их прогибы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спрыгин Г. М. Исследование предварительно напряженных конструкций при частичном или полном отсутствии сцепления арматуры с бетоном. Материалы VIII конгресса ФИП в Лондоне, 1978.
2. Спрыгин Г. М., Вайсфельд А. А. Экспериментальные исследования железобетонных изгибаемых конструкций с арматурой, имеющей частичное или полное нарушение сцепления с бетоном. — В кн.: Исследование облегченных железобетонных конструкций на пористых заполнителях Дальнего Востока. Труды ХПИ. Хабаровск, 1975.

Продавливание и переходные формы разрушения в плитах с поперечной арматурой

В общем виде можно классифицировать разрушение плит от действия поперечных сил по сквозному наклонному сечению по всей ширине элемента и по замкнутому наклонному сечению вокруг сосредоточенного груза (разрушение от продавливания). Первый случай отмечается в плитах, работающих по балочной схеме, т. е. опертых по двум сторонам, когда нагрузка распределяется равномерно по всей ширине плиты. Второй случай наблюдается в плитах с концентрированной нагрузкой, достаточно удаленной от краев плиты. Кроме того, существуют различные промежуточные формы, включающие зоны замкнутых и сквозных поверхностей разрушения [1]. В частности, они проявляются при увеличении ширины элемента по сравнению с шириной площади опирания груза.

В НИИЖБ плиты с поперечной арматурой испытывали по балочной схеме на продавливание и по переходным формам. При этом фиксировали деформации хомутов по высоте сечения и по площади плит. Изучение величины и характера изменения деформаций в хомутах позволило представить картину образования и развития наклонных трещин в плите при продавливании и схему ее разрушения.

Вначале образуются нормальные трещины. По мере роста по высоте их траектории искривляются в сторону штампа и становятся близкими к поверхности, наклоненной под углом 45° . Одновременно эти трещины развиваются от средней зоны плиты к растянутой грани также под углом, близким к 45° . При нагрузке, соответствующей несущей способности на продавливание плит без поперечной арматуры, образуется замкнутая наклонная трещина под углом 45° от штампа до продольной ар-

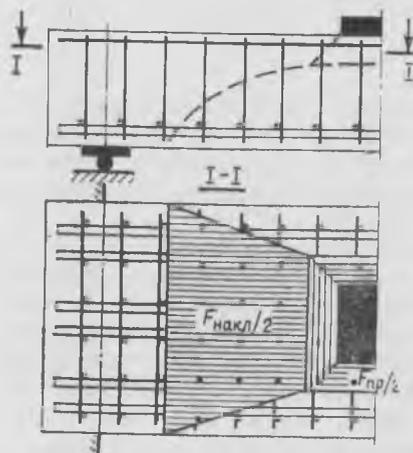


Рис. 2. Рабочие зоны хомутов в переходных формах

матуры. Затем критическая трещина развивается горизонтально вдоль продольной арматуры к краям плиты и выходит на нижнюю поверхность плиты, причем длина горизонтального участка уменьшается с увеличением диаметра хомутов (рис. 1). Несущая способность на продавливание складывается из усилия, которое воспринимают хомуты, пересекающие трещину, с напряжениями, равными пределу текучести, а также усилия, воспринимаемого другими компонентами (нагельным сопротивлением продольной арматуры, сопротивлением бетона у штампа над трещиной, силами зацепления в трещине). Таким образом, схема сопротивления плит при продавливании подобна схеме сопротивления балок по наклонным сечениям.

Исходя из анализа опытных данных расчет на продавливание плит с попе-

речной арматурой может производиться, как и для балок, по наклонным сечениям по формуле

$$P \leq P_6 + 0,8 P_x, \quad (1)$$

где P — продавливающая сила от внешней нагрузки; P_6 — продавливающая сила, воспринимаемая плитой без поперечной арматуры по пирамиде продавливания согласно СНиП II-21-75; P_x — продавливающая сила, воспринимаемая хомутами в пределах пирамиды продавливания с учетом наклона боковых граней 45° .

С увеличением количества поперечной арматуры несущая способность плиты на продавливание возрастает по зависимости, близкой к линейной. Однако рост несущей способности, очевидно, может происходить до некоторого предела, определяемого, как и в балках, прочностью на сжатие бетонных перемычек между наклонными трещинами. Опытным путем этот предел не выявлен, однако получена максимальная величина несущей способности — около $2,2 P_6$.

Поперечную арматуру можно располагать по всей площади плиты или концентрированно в пределах пирамиды, следующей от грузовой площадки продавливающей силы. опыты показали, что при концентрированном расположении поперечной арматуры и значительном проценте армирования разрушение может происходить по пирамиде от внешнего контура зоны поперечного армирования. При этом следует производить дополнительный расчет по указанной пирамиде продавливания без поперечной арматуры.

При переходных формах происходит перераспределение напряжений в хомутах по площади плиты. С увеличением ширины элемента по сравнению с шириной грузовой площадки рабочая зона хомутов $F_{накл}$ сокращается, но увеличивается рабочая зона хомутов $F_{пр}$ вокруг грузовой площадки (рис. 2).

Наиболее просто несущую способность для переходных форм разрушения в плитах с поперечной арматурой можно оценивать как для плит без поперечной арматуры путем линейной интерполяции между двумя граничными случаями: по наклонному сквозному сечению и по наклонному замкнутому сечению (по продавливанию).

$$P \leq \frac{P_{накл} (b_{гр} - b) + P_{пр} (b - b_{оп})}{b_{гр} - b_{оп}}, \quad (2)$$

где $P_{накл}$ — сила, воспринимаемая элементом шириной, равной $b_{оп}$, из расчета по наклонному сечению с учетом хомутов согласно СНиП II-21-75; $P_{пр}$ — сила, воспринимаемая элементом шириной, равной и большей $b_{гр}$, из расчета на продавливание с учетом хомутов по формуле (1); $b_{гр}$ — граничная ширина плиты, начиная с которой осуществляется разрушение по продавливанию [2].

Расчет по этой методике дает хорошее совпадение с опытными данными (отклонение до 10% в сторону запаса).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А. А., Залесов А. С., Ермуханов К. Е. Переходные формы между разрушением по наклонному сечению и продавливанием. — Бетон и железобетон. 1980. № 3.
2. Залесов А. С., Ермуханов К. Е. Переход от разрушения по наклонному сечению к продавливанию. — В кн.: Поведение бетонов и элементов железобетонных конструкций при воздействии различной длительности. М.: НИИЖБ, 1980.

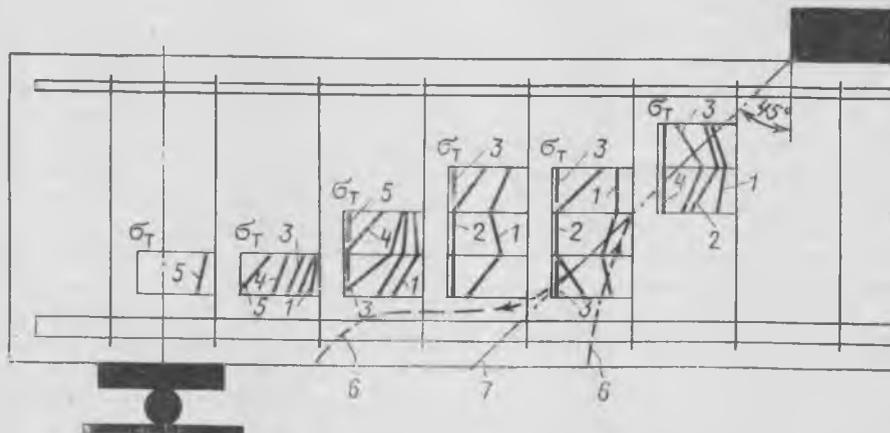


Рис. 1. Распределение напряжений в хомутах и схема развития трещин при продавливании
1—5 — уровни нагружения; 6 — фактическое положение трещины; 7 — расчетная пирамида продавливания

Об использовании производственных мощностей и сокращении перевозок сборных конструкций

Сдвиг строительства в восточные и северные районы привел к стабилизации темпов роста объемов строительно-монтажных работ в европейской части страны. В связи с этим снизилась потребность в сборных железобетонных конструкциях в Центральном, Уральском, Юго-Западном, Донецко-Приднепровском экономических районах и образовался избыток производственных мощностей. И напротив, в Западно-Сибирском, Дальневосточном и некоторых других экономических районах сборный железобетон все еще дефицитен из-за резкого опережения потребности в конструкциях уровня созданных мощностей. Планирующие органы недостаточно оперативно отреагировали на изменение территориального размещения строительства. В некоторых избыточных по производству сборного железобетона экономических районах продолжалось наращивание выпуска конструкций, а в районах с дефицитным балансом производства и потребления прирост продукции был меньше. Например, в прошедшей пятилетке прирост выпуска сборных железобетонных конструкций в Юго-Западном районе был выше, чем в Дальневосточном.

Отсутствие территориальных планов производства и распределения сборного железобетона, слабая межведомственная кооперация приводят к одновременному ввозу и вывозу из крупных экономических районов конструкций массового применения. Исследования НИИЭС и ПИ № 2 показывают, что из Уральского экономического района вывозится более 17% производимых сборных железобетонных конструкций, причем более 40% конструкций ввозится назад. Такое положение наблюдается и в других экономических районах РСФСР. Так, из Центрального района вывозится более 12% производимых конструкций и более 50% ввозится назад, в Поволжский район ввозится почти 70% вывозимых конструкций. Эти показатели не включают перевозки специальных видов сборного железобетона, а относятся только к конструкциям массового применения. По данным МПС, в целом по

стране более 50% производимого сборного железобетона вывозится в другие области и края, несмотря на то, что выпуск его организован во всех регионах страны.

К нерациональным перевозкам сборных железобетонных конструкций приводит рассредоточение их производства более чем по 60 министерствам и ведомствам. Более 70% объемов производства приходится на долю строительных министерств, около 20% — предприятий нестроительных министерств и ведомств и около 10% — предприятий местных Советов. Причем при неполном использовании мощностей сборного железобетона строительными министерствами и местными Советами производство его нестроительными министерствами и ведомствами возрастает.

Каждое министерство и ведомство направляет собственную продукцию прежде всего подведомственным строительным организациям, что значительно увеличивает число встречных перевозок. Основной объем встречных перевозок сборного железобетона приходится на Центральный экономический район, связанный почти со всеми районами европейской части СССР. Велик удельный вес неэффективных короткопребжных перевозок по железной дороге на расстояние до 100 км — около 15%. Такие перевозки целесообразно осуществлять автомобильным транспортом, так как при перегрузке с железнодорожного на автомобильный транспорт производятся дополнительные затраты труда.

Таким образом, большой объем перевозок сборного железобетона вызван не специализацией производства конструкций, а отсутствием централизованного планирования и межведомственной общностью. Обследование специалистами институтов Госстроя СССР и Минстройматериалов СССР отдельных областей Центрального экономического района показало, что в каждой области производится вся номенклатура продукции сборного железобетона. Выпуск сборных конструкций в стране осуществляют 6000 предприятий, подчиненных

150 министерствам и ведомствам*. Недостатки планирования приводят к тому, что при наличии недоиспользованных мощностей одного министерства организуется выпуск изделий на предприятиях другого. В некоторых случаях в связи с небольшой потребностью данного министерства в этих конструкциях создаются маломощные предприятия. Вместе с тем специализация предприятий, особенно в сочетании с концентрацией производства, является важным фактором не только повышения уровня использования мощностей, но и улучшения технико-экономических показателей производства. Об этом свидетельствует сравнение технико-экономических показателей заводов КППД, отличающихся уровнем специализации. Так, Пермский завод, специализированный на выпуске стеновых панелей, производит вдвое больший объем продукции при меньшей численности работников по сравнению с Березниковским заводом, имеющим более широкую номенклатуру изделий. На Пермском заводе сьем продукции с 1 м² площади стеновых установок более чем в 2 раза выше, чем на Березниковском, и почти в 3 раза ниже уровень предусматриваемых планом простоев оборудования. В результате фондоотдача на Пермском заводе примерно в 4 раза выше. Специализированное предприятие имеет большие преимущества по уровню рентабельности и себестоимости продукции.

Для преодоления межведомственных барьеров целесообразно разрабатывать и утверждать сводные балансы производства и распределения основной номенклатуры железобетонных изделий с учетом территориального и ведомственного деления. К недостаткам планирования относится также неудовлетворительная структура воспроизводства сборного железобетона. Ее анализ показывает, что удельный вес прироста мощности производства за счет нового строительства не снижается, что наблюдается и в европейской части страны. Неудовлетворительное положение с техническим перевооружением и реконструкцией производства объясняется тем, что Госплан СССР и Госснаб СССР не выделяют министерствам необходимого оборудования и материалов.

Для улучшения использования действующих мощностей и сокращения объема нерациональных перевозок сборного железобетона при составлении схем развития и размещения строительства и его материально-технической базы следует предусматривать: полное использование имеющихся мощностей

* Известия Советов народных депутатов СССР, 1981, 22 июля, с. 3.

предприятий сборного железобетона, их техническое перевооружение и реконструкцию; развитие специализации и кооперирования производства; первоочередное развитие действующих мощностей и создание новых предприятий в осваиваемых районах.

Среди экономических факторов, таких как концентрация, специализация и кооперирование производства, совершен-

ствование планирования и управления, видное место занимают оптимизация мощностей и рациональное размещение заводов. При определении оптимальной мощности необходимо тщательно анализировать территориально-отраслевую структуру строительства и выявлять потребителей. Необходимость выбора эффективной структуры производства и потребления строительных конструкций

с учетом регионального фактора обусловлена тем, что показатели, выявленные в прогнозах для страны в целом, могут существенно отличаться от аналогичных показателей по конкретным районам в зависимости от отраслевой структуры и объемов строительства, транспортных условий, наличия местных ресурсов и других факторов.

Вопросы качества

УДК 624.012:691.327:666.973.2:669.162.266.448:678.027

П. И. ШИЛКИН, А. П. КАРАВИЧЕВ, В. С. ГРЫЗЛОВ, кандидаты техн. наук (Липецкий политехнический ин-т); А. А. БЕЛАШОВ, инж. (завод ЖБИ № 7 Главлипецкстроя); С. П. ЛУШНИКОВ, инж. (ЦНИЛ Главлипецкстроя)

Производственный опыт оптимизации режимов формования шлакопемзобетонных конструкций

Важной задачей автоматической системы управления заводским производством железобетонных изделий является выдерживание оптимальных параметров технологического процесса.

В 1981 г. на заводе ЖБИ № 7 Главлипецкстроя организован систематический контроль теплопроводности, прочности и объемной массы шлакопемзобетона в панелях наружных стен методом высверливания и испытания кернов. Контроль этих характеристик позволяет соблюдать оптимальные технологические параметры, обеспечивающие получение наилучших эксплуатационных свойств изделий.

В табл. 1 дана оценка показателей шлакопемзобетонных наружных стеновых панелей марки М75 по коэффициенту теплопроводности λ , прочности на сжатие R и объемной массе в естественно-воздушном состоянии γ по результатам производственного контроля кернами. Из анализа табл. 1 следует, что разброс характеристик ограждающих конструкций еще довольно значителен. Некоторые изделия имеют низкую прочность, отмечена неоднородность теплопроводности по площади панели.

Ранее установлено, что при упорядоченной технологии формования шлакопемзобетонных наружных стен с при-

грузом имеются резервы улучшения качества ограждающих конструкций и экономии цемента [1].

В цехе добора завода ЖБИ № 7 на линии формования панелей наружных стен проведены испытания на произ-

водственных составах шлакопемзобетона с инертным пригрузом (рис. 1). Панели Н-36 и Н-29 изготовлены при расходе шлакопортландцемента марки 300—253 кг на 1 м³ уплотненной смеси. В качестве инертного пригруза использовали стальные листы толщиной 30—78 мм при различном времени виброуплотнения. Местоположение пригрузов варьировали для исключения влияния неоднородности колебаний виброплощадки СМЖ-199А с амплитудой 0,3 мм и частотой 50 Гц.

При определенных материалах задача сводится к обеспечению требуемого комплекса технических свойств, которыми должны обладать бетон и бетонная смесь при оптимальном расходе цемента. Зависимость показателей прочности, теплопроводности и объемной массы шлакопемзобетона от состава смеси, способа формования и виброукладываемости носит нелинейный характер [2]. Поэтому, учитывая сложный характер структурообразования шлакопемзобетона, формирования его эксплуатационных свойств, для моделирования процесса целесообразны статистическая обработка алгоритмированного экспери-

Таблица 1

Показатель	λ , Вт/ /(м·°С)	R , МПа	γ , кг/м ³
Среднее значение	0,419	9,48	1693,00
Дисперсия	0,043	1,32	84,60
Коэффициент вариации	10,260	13,92	5,00
Коэффициент однородности	0,830	0,77	0,92

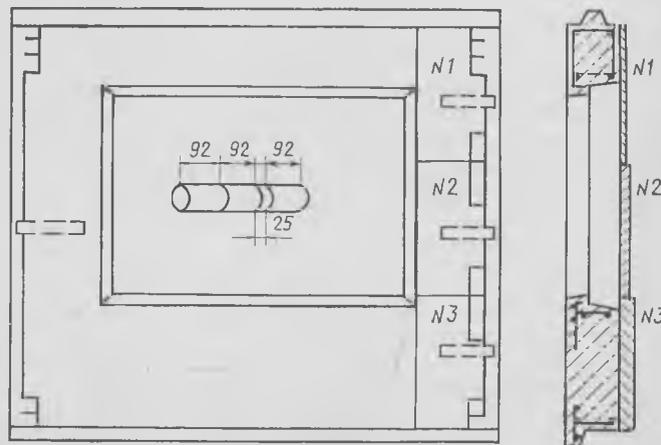


Рис. 1. Схема размещения пригрузов, высверливания и распиливания кернов

Таблица 2

Факторы		λ , Вт/(м·°С)	R , МПа	γ , кг/м ³
X_1	X_2			
-1	-1	0,379	6,60	1611
+1	-1	0,377	10,50	1756
-1	+1	0,406	8,72	1642
+1	+1	0,385	13,77	1790
0	0	0,393	8,99	1685
+1	0	0,378	10,91	1778
-1	0	0,388	8,20	1635
0	+1	0,400	9,79	1719
0	-1	0,364	8,74	1667

мента, анализ и совместное решение уравнений вида

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} b_i X_i + \sum_{1 \leq i < j < k} b_{ij} X_i X_j, \quad (1)$$

где \hat{y} — расчетный показатель моделируемого параметра; b_0, b_i, b_{ij} — оценка коэффициентов регрессии; $X_1, \dots, X_i, \dots, X_k$ — технологические факторы.

Основными факторами, влияющими на свойства шлакопемзобетона и удовлетворяющими условиям эксперимента (управляемы, совместимы, независимы), приняты величина инертного пригруза X_1 , кПа, и показатель виброукладываемости смеси X_2 , с.

После высверливания и распиливания кернов определяли коэффициент теплопроводности в сухом состоянии стационарным методом, прочность при сжатии в 28-суточном возрасте и объемную массу в естественно-влажном состоянии (табл. 2).

Проверка результатов по критерию Стьюдента показала, что все наблюдения совместимы, гипотеза об однородности дисперсий подтверждается проверкой результатов по критерию Кохрена. Это позволило установить коэффициенты уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Для двух факторов их рассчитывали по результатам обработки образцов девяти опытных панелей, определяемых числом возможных сочетаний двух факторов, которые варьировали на трех уровнях.

В результате обработки экспериментальных данных и нахождения коэффициентов корреляционных уравнений с учетом их значимости получена модель свойств шлакопемзобетона в возрасте 28 сут:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= 0,394 - 0,0055 X_1 + \\ &+ 0,012 X_2 - 0,0059 X_1^2 - \\ &- 0,007 X_2^2 - 0,005 X_1 X_2; \\ \hat{Y}_2 &= 1726 + 72,7 X_1 + 19,5 X_2 - \\ &- 13,8 X_1^2 - 27,3 X_2^2 + \\ &+ 0,75 X_1 X_2; \\ \hat{Y}_3 &= 9,145 + 1,94 X_1 + 1,07 X_2 + \\ &+ 0,475 X_1^2 + 0,175 X_2^2 + 0,29 \times \\ &\times X_1 X_2, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\hat{Y}_1(\lambda)$ — теплопроводность; $\hat{Y}_2(\gamma)$ — объемная масса; $\hat{Y}_3(R)$ — прочность.

Полученные уравнения регрессии адекватны и удовлетворяют критерию Фишера. Области линий равного уровня критерия в координатах $\Pi - B_y$, вычисленные по моделям (2), показаны на рис. 2. Анализ этих зависимостей, опытных данных о свойствах панелей и полученных ранее результатов [1] подтверждает снижение разброса коэффициента теплопроводности по площади панели и возрастание прочности и объемной массы шлакопемзобетонных панелей с увеличением времени виброуплотнения и величины пригруза.

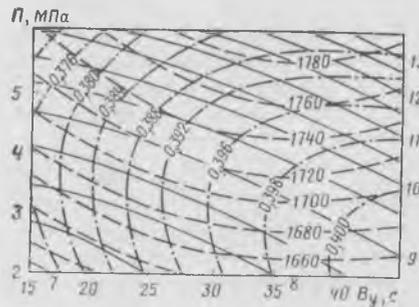


Рис. 2. Области линий равного уровня R (—); γ (---) и λ (— · —) в координатах $\Pi - B_y$

Выбор оптимальных параметров при нескольких факторах, критериальные значения которых изменяются различно, — довольно сложная задача. При конструировании панельных зданий основным является снижение теплопроводности и объемной массы легкого бетона. Однако учитывая, что повышение теплосащиты в ограждающих конструкциях при снижении уровня энергозатрат — главный критерий, целевой функ-

цией служат минимальная теплопроводность $\hat{Y}_1(\lambda)$ и объемная масса $\hat{Y}_2(\gamma)$ при заданной (марочной) прочности шлакопемзобетона $\hat{Y}_3 = M = \text{const}$ с учетом требований СНиП.

Минимизация функций (2) выполняется при условии $\psi_1(X_1, X_2) = 0$, за основную функцию при этом взято отношение $M - \hat{Y}_3 = \psi_1(X_1, X_2)$.

Вводя множитель Лагранжа и минимизируя функцию $\Phi_i = \varphi_i(X_1, X_2) + \lambda_i \psi_1(X_1, X_2)$, $i = 1, \dots, m$, получим условия экстремума $\partial \Phi_i / \partial X_1 = 0$, $\partial \Phi_i / \partial X_2 = 0$ и условие нахождения λ_i и критических точек X_{1i}, X_{2i} для всех i . Таким образом установим систему уравнений для определения значений X_{1i}, X_{2i} — критических точек, в которых соответственно функции Φ_i , а следовательно, и φ_i в силу того, что $\psi_1(X_{1i}, X_{2i}) = 0$, принимают максимальные значения. Разрешая уравнение $\psi_1(X_1, X_2) = 0$ относительно X_2 , разбиваем область X_1 на N частей, определяем корни уравнения $(X_2)_{1,2}$, принадлежащих ограниченной области изменения X_1, X_2 ,

и находим минимальные значения \hat{Y}_1 или λ для $R = M = \text{const}$. На языке ФОРТРАН для выполнения задачи при $N = 1000$ программа на машине ЕС-1022 работает 13—18 с. Совместным решением полученных уравнений для проектной марки шлакопемзобетона и поиском минимума коэффициента теплопроводности (и объемной массы) найдены оптимальные величины пригруза и виброуплотнения, полученные в ходе экспериментов (табл. 3).

В результате проведенных производственных исследований получены оптимальные значения параметров формирования на линии цеха завода ЖБИ № 7. Коэффициент теплопроводности, равный 0,373 Вт/(м·°С), при оптимальных значениях инертного пригруза и жесткости достигнут при формировании шлакопемзобетонных панелей наружных стен марки М75 с объемной массой 1635 кг/м³ при величине пригруза 2,9 кПа и времени виброуплотнения 15,2 с. Приемлемая в производстве технология изготовления изделий с пригрузом обеспечивает повышение качественных характеристик ограждающих конструкций, получение гладкой поверхности бетона с четко выраженными гранями и ребрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Спивак Н. Я., Руденко В. А., Шилкин П. И. Влияние технологии формирования на свойства панелей. — Бетон и железобетон, 1980, № 6.
- Руденко В. А., Шилкин П. И. Оптимизация технологии изготовления шлакопемзобетонных наружных стеновых панелей. — В сб.: Легкобетонное домостроение. М., ЦНИИЭП жилища, 1979.

Таблица 3

X_1	X_2	Π , кПа	B_y , с	R , МПа	λ , Вт/(м·°С)	γ , кг/м ³
-0,538	-0,988	2,9	15,2	7,5	0,373	1635
-1,000	-0,237	2,0	26,6	7,5	0,389	1633

УДК 666.97:691.322:691.33

А. А. КУДРЯВЦЕВ, канд. техн. наук; Ю. М. РОМАНОВ, инж. (НИИЖБ)

Бетоны на крупных заполнителях из золы ТЭС

Объем отходов тепловых электростанций (ТЭС) в виде золы и шлака в нашей стране очень велик. Для их хранения требуются большие территории, которые практически не используются в народном хозяйстве, и, кроме того, отходы загрязняют окружающую среду. Применение золы ТЭС эффективно в производстве искусственных заполнителей для бетонов.

В настоящее время у нас в стране разработаны и прошли опытную проверку три различные технологии производства таких заполнителей. ВНИПИТеплопроектом разработана и внедрена технология получения зольного гравия [1] в Кашире Московской обл., ВНИИ-Стромом на Днестровском заводе аглопорита (Тирасполь МолдССР) — технология производства зольного аглопоритового гравия [2]. МИСИ им. В. В. Куйбышева предложена технология получения безобжигового зольного гравия (БЗГ) [3].

Зольный гравий является искусственным пористым заполнителем шаровой формы с размером гранул 5—40 мм, получаемым путем помола, а затем гранулирования золы ТЭС с последующим обжигом и вспучиванием гранул в коротких вращающихся печах прамоточного действия. Для получения зольного гравия используют золошлаковую смесь из отвалов.

На Каширском заводе ЖБИ № 3 накоплен опыт производства зольного гравия во вращающихся печах. Насыпная плотность зольного гравия в среднем равна 280 кг/м³, а прочность в цилиндре — до 10 кгс/см². Гравий состоит в основном из фракций 10—40 мм (85%) при содержании песчаных фракций до 15%.

Зольный аглопоритовый гравий — искусственный пористый заполнитель, получаемый из золы ТЭС путем обжига гранул из золы и глины (10%) на спекательных решетках (агломерационных лентах). По сравнению с зольным гравием технология производства аглопоритового гравия менее трудоемка. Как правило, используется зола из отстой-

стве такого гравия составляет около 100 кг на 1 м³ заполнителя. Опытная установка Энерготехпрома по производству БЗГ построена на Дзержинском комбинате производственных предприятий (Московская обл.).

Анализируя свойства заполнителей, полученных из золы ТЭС по различной технологии (табл. 1), можно отметить, что аглопоритовый и безобжиговый гравии пригодны в основном для получения конструкционных бетонов, а зольный гравий, получаемый во вращающихся печах, — для теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных легких бетонов.

С использованием заполнителей этих видов в НИИЖБ разработаны составы бетонов различных марок и изучены их свойства. Для конструкционных бетонов марок М200—М500 использовали кварцевый песок, для теплоизоляционного бетона на зольном гравии марок М35—М150 в качестве мелкого заполнителя применяли золошлаковую смесь Каширской ГРЭС.

Из рис. 1 видно, что наименьший расход цемента в конструкционных бетонах имеет бетон на зольном аглопоритовом гравии. Так, для марки бетона М300 расход цемента составляет в среднем 315 кг/м³. Сравнительно невысокий суммарный расход цемента (включая цемент на изготовление гравия) имеют бетоны на безобжиговом зольном гравии. Например, для такого бетона марки М300 общий расход цемента не превышает 360 кг/м³.

Повышенный расход цемента имеет лишь конструкционный бетон на зольном гравии. Это вызвано тем, что прочность гранул зольного гравия сравнительно мала. Однако на Каширском заводе пытаются получить зольный гравий повышенной прочности. В настоящее время более целесообразно применять зольный гравий для конструктивно-теплоизоляционных бетонов марок М35—М100.

Средняя плотность бетона в значительной мере зависит от насыпной плотности заполнителей. На рис. 2 приведены данные о средней плотности бетонов на заполнителях рассматриваемых видов. Наименьшую плотность имеет бетон на зольном гравии для марок М75—М150 — 800—1000 кг/м³. Бетоны на аглопоритовом гравии имеют среднюю плотность 1600—1850 кг/м³, а на безобжиговом зольном гравии — 2000 кг/м³.

В НИИЖБ проводили испытания на морозостойкость и сохранность арматуры от коррозии бетонов всех указанных видов. Все бетоны на искусственных заполнителях из золы ТЭС независимо

Т а б л и ц а 1

Свойства	Зольный гравий фракций, мм		Зольный аглопоритовый гравий фракций, мм		Безобжиговый зольный гравий фракции 5—30 мм
	5—10	10—20	5—10	10—20	
Насыпная плотность, кг/м ³	280	278	760	740	950
Плотность зерен, кг/м ³	415	435	1400	1320	1800
Водопоглощение за 48 ч по массе, %	17	13,8	17	18	7
Прочность в цилиндре, кгс/см ²	6,2	5,5	35	30	50

ников гидрозолоудаления или из золофильтров ТЭС. В последнем случае зола не размалывается перед гранулированием. Гранулы обжигаются на агломерационных лентах с меньшим расходом топлива, чем при производстве зольного гравия.

На Днестровском заводе аглопорита налажено производство зольного аглопоритового гравия фракций 5—20 и 20—40 мм с насыпной плотностью 700—800 кг/м³ и прочностью в цилиндре 20—45 кгс/см².

Безобжиговый зольный гравий получают из золы ТЭС без обжига. Зола размалывается в шаровых мельницах, смешивается с цементом и гранулируется на тарельчатых грануляторах. Для ускорения твердения гранулы пропаривают. Расход цемента при производ-

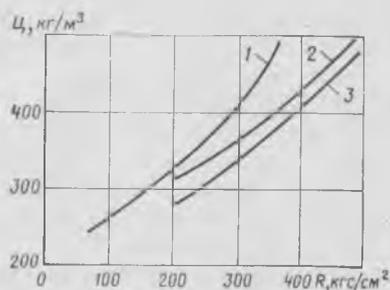


Рис. 1. Расход цемента для бетонов из золы ТЭС
1 — на зольном гравии; 2 — на безобжиговом гравии (общий расход цемента на заполнитель и бетон); 3 — на зольном аглопоритовом гравии

от содержания в ней несгоревших частиц топлива имеют высокую морозостойкость, а арматура достаточно надежно защищена от коррозии.

Прочностные и деформативные свойства бетонов на заполнителях из золы изучали по методике НИИЖБ. В результате было установлено, что коэффициент призмочной прочности равен 0,77—0,87, причем нижняя граница относится к бетону на аглопоритовом гравии.

Прочность при осевом растяжении определяли при испытании цилиндров диаметром 120 и длиной 400 мм. Опыты показали, что у бетонов всех видов на заполнителях из золы прочность на осевое растяжение та же, что и для обычного тяжелого бетона таких же марок.

Прочность сцепления арматуры с бетоном определяли на образцах размерами 15×15×10 см с расположенным по центральной оси арматурным стержнем из стали класса А-IV диаметром 12 мм. Бетоны на зольных заполнителях по прочности сцепления не уступают тяжелому. Податливость заделки арматуры во всех случаях меньше, чем в тяжелом бетоне таких же марок. Это объясняется более прочным сцеплением бетона с арматурой вследствие улучшенной структуры цементного камня из-за отсоса воды пористыми заполнителями.

Данные по модулю упругости, определенному на призмах в возрасте 28 сут, приведены на рис. 3. С ростом прочности модуль упругости бетонов на зольных заполнителях возрастает до определенного предела, равного около 250 000 кгс/см², после чего увеличение E_6 прекращается. По сравнению с тяжелым бетоном модуль упругости бетонов на зольных заполнителях примерно в 1,5 раза ниже.

Опытами, проведенными на центрально-сжатых призмах при их загрузении в течение 1 ч, установлено, что предельная сжимаемость бетонов на зольных заполнителях равна (230—300) 10⁻⁵, что выше, чем в тяжелом бетоне, на 20—30%. Повышенная предельная сжимаемость бетона благоприятно сказывается на работе армированных сжатых элементов, поскольку полностью используются прочностные свойства арматуры не только класса А-III, но и А-IV.

Предельная растяжимость бетонов рассматриваемых видов составляет около 20·10⁻⁵, что примерно на 20% выше, чем в тяжелом бетоне.

Бетон на БЗГ имеет повышенную примерно в 2 раза усадку по сравнению с тяжелым бетоном. Усадка бетона на зольном гравии близка к усадке тяже-

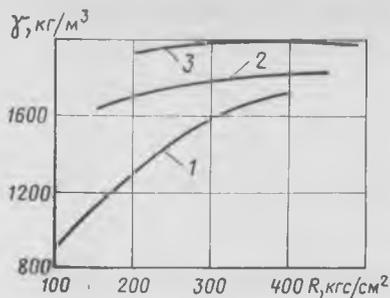


Рис. 2. Средняя плотность и прочность бетона на заполнителях из золы ТЭС 1 — на зольном гравии; 2 — на аглопоритовом гравии; 3 — на безобжиговом зольном гравии

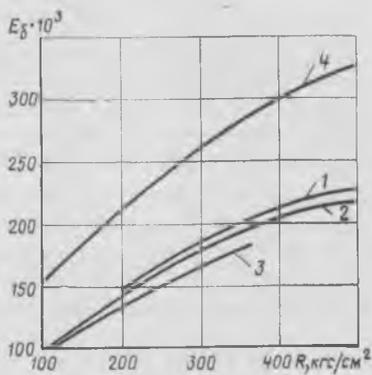


Рис. 3. Зависимость модуля упругости бетонов на заполнителях из золы ТЭС от кубиковой прочности 1 — на безобжиговом гравии; 2 — на аглопоритовом гравии; 3 — на зольном гравии; 4 — тяжелый бетон

лого бетона, а бетона на аглопоритовом гравии — выше на 25—30%. Это вызвано тем, что заполнитель в бетоне проявляет усадку одновременно с цементным камнем.

Ползучесть бетонов на заполнителях из золы ТЭС, изготовленных с применением обжига, незначительно отличается от ползучести тяжелого бетона. Повышенную ползучесть имеет бетон на БЗГ лишь с небольшим содержанием цемента, равным 250—300 кг/м³. Однако при содержании цемента 350 кг/м³ и более ползучесть такого бетона близка к ползучести тяжелого бетона таких же марок.

Из приведенных данных можно заключить, что бетоны всех рассмотренных видов на заполнителях из золы ТЭС пригодны для изготовления конструкций широкой номенклатуры для зданий различного назначения.

Выбор технологии производства того или иного вида заполнителя из золы должен определяться конкретными местными условиями с учетом потребности в заполнителях в различных районах СССР. При этом нужно принимать

во внимание расход топлива и энергозатраты на производство заполнителей. В табл. 2 приведены данные по энергозатратам на производство 1 м³ различных видов заполнителей.

Таблица 2

Заполнитель	Условное топливо, кг	Расход электроэнергии, кВт·ч
Аглопоритовый гравий из золы ТЭС	64	39
Безобжиговый зольный гравий (БЗГ)	20*	16
Зольный гравий, получаемый во вращающихся печах	100	34
Керамзит из глины	110	22

* С учетом топлива на производство цемента, содержащегося в БЗГ.

Энергозатраты на производство зольного гравия близки к таковым для керамзита. Расход топлива на производство аглопоритового гравия по сравнению с керамзитом примерно на 40% меньше, однако расход электроэнергии на 44% больше. Наименьшие расходы топлива и электроэнергии имеет безобжиговый зольный гравий, однако он пригоден для изготовления только несущих конструкций, так как плотность бетона на его основе составляет около 2000 кг/м³.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Панин А. С. Искусственный пористый заполнитель (зольный гравий) для легкого бетона. — В кн.: Технология теплоизоляционных материалов. М., Стройиздат, 1962.
- Элинзон М. П. Производство искусственных пористых заполнителей. М., Стройиздат, 1974.
- Баженов Ю. М., Гладких К. В., Виноградов Б. Н. и др. Безобжиговый зольный гравий — новый эффективный заполнитель для бетонов. — Строительные материалы, 1980, № 8.

Новые книги Стройиздата

Монтаж металлических и железобетонных конструкций. Учебник для техникумов / Б. П. Калинин, Л. М. Копп, Б. Я. Мойжес, А. Д. Соколова. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1982.

Справочник по производству сборных железобетонных изделий / Под ред. К. В. Михайлова, А. А. Фоломеева. — М.: Стройиздат, 1982.

И. Е. ПРОКОПОВИЧ, д-р техн. наук, проф.; А. Ф. ЯРЕМЕНКО, канд. техн. наук;
А. Я. МЕЛЬНИК, инж. (Одесский инженерно-строительный ин-т)

Ползучесть бетонных дисков при двухосном сжатии

Известно, что деформации ползучести прямоугольных бетонных дисков в направлении x уменьшаются при наличии сжимающих напряжений, действующих в направлении y . Отношение мер ползучести двухосно и одноосно сжатых дисков C_{2x}/\bar{C} , по данным различных авторов, изменяется от 0,3 до 1.

Анализом опубликованных экспериментальных данных [1—3] установлено, что деформации ползучести бетона при двухосном сжатии зависят от отношения между напряжениями сжатия σ_y/σ_x , модуля открытой поверхности диска M , отношения между количеством воды, введенной при затворении, и кубиковой прочностью B/R , уровня напряжений $\sigma_x/R_{пр}$, длительности действия нагрузки $t-\tau_1$, возраста бетона в момент загрузки τ_1 , влажности среды и ее изменения во времени ΔW , температуры среды и ее изменения во времени ΔT .

По данным опытов [1—3], в которых предусматривалось устранение трения по контактам дисков и нагружающих устройств (исключался эффект обоймы), построена модель мультипликативного вида, учитывающая влияние первых пяти факторов. Приближенный анализ показал, что влияние остальных трех факторов для области, в которой проводились эти эксперименты ($7 \leq \tau_1 \leq 60$ сут; $40 \leq W \leq 100\%$, $10 \leq T \leq 20^\circ\text{C}$), относительно невелико. Модель представлена в виде

$$\frac{C_{2x}}{\bar{C}} = 1 - \frac{\Delta C}{\bar{C}}, \quad (1)$$

где

$$\frac{\Delta C}{\bar{C}} = c_0 F_1(z_1) F_2(z_2) F_3(z_3) F_4(z_4) \times F_5(z_5).$$

Такой вид модели обусловлен особенностями записей физических соотношений.

При построении модели кроме предельных условий $z_1 = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0$, $\Delta C = 0$ принимали, что функции $F_2(z_2)$, $F_3(z_3)$, $F_4(z_4)$, $F_5(z_5)$, связанные соответственно с M , B/R , $\sigma_x/R_{пр}$, $t-\tau_1$, равны единице при эталонных уровнях факторов $M = 0,2$; $B/R = 3,55$, $\sigma_x/R_{пр} = 0,4$, $t-\tau_1 = 30$ сут. $C_0 F_1(z_1)$ — среднее значение $\Delta C/\bar{C}$, соответствующее эталонным уровням четырех факторов: $F_i(z_i) = a_i z_i^2 + b_i z_i + c_i$; $i = 1..5$, где $z_i = x_i - x_i^0$; x_i — значение одного из пяти факторов для рассматриваемого диска; x_i^0 — значение этого же фактора на эталонном уровне $C_0 = 0,51$.

Величины корректирующих функций для некоторых уровней факторов и значения коэффициентов a_i , b_i , c_i , полученные в результате статистической обработки экспериментальных данных, приведены в таблице. При определении $\Delta C/\bar{C}$ с использованием таблицы возможное рассеивание результатов характеризуется среднеквадратическим отклонением 0,16.

Дополнительный анализ показал, что величину корректирующей функции $F_1(z_1)$ можно с небольшой погрешностью подсчитывать по формуле

Факторы функций	Уровень факторов и значения корректирующих функций				Коэффициенты		
					a_i	b_i	c_i
σ_y / σ_x	0,00	0,20	0,60	1,00	-0,351000	1,0000	0
$F_1(z_1)$	0,00	0,19	0,47	0,65			
M	0,10	0,20	0,30	0,40	1,156000	0,7360	1
$F_2(z_2)$	0,94	1,00	1,09	1,19			
B/R	$\leq 2,00$	3,00	4,00	$\geq 5,00$	-0,024800	0,0862	1
$F_3(z_3)$	0,81	0,95	1,03	1,07			
$\sigma_x / R_{пр}$	$\leq 0,20$	0,30	0,40	$\geq 0,50$	-5,526000	1,0400	1
$F_4(z_4)$	0,57	0,84	1,00	1,05			
$t-\tau_1$	$\leq 5,00$	30,00	50,00	$\geq 80,00$	0,000089	-0,0082	1
$F_5(z_5)$	1,27	1,00	0,87	0,82			

$$F_1(z_1) = 0,714 \frac{\sigma_y}{\sigma_x}, \quad (2)$$

Модели меры ползучести бетона C при одноосном сжатии [4] хотя и учитывают влияние размеров поперечного сечения элемента с помощью обобщенного параметра M , но построены на основе опытных данных, полученных на образцах с квадратным поперечным сечением. Поскольку оснований для априорного предположения о справедливости равенства $\bar{C} = C$ при одинаковом M нет, то зависимость между \bar{C} и C представлена в виде

$$\bar{C} = \bar{k}_{11} C,$$

где \bar{k}_{11} — функция, учитывающая различие мер ползучести бетонных дисков k_{11}^D и призм k_{11} при одноосном сжатии: $\bar{k}_{11} = 0,176z_2^2 - 0,619z_2 + 1$. Эта формула получена путем аппроксимации по методу наименьших квадратов отношения $\bar{k}_{11} = k_{11}^D / k_{11}$ для $0 \leq M \leq 0,5$. Функция k_{11}^D построена в результате статистической обработки опытных данных, использовавшихся для построения модели $\Delta C/\bar{C}$.

Дополнительный анализ показал, что кривые k_{11}^D , построенные для $t-\tau_1$ 30, 60 и 90 сут, практически совпали, т. е. что функцию \bar{k}_{11} можно считать не зависящей от продолжительности действия нагрузки.

Все сказанное позволило связать меру ползучести бетонных дисков при двухосном сжатии C_{2x} и сжатых бетонных призм C :

$$C_{2x} = C \bar{k}_{11} [1 - c_0 \prod_{i=1}^{i=5} |F_i(z_i)|]. \quad (3)$$

Меру ползучести C устанавливают опытным путем или по соответствующим рекомендациям [4].

Если считать, что C_{2y} определяется по формуле, аналогичной (3), то с учетом (2) зависимости между напряжениями и деформациями ползучести бетонного диска при постоянных напряжениях можно записать в виде:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{nx} &= \bar{C} \sigma_x - \nu_{xy} C_{xy} \sigma_y; \\ \epsilon_{ny} &= -\nu_{yx} C_{xy} \sigma_x + \bar{C} \sigma_y, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $C_{xy} = F_2(z_2) F_3(z_3) F_5(z_5) \bar{C}$;

$$\nu_{xy} = 0,36 F_4(\sigma_x/R_{пр});$$

$$\nu_{yx} = 0,36 F_4(\sigma_y/R_{пр}).$$

Величины коэффициентов ν_{xy} и ν_{yx} , вычисленные по этой формуле и с использованием данных таблицы, изменяются от 0,2 до 0,38.

Принятое разделение функций $F_i(z_i)$ между C_{xy} , ν_{xy} и ν_{yx} не является един-

УДК 624.012.45.046.5

М. Б. КРАКОВСКИЙ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

Учет условий надежности при расчете железобетонных конструкций

ственно возможным. Однако преимущество этого варианта заключается в том, что при $\sigma_i/R_{np} \leq 0,2$ ($i=x, y$) коэффициенты поперечной деформации в условиях ползучести оказываются близкими к 0,2, т. е. к коэффициенту поперечной деформации бетона при кратковременном действии нагрузки (согласно СНиП II-21-75). Поскольку ν_{xy} и ν_{yx} зависят от относительной величины напряжений, то при $\sigma_i/R_{np} > 0,2$ ($i=x, y$) и $\sigma_x \neq \sigma_y$, $\nu_{xy} \neq \nu_{yx}$ и зависимость (4) оказывается несимметричной относительно главной диагонали. Симметрия будет соблюдаться, если приближенно принять среднее значение, т. е. $\nu_{xy} = \nu_{yx} = 0,29$.

Привести исчерпывающее объяснение причин, приводящих к особенностям деформирования бетонных дисков, имеющих негидроизолированные боковые поверхности при двухосном сжатии, невозможно из-за недостатка экспериментальных данных. Однако результаты дополнительных исследований позволяют предположить, что эти особенности связаны со спецификой изменения влажности геля цементного камня вследствие воздействия длительных сжимающих напряжений, т. е. со спецификой процесса формирования составляющей ползучести, называемой напряженной усадкой [5]. Поскольку общее количество влаги, теряемое неизолированным диском в определенных условиях, стабильно, то напряженная усадка в одном направлении при двухосном сжатии меньше, чем при одноосном. Естественно, что уменьшение этой составляющей наиболее существенно при малых $t - \tau_1$ и относительно высоких σ_y/σ_x , M , B/R , а также σ_x/R_{np} , поскольку при фиксированном отношении σ_y/σ_x увеличение σ_x сопровождается увеличением σ_y .

Выводы

Приведенные зависимости (3) и (4) позволяют расчетным путем определить для случая двухосного сжатия меру ползучести и соотношения между напряжениями и деформациями бетонного диска в условиях длительного действия постоянной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокопович И. Е., Яременко А. Ф. Об особенностях ползучести бетонных дисков при двухосном сжатии. — Известия вузов. Строительство и архитектура, 1975, № 9.
2. Малашкин Ю. Н., Прядко Н. В. Экспериментальные исследования ползучести бетона при двухосном сжатии. — Известия вузов. Строительство и архитектура, 1976, № 7.
3. Прядко Н. В. Экспериментальные исследования ползучести бетона при плоском напряженном состоянии. — В кн.: Новые исследования по бетону и железобетонным конструкциям. М., Стройиздат, 1977.
4. Прокопович И. Е., Зедгенидзе В. А. Прикладная теория ползучести. М., Стройиздат, 1980.
5. Александровский С. В. О методике исследования ползучести и влажностных деформаций бетона. Методика лабораторных исследований деформаций и прочности бетона, арматуры и железобетонных конструкций. М., Госстройиздат, 1962.

Надежность железобетонных конструкций рассматривалась в работах мисси, Луибышевского инженерно-строительного института и других организаций. Возникающие при этом задачи в подавляющем большинстве случаев решали аналитически, случайные величины принимали нормально распределенными. Однако из-за сложности расчетов по СНиП II-21-75 аналитические решения удается получить не всегда, распределение случайных величин во многих случаях не подчиняется нормальному закону. В связи с этим в работе [1] предложено использовать численные методы статистического моделирования. Исходные данные и результаты расчетов представляются в виде случайных величин, которые могут иметь любые законы, описываемые рядами распределений или кривыми Пирсона [2]. Разработанная методика реализована в виде программы «Надежность» для ЭВМ М-6000, позволяющей устанавливать надежность практически любых железобетонных конструкций, для которых существуют детерминистические методы расчета. С использованием программы оценили надежность некоторых элементов железобетонных конструкций, проектируемых по СНиП.

Рассмотрим вначале центрально-растянутый железобетонный элемент, продольное армирование которого подобрано из условий прочности на заданную нагрузку по нормам. Несущая способность элемента обеспечивается только арматурой, т. е. элемент разрушается, если прочность арматуры, представляемая как нормально распределенная случайная величина, оказывается меньше расчетного сопротивления R_a . Обеспеченность R_a в соответствии с «правилом трех сигма» составляет 0,9986 [3], а вероятность отказа 0,0014. Поэтому надежность центрально-растянутого железобетонного элемента также составляет 0,9986, а вероятность отказа 0,0014.

Надежность элементов, несущая способность которых зависит от прочности бетона и арматуры, оказывается значительно выше. Так, надежность изгибаемого железобетонного элемента, запроектированного по СНиП, может оказаться равной единице, а вероятность отказа — нулю. Таким образом, для несущей способности различных элементов СНиП дает резко отличающиеся значения надежности, изменяющиеся от минимальных значений, равных обеспеченностям расчетных сопротивлений материалов, до единицы.

Практика проектирования и строительства показывает, что надежность 0,9986 является достаточной для безотказной работы конструкций, прочность которых зависит только от прочности арматуры. Поэтому это значение можно считать достаточным и для других элементов конструкций, прочность которых обеспечивается и бетоном, и арматурой. Допустив возможность снижения завышенного значения надежности таких элементов до 0,9986, можно повысить их расчетную несущую способность,

Рассмотрим элемент из примера 1 [4]: $b=30$ см; $h=60$ см; $a=4$ см; $m_0=0,85$; бетон марки М200 ($R_{np}=7,5$ МПа); арматура класса А-II ($R_a=270$ МПа). При изгибающем моменте $M_0=20000$ кН·м определенная расчетом требуемая площадь сечения растянутой арматуры $F_a=16$ см².

При установлении надежности элемента будем учитывать фактическую прочность бетона и арматуры, считая их, как это принято в СНиП, нормально распределенными случайными величинами. При нахождении параметров нормального закона распределения (среднего значения и среднеквадратического отклонения) принимаем в соответствии со СНиП, что нормативная призмная прочность бетона имеет обеспеченность 0,95 при коэффициенте вариации 0,135; нормативное и расчетное сопротивления арматуры имеют

Таблица 1

№ варианта	Значения постоянных в уравнении кривой Пирсона типа II			
	β	M_{10}^{-3}	$r \cdot 10^{-3}$	q
0	1,683	26,780	7,630	9,111
1	1,770	21,720	6,760	8,858
2	1,756	20,640	6,820	8,384
3	1,759	24,860	8,120	8,148
4	1,803	23,720	8,170	8,128
5	1,765	31,080	12,020	8,799
6	1,694	31,260	13,660	15,060
7	1,654	34,630	13,530	9,828
8	1,768	43,280	17,390	9,278

обеспеченность соответственно 0,95 и 0,9986. Из этих условий получим, что среднее значение и среднеквадратическое отклонение оказываются равными для призменной прочности бетона $\bar{R}_{np} = 14,8$ и $\sigma_{R_{np}} = 2$, для прочности арматуры $\bar{R}_a = 336$ и $\sigma_{R_a} = 22$ МПа. Все остальные числовые значения сохранили такими же, как и в примере [4].

Вычисления с использованием программы «Надежность» [1] выполняли в следующем порядке:

методами статистического моделирования, зная параметры нормальных законов распределения прочности бетона и арматуры, назначали m реализаций случайных величин (расчетного сопротивления арматуры и призменной прочности бетона);

по СНИП проводили m детерминистических расчетов элемента. В результате определили m значений предельного момента M , воспринимаемых элементом; сглаживая значения моментов M одной из кривых Пирсона [2] или нормальной кривой, получали закон распределения (плотность вероятности) $U(M)$ предельных моментов;

вычисляли надежность элемента P — вероятность того, что его несущая способность при фактических прочностях бетона и арматуры окажется выше, чем несущая способность M_0 , определенная при задаваемых в СНИП расчетных значениях R_{np} и R_a :

$$P = \int_{M_0}^{+\infty} U(M) dM; \quad (1)$$

одномерным поиском, задавая величину P и подставляя M_1 вместо M_0 в формулу (1), устанавливали значение момента M_1 , имеющее обеспеченность $P = 0,9986$;

подсчитывали коэффициент k повышения несущей способности при учете условий надежности, равный отношению момента M_1 , имеющего обеспеченность 0,9986, к предельному моменту M_0 , найденному по СНИП:

$$k = \frac{M_1}{M_0}. \quad (2)$$

Для рассматриваемого элемента число статистических испытаний $m = 5000$. Оказалось, что полученные значения M сглаживаются кривой Пирсона типа II:

$$U(M) = e^{-\beta} [1 - (M - \bar{M})^2 / r^2]^q, \quad (3)$$

где β , \bar{M} , r , q — постоянные величины.

Значения постоянных приведены в табл. 1 (строка 0), а условия и результаты расчета — в табл. 2 (строка 0).

Будем считать значение надежности $P = 1$, если вероятность отказа элемента $1 - P$ меньше, чем $0,5 \cdot 10^{-6}$; значение P определяется по формуле (1). Для рассматриваемого элемента оказалось, что $P = 1$, $M_1 = 22200$ кН·м, $k = 1,11$. Таким образом, учитывая условия надежности, расчетную несущую способность элемента можно повысить на 11% либо, сохраняя ту же несущую способность, на 11% уменьшить расход растянутой арматуры F_a .

Коэффициент k устанавливали также при других геометрических размерах, характеристиках материалов, армировании. В восьми вариантах расчета значения параметров изменялись в соответствии с матрицей планирования, представленной в табл. 2 [5]. Средние значения и среднеквадратические отклонения призменной прочности бетона марок М150 и М250 принимали соответственно равными: $\bar{R}_{np} = 10,9$, $\sigma_{R_{np}} = 1,5$; $\bar{R}_{np} = 18,6$, $\sigma_{R_{np}} = 2,5$ МПа, а для арматуры классов А-I и А-III — $\bar{R}_a = 276$, $\sigma_{R_a} = 22$; $R_a = 472$, $\sigma_{R_a} = 44$ МПа.

Таблица 2

№ варианта	Матрица планирования					Параметры					$M_0 \cdot 10^{-3}$, кН·м	P	$M_1 \cdot 10^{-3}$, кН·м	k
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	b , см	h , см	марка бетона	класс арматуры	F_a , см ²				
0	0	0	0	0	0	30	56	M200	A-11	16	20,0	1,000000	22,2	1,11
1	-1	-1	+1	-1	+1	28	51	M250	A-1	17	15,8	1,000000	17,1	1,08
2	+1	-1	-1	-1	-1	32	51	M150	A-1	15	13,5	1,000000	16,4	1,21
3	-1	+1	-1	-1	+1	28	61	M150	A-1	17	18,0	1,000000	19,7	1,09
4	+1	+1	+1	-1	-1	32	61	M250	A-1	15	17,6	0,999947	18,6	1,06
5	-1	-1	+1	+1	-1	28	51	M250	A-111	15	21,2	1,000000	23,8	1,12
6	+1	-1	-1	+1	+1	32	51	M150	A-111	17	20,8	1,000000	23,9	1,15
7	-1	+1	-1	-1	-1	28	61	M150	A-111	15	23,4	1,000000	26,7	1,14
8	+1	+1	+1	+1	+1	32	61	M250	A-111	17	29,8	1,000000	32,9	1,10

Число статистических испытаний принимали $m = 1500$. Во всех случаях полученные значения моментов сглаживались кривыми Пирсона типа II (2). Коэффициент k меняется от 1,06 до 1,21, т. е. при учете условий надежности расчетная несущая способность повышается от 6 до 21%.

В дальнейшем представляется целесообразным провести по программе «Надежность» подробные расчеты и выявить случаи, когда можно повышать расчетную несущую способность элементов с учетом условий надежности. Аналогичные исследования могут быть выполнены и для второй группы предельных состояний. В результате в СНИП могут быть введены коэффициенты, повышающие расчетную несущую способность и учитывающие малую вероятность сочетания неблагоприятных свойств бетона и арматуры, подобно тому как существуют коэффициенты, учитывающие малую вероятность неблагоприятного сочетания некоторых нагрузок. Это позволит проектировать конструкции более экономично.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краковский М. Б. Определение надежности конструкций методами статистического моделирования. — Строительная механика и расчет сооружений, 1982, № 2.
2. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., Наука, 1971.
3. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций/Под ред. А. А. Гвоздева. М., Стройиздат, 1978.
4. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). М., Стройиздат, 1977.
5. Краковский М. Б. Оптимальное проектирование изгибаемых железобетонных элементов. — Бетон и железобетон, 1975, № 2.

Новые книги
Стройиздата

Корниенко В. С., Корниенко А. В., Рзаев М. А. Монтаж стальных и железобетонных конструкций. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1982.

Мастаченко В. Н., Мирвие А. Г., Уколов В. Н. Автоматизация проектирования железобетонных конструкций. Основные направления и методы разработки программ расчета и конструирования. — Л.: Стройиздат, 1982.

Исаков Л. И. Информационное обеспечение АСУ предприятий промышленности строительных материалов. — Л.: Стройиздат, 1982.

Лопатто А. Э. Пролеты, материалы, конструкции. — М.: Стройиздат, 1982.

УДК 691.327:620.193

В. Д. КУДИНОВА, Ю. Р. ЕЛЕЦ, инженеры (Минский филиал НПО Техэнергохимпром); В. И. УДАЛОВА, канд. техн. наук (НИИОГаз)

Коррозионная стойкость полимерсиликатных бетонов в сернокислой среде

При производстве серной кислоты для очистки сернистого газа от примесей широко применяют электрофилтры, конструктивные узлы которых выполнены из свинца и защищены свинцовыми покрытиями. Однако этот металл, обладая высокой химической стойкостью, трудоемок и токсичен в изготовлении, повышает металлоемкость аппаратов, дефицитен. Это обусловило поиск новых конструкционных материалов для сернокислотных электрофилтров.

В последнее время для защитной футеровки газопроводов тепловых электростанций [1], грузов натяжения коронирующих электродов сернокислотных электрофилтров [2], крупногабаритных арочных сооружений в электрофилтрах ЦКТ и скрубберах [3, 4] применяют полимерсиликатный бетон.

В 1978—1981 гг. Минским филиалом НПО Техэнергохимпром совместно с НИИОГазом изучена возможность использования полимерсиликатного бетона в качестве конструкционного материала для изготовления узлов сернокислотного электрофилтра.

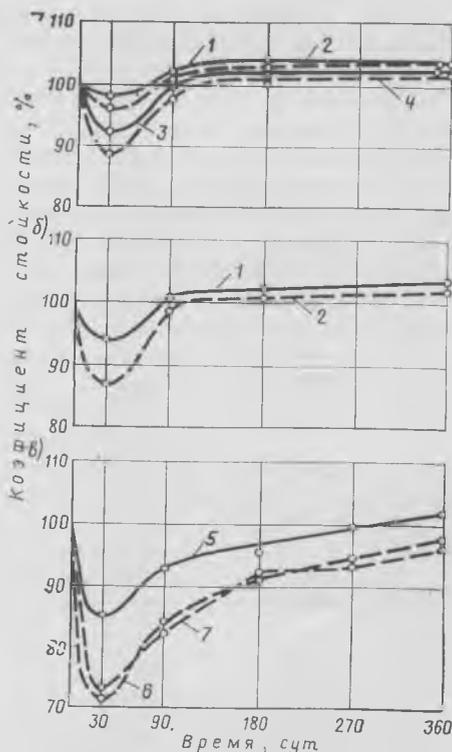
Коррозионную стойкость полимерсиликатных бетонов исследовали в лабораторных условиях и в промышленных электрофилтрах на Дорогобужском заводе азотных удобрений и Череповецком ПО «Аммофос», установленных на первой ступени очистки газов сернокислотного контактного производства. Особенностью агрессивных сред электрофилтров, работающих в технологических линиях производства серной кислоты из колчедана на химических комбинатах, выпускающих минеральные удобрения, является содержание фтористых соединений в газовой и жидкостной фазах аппаратов. Так, содержание фтора (в пересчете на плавиковую кислоту) в конденсате электрофилтров на этих заводах составляет соответственно 0,125—0,15 и 0,686 г/л. Кроме того, рабочая среда электрофилтров характеризовалась содержанием тумана серной кислоты с концентрацией 16—20,8 % и сернистого ангидрида 11—13,5 % при температуре 45 °С.

Образцы-призмы размером 4×4×16 см из полимерсиликатного бетона уста-

навливали в электрофилтрах на входе технологического газа в осадительные электроды. В лабораторных условиях образцы испытывали в модельной среде, состоящей из 15%-ной серной и 0,1%-ной плавиковой кислот, и для сравнения в 15%- и 30%-ной H₂SO₄ при температуре 18—20 °С.

Коррозионная стойкость образцов характеризовалась коэффициентом стойкости, равным отношению прочности при изгибе образцов после выдерживания в агрессивной среде к прочности образцов воздушно-сухого хранения. Контрольными сроками испытаний были приняты 30, 90, 180 и 360 сут.

Для приготовления полимерсиликатных бетонов использовали натриевое жидкое стекло с кремнеземистым модулем 2,82, плотностью 1380—1410 кг/м³. Крем-



Зависимость коэффициентов коррозионной стойкости полимерсиликатных бетонов от времени выдерживания в растворах серной кислоты (а); в модельной (б) и рабочей (в) среде электрофилтров

1, 2—30%-ная H₂SO₄; 3, 4—15%-ная H₂SO₄; 5, 6—на Дорогобужском заводе азотных удобрений; 7—на Череповецком ПО «Аммофос»; — бетон на щебне из кислотоупорной керамики; - - - - на кварцевом щебне

нефтористый натрий вводили в количестве, равном стехиометрическому отношению его к жидкому стеклу данного модуля и концентрации.

Тонкокомолотым наполнителем служила андезитовая и графитовая мука с удельной поверхностью 3200 и 4900 см²/г. В качестве заполнителей использовали щебень из кварца и боя кислотоупорной керамики, кварцевый песок с M_{кр} = 1,88. В составы вводили полимерную (фуrolовый спирт) и поверхностно-активную (ОП-7) добавки. При подборе составов полимерсиликатных бетонов большое значение имеет выбор заполнителей применительно к условиям эксплуатации материалов.

Для кислотоупорных бетонов наиболее часто применяют гранит, кварцы и кварциты. Граниты отличаются непостоянством состава, и, несмотря на высокую кислотостойкость, некоторые из них разрушаются по линии соединения минералов при длительном воздействии серной кислоты. Кварцевые и кварцитовые заполнители характеризуются высокой химической стойкостью, но обладают низким сцеплением с растворной частью бетонов, что несколько снижает прочностные показатели по сравнению с бетонами на других заполнителях. Для улучшения эксплуатационных свойств в качестве крупного заполнителя полимерсиликатных бетонов был предложен щебень из боя кислотоупорной керамики.

Такая композиция отличалась новизной, и изучение ее требовало определения прочностных, деформативных свойств, коррозионной стойкости в лабораторных и промышленных условиях. В соответствии с техническими требованиями материал для изготовления осадительной системы электрофилтров должен иметь удельное электрическое сопротивление 10⁴ Ом·м.

Для установления возможности выпуска из полимерсиликатного бетона осадительных электродов электрофилтров определяли влияние количества графитового наполнителя на удельное объемное электрическое сопротивление и прочность бетона. Физико-механические характеристики полимерсиликатных бетонов представлены в таблице.

Щебень	R _{сж} , МПа	R _{пр} , МПа	R _р , МПа	E _б ·10 ⁴ , МПа
Кварцевый	27,1	21,4	3,27	2,30
Из кислотоупорной керамики	36,4	31,6	4,45	1,87

Результаты исследования коррозионной стойкости полимерсиликатных бетонов в модельной среде и промышленных электрофилтрах представлены на ри-

Исследование коррозии стали в арболите

сунке. Характер изменения коэффициентов коррозионной стойкости образцов обоих исследуемых составов, испытанных в модельной среде и серной кислоте, идентичен. Наблюдаемое в начальный период уменьшение коэффициентов стойкости произошло вследствие снижения прочности твердых тел под действием поверхностно-активной среды. В дальнейшем полностью восстанавливаются прочностные свойства полимерсиликатных бетонов и достигают значений на 1—4 % выше первоначальных. Использование в бетонах щебня из кислотоупорной керамики улучшает физико-механические свойства и повышает коррозионную стойкость.

Испытания образцов в натуральных условиях электрофильтра отличаются от лабораторных как характером воздействия среды на материал, так и параметрами сернистого газа, содержащего кроме основных компонентов химические примеси, воздействие которых трудно моделировать в лабораторных установках (окислы мышьяка, селена, серы, азота, озона).

Характер изменения коэффициентов коррозионной стойкости при испытании образцов в электрофильтрах (см. рисунок) близок к результатам испытаний их в модельной среде. С увеличением срока наблюдений коэффициенты стойкости возрастают, причем в большей степени у бетонов с заполнителем из боя кислотоупорной керамики. Действия фтористых соединений не отмечено.

При изучении влияния графитового наполнителя на электротехническое сопротивление полимерсиликатного бетона установлено, что графит, повышая токопроводность бетона на 4—5 порядков, снижает его прочность в 4—5 раз. В связи с тем, что поверхностный слой бетона насыщается раствором кислоты и при этом снижается удельное электрическое сопротивление с 10^6 до 10 Ом·м, введение графитовых наполнителей нецелесообразно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Восстановление газоходов тепловых электростанций силикатополимерным бетоном / Ю. И. Нянюшкин, В. В. Аплетов, Е. В. Уваров, Г. Н. Фролков. — В кн.: Оборудование, его эксплуатация, ремонт и защита от коррозии в химической промышленности. НИИТЭХИМ, вып. 7. 1976.
2. Нянюшкин Ю. И., Мошкин А. А., Бережной А. И. Силикатополимербетонные грузы для коронирующих систем сернокислотных электрофильтров. — В кн.: Монтажные специальные строительные работы, сер. IV, вып. 2. 1979.
3. Воронова З. Я., Бурмаков В. Т. Опыт внедрения внутренних опорных конструкций в крупногабаритной башенной аппаратуре. — В кн.: Монтажные и специальные строительные работы, сер. IV, вып. 1. 1980.
4. Новые конструкции перекрытий для скрубберов в производстве искусственных волокон / В. Д. Соломахин, И. К. Юренич, В. Д. Кудинова, А. С. Громченко. — В кн.: Организация и обеспечение ремонтных работ в химической промышленности. НИИТЭХИМ, вып. 3. 1978.

В настоящее время находят широкое применение арболитовые крупноразмерные армированные конструкции. Однако практически не изучено поведение стальной арматуры, закладных и крепежных деталей в контакте с арболитом.

Задача данной работы — оценить коррозионную активность арболита с различными химическими добавками, выявить основные причины коррозии стали в этом материале и определить количественные показатели коррозии при различной влажности.

Прежде всего следует отметить, что в арболите арматура не находится в плотном контакте с цементным камнем. В контактной зоне имеются древесный заполнитель, воздушные поры, раковины, что создает благоприятные условия для функционирования на поверхности стали наряду с гальваническими микропарами многочисленных макропар.

Применение поризованного арболита в определенной мере устраняет этот недостаток: появляется возможность создать относительно плотный и сплошной контакт стали с цементным камнем. Однако и в этом случае следует считаться с видом химических добавок, вводимых для интенсификации твердения арболита, и щелочностью жидкой фазы.

В качестве интенсификатора твердения наибольшее распространение получил хлористый кальций, являющийся в то же время активатором коррозии стали. Известно [1], что в процессе твердения и структурообразования цементного камня часть хлорид-ионов переходит в труднорастворимый гидрохлоралюминат кальция. Кинетические характеристики указанного процесса в традиционных бетонах известны. В арболите в присутствии водорастворимых древесных экстрактов, представляющих собой углеводы (глюкозу, галактозу), дубильные вещества, органические кислоты, танины и др. [2], процесс связывания хлорид-ионов может носить иной характер.

В табл. 1 приведены результаты определения хлорид-ионов в арболите, хранившемся в сельской местности под открытым небом. Из табл. 1 видно, что наибольшая скорость убывания хлорид-

ионов наблюдается в течение первых суток после затворения смеси. К этому времени их содержание уменьшилось на 14 %. К 8 мес процесс связывания хлоридов практически стабилизировался. В целом за 36 мес испытаний количество Cl^- уменьшилось по сравнению с первоначальным на 33 %, оставаясь на довольно высоком уровне, превышающем критическое содержание активаторов, вызывающее коррозию стали в бетоне.

При отсутствии активаторов коррозии сталь может также корродировать в случае снижения щелочности жидкой фазы бетона до $pH < 11,8$ [3]. Поэтому представляется важным изучение влияния экстрактивных веществ древесного заполнителя на щелочность арболита.

Таблица 1

Введено в арболитовую смесь Cl^- (% массы цемента)	Содержание Cl^- (% массы цемента) в арболите после его изготовления через			
	1 сут	4 мес	8 мес	36 мес
1,28	1,09	0,95	0,88	0,86

Примечание. Состав арболита, $кг/м^3$: дробленка из древесины хвойных пород — 240, портландцемент — 380, вода — 400, $CaCl_2$ — 7,6.

По специально разработанной методике определяли pH жидкой фазы непосредственно в арболите указанного состава с добавками $CaCl_2$, Na_2SO_4 (2 % массы цемента) и без добавок. Результаты испытаний представлены в табл. 2. Из табл. 2 видно, что через сутки после затворения смеси и твердения арболита в нормальных условиях pH жидкой фазы имеет достаточно высокую величину. Однако уже через 7 сут твердения в условиях, исключающих воздействие кислых газов, pH снижается. В последующем процесс резко замедляется.

Обнаруженный эффект находит свое объяснение в исследованиях [2]. Авторы указывают, что углеводы, входящие в состав экстрактивных веществ древесины, интенсивно связывают известь цементного камня с образованием труднорастворимых сахаратов кальция состава $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 12H_2O$. Кроме того,

Виды добавок в арболит	рН жидкой фазы арболита через					
	1 сут	7 сут	28 сут	3 мес	1 год	2 года
CaCl ₂	12,45	12,25	12,20	12,10	11,9	11,6
Na ₂ SO ₄	12,50	12,25	12,25	12,10	11,9	11,7
Без добавок	12,45	12,20	12,20	12,00	11,7	11,7

Примечание. CaCl₂ и Na₂SO₄ — 2% массы цемента.

водорастворимые вещества древесины заметно тормозят гидратацию цемента, и прежде всего трехкальциевого силиката, являющегося основным поставщиком гидроксида кальция в жидкую фазу арболита. При содержании углеводов выше 0,25 % массы цемента гидратация практически прекращается.

Следует отметить, что с возможностью снижения рН жидкой фазы за счет воздействия экстрактивных веществ древесины следует считаться при проектировании и изготовлении арболитовых конструкций с защитно-изолирующими слоями поверхности в условиях плотного контакта стали с цементным камнем.

В конструкциях из арболита традиционной структуры без изолирующих слоев данный фактор практического влияния на коррозию не оказывает. Дело в том, что нейтрализация слоя арболита толщиной 2—3 см до рН=8...9 в атмосферных условиях происходит через 1—2 года, в производственных зданиях (животноводческих) — за 3—4 мес. Эксперименты показали, что коррозия стали при отсутствии сплошного контакта с цементным камнем практически не отличалась в арболите с величиной рН жидкой фазы, равной 8—10 и 12—12,5.

Влияние экстрактивных веществ древесины на поведение стальной арматуры изучали при помощи снятия анодных поляризационных кривых в растворах Ca(OH)₂. Оказалось, что в широком диапазоне величин рН (10,5—12,5) существенного влияния вытяжки из древесины на электрохимическое поведение стали не обнаруживается. Стационарные потенциалы стали, плотность коррозионного тока и потенциалы выделения кислорода практически не различались в электролитах с экстрактивными веществами из древесины и без них.

Влияние химических добавок на поведение арматуры также оценивали по кривым анодной поляризации стали непосредственно в образцах (рис. 1). Из рис. 1 видно, что в присутствии хлорид-ионов сталь в арболите не поляризуется и находится в активном состоянии. В арболите без добавок и с Na₂SO₄ сталь находится в пассивном состоянии.

Однако реальные условия эксплуатации арболита отличаются от условий проведения электрохимических испыта-

ний: отсутствует сплошной контакт поверхности стали с жидкой фазой (при снятии поляризационных кривых образцы насыщались водой); в процессе эксплуатации, как указано выше, сталь находится в условиях пониженных значений рН. Поэтому провели прямые коррозионные испытания стали (класса В-1) в арболите различной влажности и с различными химическими добавками.

После твердения в течение 28 сут производили первую оценку состояния стали. Оказалось, что к указанному сроку ее поверхность в арболите с добавкой CaCl₂ была поражена коррозией на 10—12 %, а потеря массы составила 20—25 г/м². В арболите с добавкой Na₂SO₄

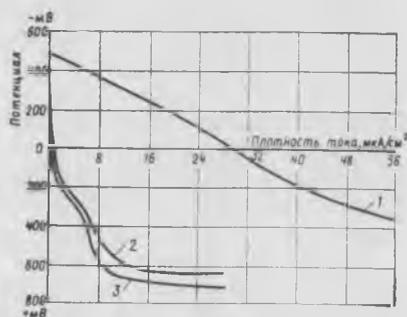


Рис. 1. Анодная поляризация стали в арболите с добавками (2% массы цемента): 1 — CaCl₂; 2 — Na₂SO₄; 3 — без добавок

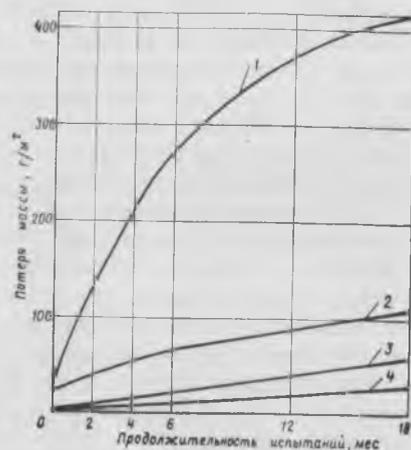


Рис. 2. Коррозия стали в арболите с добавками (2% массы цемента) 1, 2 — CaCl₂, влажность соответственно 15—16 и 9—10%; 3, 4 — Na₂SO₄, влажность соответственно 15—16 и 9—10%. За нулевые точки взяты результаты испытаний после 28 сут твердения арболита в лабораторных условиях

отмечались отдельные мелкие коррозионные очаги; потеря массы — 3—4 г/м².

Затем образцы устанавливали в атмосферу с относительной влажностью воздуха 95—100 и 70—75 % до стабилизации влажности до 15—16 и 9—10 % (по массе) соответственно. Через 2, 4, 6, 12 и 18 мес стальные стержни извлекали из арболита и оценивали их коррозию.

Результаты испытаний представлены на рис. 2. В арболите с добавкой CaCl₂ влияние влажности материала на коррозию стали проявляется в значительно большей степени, чем при добавке Na₂SO₄. Так, за 18 мес испытаний потеря массы стали в арболите с CaCl₂ и влажностью 15—16 % составила 415 г/м², а в арболите с влажностью 9—10 % — 110 г/м². В арболите с добавкой Na₂SO₄ коррозионные потери стали составили соответственно 50 и 30 г/м². К указанному сроку площадь поражения стали в арболите с CaCl₂ составила 100 %, максимальная глубина язв — 360 мкм; с Na₂SO₄ — площадь поражения 50 %, максимальная глубина язв 120 мкм.

Таким образом, арболит не обладает защитными свойствами по отношению к стали, арматура корродирует и при отсутствии хлорид-ионов и воздействий внешних агрессивных факторов.

Выводы

Основной причиной коррозии арматуры в арболите является отсутствие сплошного контакта поверхности стали с цементным камнем. При этом скорость коррозии стали в арболите с CaCl₂ почти на порядок выше, чем в арболите, не содержащем Cl⁻ (например, Na₂SO₄).

Повышение влажности арболита приводит к увеличению коррозии стали. В наибольшей степени этот процесс наблюдается в присутствии CaCl₂.

При хранении арболита без доступа кислых газов щелочность жидкой фазы его снижается за счет действия экстрактивных веществ древесного заполнителя, достигая величины рН < 11,8. Данное обстоятельство может оказать решающее влияние на коррозию стали в арболите, не содержащем Cl⁻, при наличии плотного контакта поверхности стали с цементным камнем.

При проектировании и изготовлении конструкций из арболита с рабочей арматурой необходимо предусматривать надежную поверхностную защиту стали независимо от выбора химических добавок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетон. М., Стройиздат, 1973.
2. Щербак А. С. Основы повышения качества арболита на древесных заполнителях. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук. М., 1981.
3. Алексеев С. Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. М., Стройиздат, 1968.

УДК 691.327:691.175(430.1)

РЕЙНЕР КРАЙС, дипломированный инженер (ФРГ)

Полимербетоны и области их применения в ФРГ

В последние годы в большинстве технически развитых стран области применения полимербетонов непрерывно расширяются. Свойства их настолько разнообразны, что позволяют использовать эти бетоны в самых различных областях — начиная от декоративно-отделочных материалов, санитарно-технических изделий (высококачественные ванны, раковины и т. п.), электроизоляторов, водоводных лотков и до футеровки тоннелей, электролизных ванн и станин металлообрабатывающих станков.

Для изготовления полимербетонов наибольшее распространение в ФРГ нашли полиэфирные (ИР) и эпоксидные (ЕР) смолы и мономер метилметакрилат (РММА). Применение этих смол позволяет использовать широкую гамму минеральных наполнителей и заполнителей. При этом прочность на сжатие таких бетонов составляет 70—150 МПа, на растяжение — 18—35 МПа, а модуль упругости (20—35)10³ МПа [1—5].

Высокая прочность полимербетонов способствует сокращению материалоемкости изделий и конструкций и в некоторых случаях позволяет отказаться от армирования. Снижение материалоемкости, меньшие транспортные и монтажные расходы, повышенная морозо- и износостойкость, высокая химическая стойкость обеспечивают достаточно высокую эффективность применения полимербетонных изделий и конструкций.

В таблице приводятся сравнительные характеристики различных бетонов.

Опыт приготовления полимербетонных смесей на стандартных бетономешалках позволил выявить некоторые недостатки применения такого оборудования, к которым в первую очередь относятся повышенный расход связующего и недостаточное качество перемешивания.

Машины для непрерывного приготовления полимербетонных смесей разработанной серии (фирма «Респекта» машиностроительного объединения МВН) имеют производительность от 10 до 150 кг/мин (рис. 1). Все компоненты полимербетона загружаются в специальные отдельные бункера, из которых минеральные наполнители и заполнители с помощью дозаторов поступают в шнековое смесительное устройство. В конце шнекового устройства в минеральную смесь разделяются смола и отвердители, а при необходимости и красители. Готовая смесь поступает непосредственно в формовочную оснастку. Максимально допустимая крупность зерен щебня 16 мм. Шнековое устройство

во выключается, так как его вязкость и при обычной температуре небольшая.

Шнековое устройство легко разбирается, и его можно очистить от остатков полимербетонной смеси. При необходимости эти машины комплектуются специальным устройством для резки и подачи в смесительное устройство стекловолокна.

Возможность подогрева смол в машине не только снижает их вязкость, но и сокращает время отверждения полимербетонных смесей. В этом случае

Показатель	Виды полимербетонов			Цементный бетон
	РММА	ЕР	ИР	
Предел прочности, МПа, на:				
растяжение	15	45—55	10—20	4
сжатие	105—140	85—120	80—130	40
выгиб	23—43	50—110	16—18	—
Модуль упругости (10 ³)	18—38	2,8—12,7	20—40	30
Теплостойкость, °С	—	60 (по Мартенсу)	45—90	—
Коэффициент термического расширения, мм/(м·°С)	0,017	0,0145	(по Мартенсу) 0,015—0,025	0,01—0,014

выполнено из специальных сталей и твердых сплавов, позволяющих использовать горные породы высокой твердости вплоть до корунда, карбида кремния и стальных фибр длиной до 30 мм.

Для снижения вязкости используемых полиэфирных и эпоксидных смол в машине предусмотрено устройство для подогрева до 50—60°С. Снижение вязкости смол способствует лучшему смачиванию частиц наполнителей и снижению расхода связующего. При использовании в качестве связующего метилметакрилата подогревательное устрой-

распалубливать формы и транспортировать полимербетонные изделия можно через 20—30 мин после формования, что повышает оборачиваемость форм и снижает трудозатраты.

Высокие прочностные характеристики, водо- и морозостойкость, химическая стойкость, декоративность и другие положительные характеристики определяют области применения полимербетонов в строительстве и позволяют им конкурировать не только с цементными бетонами, но и с такими материалами, как асбестоцемент, фарфор, декоратив-

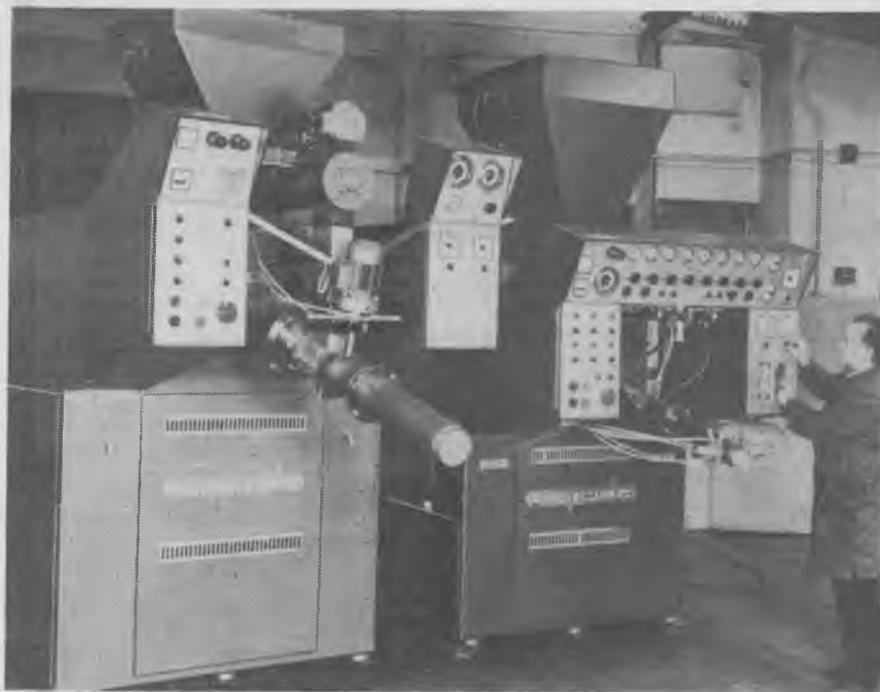


Рис. 1. Общий вид машин для непрерывного приготовления полимербетонных смесей: ДВ-31 (справа) производительностью 30 кг/мин и ДВ-150 (слева) производительностью 150 кг/мин

РЕЙНЕР КРАЙС, дипломированный инженер (ФРГ)

Полимербетоны и области их применения в ФРГ

В последние годы в большинстве технически развитых стран области применения полимербетонов непрерывно расширяются. Свойства их настолько разнообразны, что позволяют использовать эти бетоны в самых различных областях — начиная от декоративно-отделочных материалов, санитарно-технических изделий (высококачественные ванны, раковины и т. п.), электроизоляторов, водоводных лотков и до футеровки тоннелей, электролизных ванн и станин металлообрабатывающих станков.

Для изготовления полимербетонов наибольшее распространение в ФРГ нашли полиэфирные (ИР) и эпоксидные (ЕР) смолы и мономер метилметакрилат (РММА). Применение этих смол позволяет использовать широкую гамму минеральных наполнителей и заполнителей. При этом прочность на сжатие таких бетонов составляет 70—150 МПа, на растяжение — 18—35 МПа, а модуль упругости (20—35)10³ МПа [1—5].

Высокая прочность полимербетонов способствует сокращению материалоемкости изделий и конструкций и в некоторых случаях позволяет отказаться от армирования. Снижение материалоемкости, меньшие транспортные и монтажные расходы, повышенная морозо- и износостойкость, высокая химическая стойкость обеспечивают достаточно высокую эффективность применения полимербетонных изделий и конструкций.

В таблице приводятся сравнительные характеристики различных бетонов.

Опыт приготовления полимербетонных смесей на стандартных бетономешалках позволил выявить некоторые недостатки применения такого оборудования, к которым в первую очередь относятся повышенный расход связующего и недостаточное качество перемешивания.

Машины для непрерывного приготовления полимербетонных смесей разработанной серии (фирма «Респекта» машиностроительного объединения МВН) имеют производительность от 10 до 150 кг/мин (рис. 1). Все компоненты полимербетона загружаются в специальные отдельные бункера, из которых минеральные наполнители и заполнители с помощью дозаторов поступают в шнековое смесительное устройство. В конце шнекового устройства в минеральную смесь отдельно подаются смола и отвердители, а при необходимости и красители. Готовая смесь поступает непосредственно в формовочную оснастку. Максимально допустимая крупность зерен щебня 16 мм. Шнековое устройство

во включается, так как его вязкость и при обычной температуре небольшая.

Шнековое устройство легко разбирается, и его можно очистить от остатков полимербетонной смеси. При необходимости эти машины комплектуются специальным устройством для резки и подачи в смесительное устройство стекловолокна.

Возможность подогрева смол в машине не только снижает их вязкость, но и сокращает время отверждения полимербетонных смесей. В этом случае

Показатель	Виды полимербетонов			Цементный бетон
	РММА	ЕР	ИР	
Предел прочности, МПа, на:				
	растяжение	15	45—55	10—20
сжатие	105—140	85—120	80—130	40
	вягнб	23—43	50—110	16—18
Модуль упругости (10 ³)	18—38	2,8—12,7	20—40	30
	—	60 (по Мартенсу)	45—90	—
Теплостойкость, °С	—	0,0145	(по Мартенсу) 0,015—0,025	—
Коэффициент термического расширения, мм/(м·°С)	0,017	—	—	0,01—0,014

выполнено из специальных сталей и твердых сплавов, позволяющих использовать горные породы высокой твердости вплоть до корунда, карбида кремния и стальных фибр длиной до 30 мм.

Для снижения вязкости используемых полиэфирных и эпоксидных смол в машине предусмотрено устройство для подогрева до 50—60°С. Снижение вязкости смол способствует лучшему смазыванию частиц наполнителей и снижению расхода связующего. При использовании в качестве связующего метилметакрилата подогревательное устрой-

распалубливать формы и транспортировать полимербетонные изделия можно через 20—30 мин после формования, что повышает оборачиваемость форм и снижает трудозатраты.

Высокие прочностные характеристики, водо- и морозостойкость, химическая стойкость, декоративность и другие положительные характеристики определяют области применения полимербетонов в строительстве и позволяют им конкурировать не только с цементными бетонами, но и с такими материалами, как асбестоцемент, фарфор, декоратив-

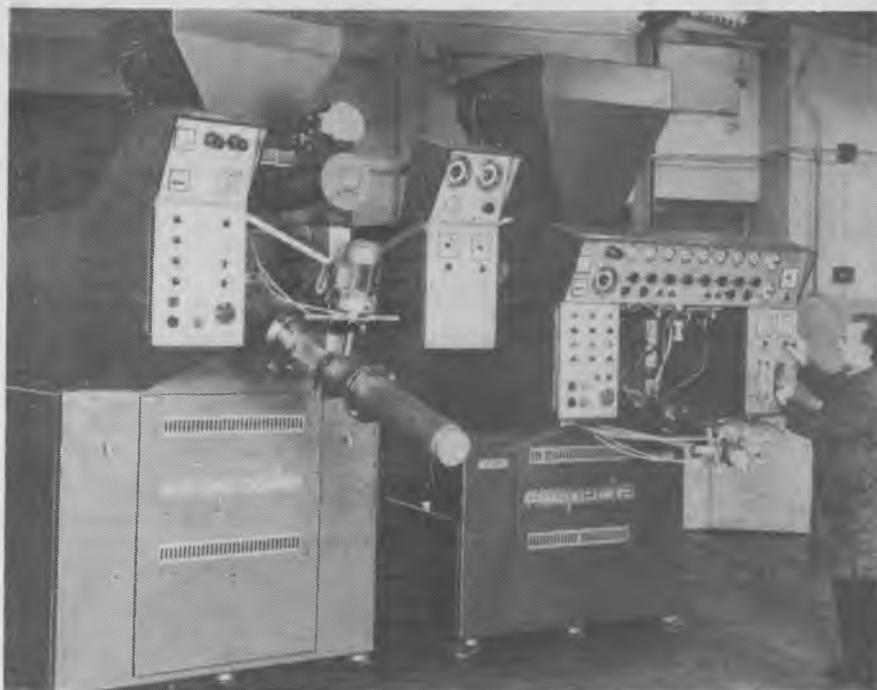


Рис. 1. Общий вид машин для непрерывного приготовления полимербетонных смесей: ДВ-31 (справа) производительностью 30 кг/мин и ДВ-150 (слева) производительностью 150 кг/мин



Рис. 2. Большие элементы из полимербетона на основе полиэфирной смолы для отделки фасадов домов

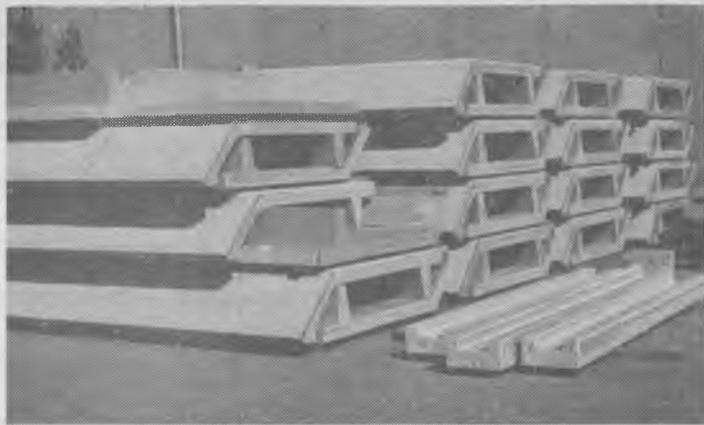


Рис. 3. Водоводные лотки из полимербетона на полиэфирной смоле

ные горные породы (граниты, мрамор, оникс и др.), черные и цветные металлы.

К настоящему времени полимербетон достаточно широко применяют для изготовления декоративно-отделочных плит, подоконных досок, лестничных маршей, черепицы, химически стойких плит для полов, элементов для отделки фасадов, бордюрных камней, мусоросборников, кормушек для животноводческих комплексов, различных лотков, элементов каналов для водоводов в тоннелях, футеровки тоннелей, малых форм в садоводстве (ящики для парников, цветочницы и т. п.), химически стойких труб различного диаметра, коллекторных колец, колодцев и ливне-накопителей, различных емкостных сооружений (отстойники, хранилища для растворов кислот, электролизные ванны) и многих других. Наиболее характерные строительные полимербетонные изделия и конструкции показаны на рис. 2—4. Большинство вышеперечислен-



Рис. 5. Станина станка из полимербетона на эпоксидной смоле (максимальная прочность заполнителя 8 мм)

ных изделий и конструкций не требует армирования. Для армирования труб, емкостей и других крупногабаритных конструкций используют стекловолокно, стальные сетки, стальные фибры, проволочную или стержневую арматуру. При выборе вида арматуры в каждом конкретном случае необходимо учитывать коэффициент термического расширения принятого вида полимербетона.

В последнее время большой интерес вызывает применение полимербетон в электротехнической промышленности, машино- и станкостроении с целью замены фарфора и других изоляционных материалов, серого литейного чугуна или стальных сварных конструкций.

В электротехнической промышленности полимербетон как материал, обладающий высокими диэлектрическими характеристиками, используют для изготовления различного вида изоляторов,

кабельных муфт, смотровых колодцев, плит для распределительных щитов, шкафов для разводки электрических сетей, ящиков для счетчиков и др. При этом полимербетон заменяет фарфор, асбестоцементные доски и металл.

В машиностроении из полимербетона на основе полиэфирных смол изготавливают корпуса редукторов и других корпусных конструкций вместо серого чугуна. При достаточно высоком качестве оснастки гнезда под подшипники формируют с высокой точностью, и они не требуют дополнительной механической обработки.

Однако наибольший эффект был получен при использовании полимербетона на основе эпоксидных смол для изготовления станин станков. По данным одной из швейцарских фирм, которая провела исследования по определению характеристик демпфирования полимербетона, эти характеристики по сравнению с серым чугуном очень высоки ($S=0,0066$). Даже горная порода — диабаз, используемый иногда для изготовления рихтовальных плит или станин прецизионных станков, имеет более низкие показатели. Высокие демпфирующие характеристики и высокая прочность на растяжение при изгибе (20 МПа) открывают широкие возможности для изготовления станин высокой точности без армирования, а металлические направляющие и закладные детали можно крепить без анкеровки благодаря клеящей способности самого полимербетона.

Станина станка массой 400 кг, освобожденная от оснастки, показана на рис. 5.

При изготовлении станин станков из полимербетона не только значительно экономится металл и снижается трудоемкость изготовления, но и повышается точность таких станков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fahrenhorst. Polymerbeton ist vielfach die bessere Alternative. — *Plastverarbeiter*, № 7, 1982.
2. Fritschl. Polymerbeton im Tunnelbau (Referat auf Seminar über Polymerbeton in Wien, Juni, 1982).
3. Kreis. Industrielles Herstellen von Polymerbeton mit kurzen Aushärtezeiten. *Maschinenmarkt* Nov, 1979.
4. Speck. Maschinentechnische Voraussetzung für eine rationelle Herstellung von Polymerbeton. — *Baumarkt*, № 20, 1980.
5. Will. Eine neue Generation von Gießmaschinen. — *Kunststoffberater*. № 4, 1982.

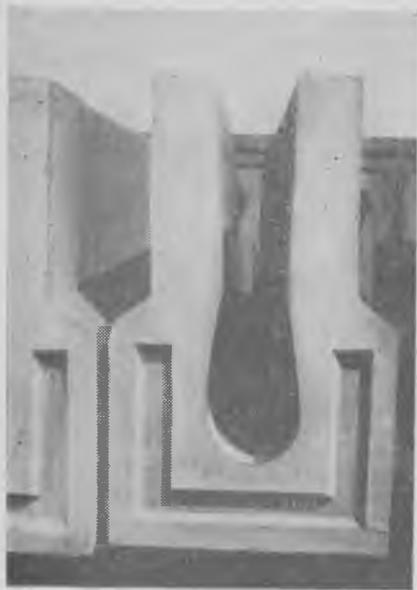


Рис. 4. Элементы каналов для водовода в тоннелях из полимербетона на полиэфирной смоле

Новая конструкция берегоукрепительных сооружений

Английская фирма «Шеперд Хилл» разработала конструкцию сборного армированного бетонного пространственного элемента в форме куба с ребром 1,3 м, массой 2 т, на изготовление которого идет 0,8 м³ бетона на обычном портландцементе. Эти элементы, получившие название «Шед», имеют пустотность более 60% объема и выполняют роль рассеивателей энергии морских волн. Соединенные в единую конструкцию, они создают сотовую поверхность, эффективность которой в поглощении энергии волн весьма высока, а, по расчетам специалистов, один элемент «Шед» равноценен каменному блоку массой 5 т.

Как сообщил английский журнал «Конкрит» (№ 7, 1982), эти изделия впервые были применены при строительстве дамбы на морском побережье в порту Хелье графства Джерси. Дамба длиной более 1000 м была возведена для отторжения участка моря с последующей его засыпкой и использования в промышленных целях. Основу дамбы составили сборные железобетонные L-образные элементы, размеры которых были выбраны таким образом, чтобы поверхность дамбы, обращенная к морю, имела уклон 1:1,5. После установки L-образных элементов была выполнена наброска из камней массой 1—2 т каждый высотой около 10 м, после чего образовавшаяся поверхность была выложена сборными элементами «Шед». Два нижних ряда элементов были заполнены монолитным бетоном для придания устойчивости всему сооружению. Элементы «Шед» рассчитаны на восприятие нагрузок от волн высотой до 4 м, а также на действие монтажных и транспортных нагрузок.

Изготовление элементов «Шед» осуществлялось в металлических формах в виде раскрывающегося лепестка, кото-



рые в собранном положении крепились 12 болтами. Фирма «Конибир» изготовила 24 такие формы, в которых было отформовано 4100 изделий. Особенностью технологического процесса явилось применение внутренней надувной опалубки, которая создавала в элементе «Шед» сферическую пустоту



диаметром 700 мм. Эта опалубка в виде резинового шара в чехле из брезента закачивалась воздухом до давления 0,28 кг/см², причем ее положение фиксировалось прижимом к выступающим ребрам боковых отверстий формы. Оставшееся между стенками формы и шаром пространство через верхнее отверстие заполнялось бетоном и уплотнялось глубинным вибратором. Бетонная смесь включала в себя добавку золы-уноса, что позволило экономить до 25% цемента за счет снижения водоцементного отношения.

Представляет определенный интерес применение для армирования изделий «Шед» полипропиленовых волокон, которые вводились в бетонную смесь за 30 с до ее укладки в форму. Такой способ армирования существенно упростила технологический цикл, но при этом позволил получить изделия требуемой ударной прочности.

В. П. ТРАМБОВЕЦКИЙ,
канд. техн. наук



Вязущее вещество

В США начали применять разработанное в Финляндии вязущее вещество (фирменное название «ветонит плаано») для изготовления бетонов, состоящее из портландцемента и отходов промышленности. Бетоны на основе «ветонита» идут на устройство подготовок под полы и не рекомендуются для изготовления несущего истираемого слоя покрытия. При затворении нового вязущего водой образуется смесь, легко перекачиваемая по трубам. По данным фирмы «Данко ассошиэйтс», бетонные смеси на основе «ветонита» очень удобоукладываемы и не требуют дополнительного раз-

равнивания. Недавно это вязущее было применено на ряде строительных объектов в Калифорнии.

Использование старого бетона

Для обитания рыбы в Атлантическом океане Дорожное управление штата Нью-Йорк планирует создать вблизи побережья в районе

Рокауэй (Куинс) бетонный риф. Для этого предполагается установить на морском дне бетонные элементы общим объемом 11670 м³. В этих целях будет использовано старое бетонное покрытие одной из реконструируемых в настоящее время автомобильных дорог в Нью-Йорке. Предполагается, что из этого покрытия будут изготовлены блоки длиной 3,66 м и шириной 1,22—2,13 м. Блоки доставят к месту установки и опустят на морское дно, образовав этим решетчатую конструкцию (искусственный риф), в которой, как считают специалисты, будут охотно расселяться рыба и морские животные.

Минимальная глубина воды над затопленными бетонными блоками составит 7 м.

VIII съезд НТО стройиндустрии

Для обсуждения накопленного опыта, путей развития массового творчества и повышения его эффективности в декабре 1982 г. состоялся VIII съезд НТО строительной индустрии — общества, объединяющего около миллиона ученых, инженеров, техников и новаторов производства.

Активисты НТО строительной индустрии оказывают содействие в создании и внедрении новой техники, в проведении общественных смотров, конкурсов и других мероприятий, направленных на улучшение дел в капитальном строительстве. Благодаря целеустремленным творческим усилиям достигнуты определенные успехи.

Ширится творческое соревнование членов НТО за экономию ресурсов путем разработки и внедрения технических и технологических решений, обеспечивающих сокращение материалоемкости объектов. Так, секции Белорусского республиканского правления НТО добились хороших результатов. При содействии секций стали широко применяться железобетонные конструкции, изготавливаемые методом центрифугирования, позволяющие уменьшить расход бетона на 35—40%, стали — на 25%, затрат труда — на 20%.

В отчетном докладе, с которым на съезде выступил председатель Центрального правления НТО стройиндустрии И. И. Ищенко, отмечались те организации, которые успешно осуществляют экономию материальных и топливно-энергетических ресурсов. Так, осуществление ряда мероприятий позволило строителям Главдальстроя сэкономить в 1981 г. более 4 тыс. т металла, более 10 тыс. т цемента, коллективам Главмосинжстроя — более 900 тыс. кВт·ч электроэнергии, 745 тыс. т условного топлива.

В проектных организациях отрасли, как отметил докладчик, все более широкий отклик получает одобренная ЦК КПСС инициатива коллектива Гидропроекта им. С. Я. Жука по повышению научно-технического уровня проектов и снижению сметной стоимости строительства. Высокие обязательства по снижению материалоемкости строительства важнейших проектируемых объектов приняли коллективы ЦНИИПроектстальконструкции, московского Промстройпроекта, Хабаровскпромпроекта и многих других институтов. Научно-техническая общественность активно содействует выполнению принятых обязательств.

Снижение трудоемкости во многом определяется дальнейшим повышением уровня индустриализации строительства. Задача научно-технической общественности заключается в содействии развитию и распространению передовых методов работ, увеличению объемов производства прогрессивных материалов и конструкций.

В заключение докладчик от имени делегатов VIII съезда НТО строительной индустрии, всех членов НТО заверил Центральный Комитет КПСС, Советское правительство в том, что научно-техническая общественность строительной индустрии постарается быть и впредь верным помощником партии и посвятит все свои силы, знания и энергию делу совершенствования капитального строительства, повышению его эффективности.

Выступивший в прениях председатель комиссии по экономии сырьевых, топливно-энергетических и других ресурсов Центрального правления НТО, начальник главного технического управления Минтяжстроя СССР В. А. Отрепьев отметил, что на ноябрьском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС было обращено особое внимание на необходимость усиления интенсификации и повышения эффективности строительного производства, на имеющиеся большие резервы для ускорения научно-технического прогресса, широкого распространения передового опыта. Поставленные перед работниками отрасли задачи обязывают научно-техническую общественность активизировать творческую деятельность, сделать ее более эффективной. Прежде всего следует быстрее завершить внедрение прогрессивных решений. Так, указал В. А. Отрепьев, применение пластификатора С-3, разработанного НИИЖБ Госстроя СССР и другими институтами, позволяет снизить на 20% расход цемента, уменьшить энерго- и трудозатраты при производстве и укладке бетона.

Е. П. Холошин, председатель Приморского краевого правления НТО, управляющий трестом Оргтехстрой Главладвостокстроя, рассказал о плодотворной работе ряда первичных организаций НТО, в частности объединения Спасскцемент, Владивостокского ДСК, Приморгражданпроекта и др.

О работе первичной организации НТО Пермского завода силикатных панелей говорил на съезде директор завода В. В. Згогурин. Новаторы, труженики

этого предприятия активно включились в работу по экономии сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Научно-техническим советом, функции которого выполняет совет НТО, разработаны и утверждены пятилетние организационно-технические мероприятия, учтены личные творческие планы и планы всех трудовых коллективов завода. Благодаря внедрению рациональных решений заводу удалось в 1981 г. и за девять месяцев 1982 г. сэкономить 150 т металла, 376 т цемента, сберечь много электроэнергии.

Председатель секции Центрального правления НТО, ректор Института повышения квалификации руководящих работников и специалистов при МИСИ им. В. В. Куйбышева Ю. М. Баженов говорил о внедрении новых эффективных добавок в бетон, позволяющих получить высокопрочные бетоны марок М700 и М800 на цементе марки 500, снизить трудоемкость и энергоемкость изготовления конструкций, в ряде случаев обеспечить экономию цемента на 15—25%, уменьшить объем транспортных перевозок.

Технико-экономический эффект от применения новых добавок значителен, однако внедрение их ограничено, широкое производство еще не налажено. Выступавший призвал Центральное правление и членов ВХО им. Д. И. Менделеева оказать помощь строителям в решении этого вопроса.

Председатель секции НТО Центрального правления НТО, директор ВНИПИ труда в строительстве И. А. Сухачев отметил, что в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР о совершенствовании хозяйственного механизма предусмотрена как важнейшая составная часть государственных перспективных планов экономического и социального развития разработка целевой комплексной программы по сокращению ручного труда. В 1982 г. были подготовлены основные направления. Этот документ обсужден на секции НТО и направлен всем строительным министерствам для практического использования при разработке комплексной программы по сокращению ручного труда.

Подмосковные строители, как отметила в своем выступлении заместитель председателя совета НТО, главный технолог объединения КПД Главмособлстроя В. Н. Тяжлова, располагая хорошо развитой производственной базой, мощным парком машин и механизмов, опытными кадрами строителей, имеют возможность осуществлять строительство любых самых сложных в инженерном отношении объектов и комплексов на современном техническом уровне. В создание таких возможностей внесли свой вклад члены НТО стройиндустрии Московской области. С их помощью разработано немало новых форм, методов организации строительства, получивших широкое признание. Подмосковные строители установили тесные творческие связи с ЦНИИЭП жилища, Индустройпроектом, ГлавАПУ области. Такое содружество помогает успешно решать многие проблемы.

С вниманием были выслушаны выступления члена-корреспондента АН СССР В. В. Болотина, председателя Куйбышевского областного правления НТО И. С. Скачкова, председателя

объединенного совета НТО треста Уралмашстрой В. В. Макарова, председателя Госстроя КазССР А. И. Бектеминова, председателя секции «Железобетонные конструкции» Центрального правления НТО В. Н. Байкова и др.

На VIII съезде НТО стройиндустрии выступил заместитель заведующего Отделом строительства ЦК КПСС А. Д. Дмитриев.

В работе съезда приняли участие заместители Председателя Совета Министров СССР, председатель Госстроя СССР И. Т. Новиков, министр строительства предприятий тяжелой индустрии СССР Н. В. Голдин, министр строительства СССР Г. А. Караваев, первый

заместитель председателя Госплана СССР В. Я. Исаев, председатель ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов И. А. Ланшин, заведующий сектором Отдела строительства ЦК КПСС В. И. Федоров, руководящие работники партийных, советских, профсоюзных и хозяйственных органов, передовики и новаторы строительного производства.

Съезд принял постановление, в котором определены задачи организаций НТО стройиндустрии.

На состоявшемся пленуме вновь избранного на съезде Центрального прав-

ления НТО стройиндустрии его председателем избран И. И. Ищенко. На заседании ревизионной комиссии ее председателем избран Л. Я. Клутц.

VIII съезд НТО стройиндустрии показал, что научно-техническая общественность может внести достойный вклад в интенсивное развитие социалистической экономики. Каждому члену НТО предстоит активизировать творческую деятельность, целеустремленнее и настойчивее решать проблемы отрасли, смелее идти к высоким конечным результатам.

И нет сомнения, что с поставленными задачами члены НТО успешно справятся.

УДК 666.982.001.7

Шатило А. И. Повышение технического уровня производства и монтажа сборного железобетона. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 3—4

Описан опыт работников строительной индустрии и монтажников объединения Промстроймонтаж Минпромстроя БССР по повышению технического уровня производства и монтажа сборных железобетонных конструкций. Ил. 1.

УДК 69.032.2:69.024.812.046

Резервы прочности нормальных сечений ригелей перекрытий многоэтажных зданий/Н. Н. Складнев, Ф. Э. Дрейер, А. С. Семченков, А. Ф. Кутовой. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 5—6

Предлагается учитывать дополнительные резервы прочности нормальных сечений железобетонных ригелей более точным назначением запаса прочности при различных процентах армирования. Показана экономическая целесообразность частичного учета совместной работы ригелей и плит настила. Ил. 3, список лит.: 5 назв.

УДК 666.972.16

Крылов Б. А., Королева Г. П. Влияние комплексных противоморозных добавок на критическую прочность бетона. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 7—8

Рассматриваются вопросы влияния комплексных добавок, представляющих собой электролит (нитрит натрия) с эффективным пластификатором, на критическую прочность бетона к моменту замерзания. Такие добавки позволяют заметно снизить критическую прочность и особенно при применении в бетоне напрягающих цементов. Табл. 3, список лит.: 3 назв.

УДК 691.87-427.02.52:658.527

Горский В. В. Полуавтоматическая линия безотходной заготовки арматурных стержней. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 8—9

Рассмотрены отличительные особенности, устройство нового оборудования и технико-экономические показатели модернизированной линии для механизированной подачи, стыковой сварки, снятия grat, резки и укладки арматурных стержней диаметром до 40 и длиной до 24 000 мм. Внедрение линии позволит исключить тяжелые ручные операции, повысить качество стержней и обеспечит экономию металла. Ил. 1.

УДК 624.072.2/3.046

Карпенко Н. И., Мухамедиев Т. А. К расчету прочности нормальных сечений изгибаемых элементов. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 11—12

Изложена методика расчета прочности нормальных сечений изгибаемых элементов с использованием напряжений и деформаций бетона на уровне центра тяжести эпюры сжимающих напряжений. Приведены результаты сопоставления опытных данных с расчетными. Ил. 2, табл. 1, список лит.: 3 назв.

УДК 624.072.2/3.044

Спрыгин Г. М., Решетарь Ю. Г. Деформативность изгибаемых элементов при частичном отсутствии сцепления арматуры с бетоном. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 12—14

Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований изгибаемых железобетонных конструкций при нарушении сцепления у продольной арматуры с бетоном на всей длине балки или на отдельных ее участках. Рассмотрено влияние длины и месторасположения участков с нарушенным сцеплением на жесткость балок. Предложена физическая модель работы исследованных конструкций и разработана методика определения прогибов для конструкций данного типа. Табл. 1, ил. 3, список лит.: 5 назв.

УДК 624.012.35:[004.17+004.3]

Жердева М. В., Устименко В. В. Об использовании производственных мощностей и сокращении перевозок сборных конструкций. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 16—17

Рассмотрены недостатки планирования производства сборного железобетона, неравномерного размещения мощностей по регионам страны, слабой межведомственной кооперации, которые приводят к большим нерациональным перевозкам. Даны предложения по совершенствованию планирования, улучшению использования производственных мощностей и сокращению перевозок.

Производственный опыт оптимизации режимов формирования шлакопемзобетонных конструкций/П. И. Шилкин, А. П. Каравичев, В. С. Грызлов и др. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 17—18

Приведены результаты исследований по повышению качественных характеристик ограждающих конструкций из шлакопемзобетона интенсификацией виброуплотнения. Ил. 2, табл. 3, список лит.: 2 назв.

УДК 666.97:691.322:691.33

Кудрявцев А. А., Романов Ю. М. Бетоны на крупных заполнителях из золы ТЭС. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 19—20

Описаны различные технологии производства заполнителей из золы ТЭС и основные свойства заполнителей. Показана возможность получения на заполнителях из золы ТЭС бетонов различных марок. Рассмотрены конструктивные свойства бетонов и область их применения. Ил. 3, табл. 2, список лит.: 3 назв.

УДК 624.155.31.046

Прокопович И. Е., Яременко А. Ф., Мельник А. Я. Ползучесть бетонных дисков при двухосном сжатии. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 21—22

Путем статистической обработки 24 серий опытов, в которых изучались длительные деформации бетонных дисков при двухосном сжатии, установлены зависимости между напряжениями и деформациями ползучести. Табл. 1, список лит.: 5 назв.

УДК 624.012.45.046.5

Краковский М. Б. Учет условий надежности при расчете железобетонных конструкций. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 22—23

Показана возможность повышения несущей способности железобетонных элементов при учете малой вероятности неблагоприятного сочетания свойств бетона и арматуры. Приведены результаты расчетов, в которых несущая способность железобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения повышалась от 6 до 21%. Даны предложения по использованию полученных результатов в СНиП. Табл. 2, список лит.: 5 назв.

УДК 691.327:620.193

Кудинова В. Д., Елец Ю. Р., Удалова В. И. Коррозионная стойкость полимерсиликатных бетонов в сернистой среде. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 24—25

Приведены результаты исследования коррозионной стойкости полимерсиликатных бетонов в среде электрофильтров, характеризующейся содержанием тумана серной кислоты с концентрацией 16—20,8%, сернистого ангидрида — 11—13,5% и фтора 0,125—0,686 г/л при температуре 40—45°C. Установлено, что полимерсиликатные бетоны обладают высокой стойкостью в этих средах. Ил. 1, табл. 1, список лит.: 4 назв.

УДК 691.115:674.816.2:620.193

Островский А. Б., Федорова А. П. Исследование коррозии стали в арболите. — Бетон и железобетон, 1983, № 4, с. 25—26

Изучены свойства арболита как коррозионной среды для стали. Показано, что арболит не обладает защитными свойствами по отношению к стали; арматура в нем корродирует даже при отсутствии активаторов коррозии; коррозия значительно усиливается в присутствии CaCl₂ и при повышенной влажности. Исследовано влияние экстрактивных веществ древесного заполнителя на поведение стали и величину pH жидкой фазы арболита. Указано на необходимость осуществления поверхностной защиты арматурной стали в арболите независимо от вида применяемых добавок — интенсификаторов твердения. Ил. 2, табл. 2, список лит.: 3 назв.

CONTENTS

- Shatilo A. I.* Improvement of technical level in production and assembling of precast reinforced concrete
- Składnev N. N., Dreier F. E., Semchenkov A. S., Kutovoy A. F.* Strength reserves of normal cross sections in collar beams of floors in multistoreyed buildings
- Krylov B. A., Koroleva G. P.* Influence of complex antifreeze admixtures on concrete
- Gorsky V. V.* Semiautomatic line for wasteless cutting of tendons
- Guzhavin A. Ya.* Machine for manufacturing of reinforced spirals
- Karpenko N. I., Mukhamediev T. A.* Strength design for normal cross sections of flexural members
- Sprygin G. M., Reshetar' Yu. G.* Deformability of flexural members under partial lack of bond between concrete and steel
- Zalesov A. S., Kachanovsky S. G.* Puncturing and transitional formes of failure in slabs with transverse reinforcement
- Shilkin P. I., Karavichev A. P., Gryzlov V. S., Balashov A. A., Lushnikov S. P.* Production experience for optimization the regimes of moulding slag pumice concrete structures
- Kudryavtsev A. A., Romanov Yu. M.* Concretes on coarse aggregates from ashes of steam electric stations
- Prokopovich I. E., Yaremenko A. F., Melnik A. Ya.* Creep of concrete disks under biaxial compression
- Krakovsky M. B.* Record of safety conditions under design of reinforced concrete structures
- Kudinova V. D., Elets Yu. R., Udalova V. I.* Corrosion resistance of polymer-silicate concretes in sulphur acid environment
- Ostrovsky A. B., Fedorova A. P.* Tests of steel corrosion in arbolite

CONTENU

- Chatilo A. I.* Le relèvement du niveau technique de production et d'assemblage du béton armé préfabriqué
- Składnev N. N., Dreier Ph. E., Semchenkov A. S., Kutovoj A. Ph.* Les réserves de la résistance des sections normales des poutres principales des bâtiments à plusieurs étages
- Krylov B. A., Koroleva G. P.* L'influence des adjuvants complexes anti-gels sur le béton
- Gorsky V. V.* La ligne semi-automatique pour la préparation sans déchets des barres d'armature
- Guzhavin A. Ja.* Machine pour la production des spirales d'armature
- Karpenko N. I., Mukhamediev T. A.* Le calcul de la résistance des sections normales des éléments sollicités en flexion
- Spryghine G. M., Reshetar' Yu. G.* La déformabilité des éléments sollicités en flexion pendant l'absence partielle d'adhérence entre les armatures et le béton
- Zalessov A. S., Katchanovsky S. G.* Le poinçonnement et les formes transitoires de destruction dans les dalles avec des armatures transversales
- Chilkin P. I., Karavitchev A. P., Gryzlov V. S., Belachov A. A., Louchnikov S. P.* L'expérience obtenue au cours de production à l'usine de l'optimisation des régimes de formage des structures en laitier-poncebêton
- Koudryavtsev A. A., Romanov Yu. M.* Les bétons sur les agrégats grossiers en cendres de la Station Thermo-électrique
- Prokopovitch I. E., Yaremenko A. Ph., Melnik A. Ja.* Le fluage des disques en béton sous la compression biaxiale
- Krakovsky M. B.* La prise en considération des conditions de sécurité pendant le calcul des structures en béton armé
- Koudinova V. D., Elets Yu. R., Udalova V. I.* La résistance à la corrosion des bétons aux polymères-silicates dans le milieu sulfuroacide
- Ostrovsky A. B., Pheodorova A. P.* L'étude de la corrosion des aciers à l'intérieur d'arbolite

INHALT

- Schatilo A. I.* Verbesserung des technischen Standes der Produktion und der Montage von Stahlbetonfertigteilen
- Składnev N. N., Dreier F. E., Semtschenkov A. S., Kutovoj A. F.* Festigkeitsreserven der normalen Riegelquerschnitte für Decken von mehrgeschossigen Gebäuden
- Krylow B. A., Koroljowa G. P.* Einfluss von komplexen frostschtützenden Zusatzmitteln auf den Beton
- Gorski W. W.* Halbatomatische Fertigungsstrasse des Werkstückes ohne Abfälle für Bewehrungsstäbe
- Gushavin A. Ja.* Maschine für Herstellung von Bewehrungsspiralen
- Karpenko N. I., Muchamedijew T. A.* Festigkeitsberechnung von normalen Querschnitten der auf Biegung beanspruchten Bauelemente
- Sprygin G. M., Reschetarj Ju. G.* Verformbarkeit der auf Biegung beanspruchten Bauelemente bei teilweisem Fehlen der Haftung zwischen Bewehrung und Beton
- Salessow A. S., Katschanowski S. G.* Durchdrücken und Übergangsformen des Bruches in Platten mit Querbewehrung
- Schilkin P. I., Karawitchew A. P., Gryzlow W. S., Belaschow A. A., Luschnikov S. P.* Produktionserfahrung der Optimierung der Formgebungsverfahren von Schlackenbimsbetonkonstruktionen
- Kudrjawzew A. A., Romanow Ju. M.* Betone unter Anwendung von Grobzuschlagstoffen aus Asche von Wärmekraftwerken
- Prokopowitsch I. Je., Jarjomenko A. F., Meljnck A. Ja.* Kriechen von Betonscheiben bei zweiachsigem Druck
- Krakovski M. B.* Unter Berücksichtigung von Sicherheitsbestimmungen bei Berechnung von Stahlbetonkonstruktionen
- Kudinowa W. D., Jelez Ju. R., Udalowa W. I.* Korrosionsbeständigkeit von Polymersilikatbetonen im Schwefelsäuremedium
- Ostrowski A. B., Fjodorowa A. P.* Korrosionsuntersuchung des Stahls im Arbolit.

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, Ю. М. Мухин, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Демянюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), В. М. Москвин, Ю. М. Мухин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, Б. Я. Рискинд, С. И. Сименко, В. В. Судаков, Д. М. Чудновский, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Федина А. В.

Сдано в набор 14.02.83.
Формат 60×90/8
Тираж 14505 экз.

Печать высокая

Подписано в печать 22.03.83.
Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75

Т-01542
Уч.-из. л. 5,72
Заказ 53

Адрес редакции:
101442, ГСП-4, Москва, К-6, Каляевская, 23а
Тел. 258-18-54, 258-24-76

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, 26

Авторские свидетельства

№ 40*

- № 969823. И. Н. Яковлев. ЭКФ ЦНИИСК. Установка для сооружения свай в грунте.
- № 969850. А. А. Светов. НИИЖБ. Стыковое соединение сборных строительных конструкций.
- № 969851. А. М. Мамиджян и Г. С. Мосикян. Ереванский политехнический ин-т. Узел сопряжения панелей безрулонной кровли.
- № 969853. Г. Я. Эстрин, В. И. Матвеев, А. А. Топорков и др. Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный ин-т промышленных зданий и сооружений. Узел соединения конструкций.
- № 969854. Б. С. Лапшин. ЛИСИ. Узел соединения стержней трубчатой фермы.
- № 969855. А. В. Булатов, В. И. Булатова, Л. М. Еленин и О. П. Иванов. ПО Мосспецпроект. Узел крепления подвесного потолка к панели перекрытия.
- № 969857. В. Г. Новиков, В. С. Дворников, Ю. П. Бондарев и др. Кулол оптической системы.
- № 969863. Ю. И. Гаценко, Н. М. Каплан и В. М. Коломиец. Трест Киеворгстрой и ДСК № 3 Главкиеворгстрой. Опалубочное устройство для замоноличивания вертикальных стыков стеновых панелей.
- № 969864. В. М. Скрипник и Е. Б. Терехов. ПКТБ Узводприборавтоматика. Установка для формирования арматурных пакетов.
- № 969865. Г. Н. Тонкошеев, Е. В. Тихомиров, В. Г. Колесниченко и В. В. Самойлович. Макеевский инженерно-строительный ин-т. Способ монтажа колонн.

№ 41

- № 971983. Э. С. Аргал, В. М. Королев и Е. С. Баранос. Ин-т Гидроспецпроект. Способ возведения бетонных сооружений.
- № 972021. Я. Ф. Финкель. Домостроительный комбайн.
- № 972110. М. А. Цискаришвили, Л. К. Шаматава и Т. Е. Руруа. Тбилисский филиал ин-та Оргэнергострой. Шагающий бетоноукладочный агрегат.
- № 972111. С. С. Давыдов, А. С. Жиров, А. В. Носарев и др. МИИЖТ. Элемент рамной крепи из армополимербетона.

№ 42

- № 973740. М. И. Коляков, Н. А. Коренюк и А. А. Ципис. Киев-ЗНИИЭП. Многоэтажное здание.
- № 973744. В. А. Брагинский и А. Г. Петров. Моспроект-1. Стыковое соединение сборных железобетонных ригеля и колонн.
- № 973745. Н. Д. Шкляров. Красноярский Промстройинипроект. Узел соединения элементов здания.

- № 973746. В. А. Гусев и А. И. Кузин. Горьковский инженерно-строительный ин-т. Узел соединения балочного элемента и раскосных стержней.
- № 973747. Н. Д. Шкляров. Красноярский Промстройинипроект. Стена здания.
- № 973748. Ю. С. Слюсаренко и Р. Б. Харченко. НИИСК. Узел соединения вант висячих покрытий.
- № 973749. К. Н. Илленко, В. И. Трофимов и В. Б. Микулин. ЦНИИСК. Висячее перекрытие.
- № 973751. В. С. Коган, Н. С. Кобринский и Л.-Х. Цимерманис. Латвийский научно-исследовательский и экспериментально-технологический ин-т строительства Госстроя ЛатвССР. Многослойная строительная панель.

- № 973754. А. И. Ткачев, В. М. Телятников и В. Ф. Черных. Краснодарский политехнический ин-т. Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных элементов.
- № 973757. Н. А. Маркелов и И. В. Санников. КиевЗНИИЭП. Опалубка для замоноличивания стыков строительных конструкций.

- № 973758. В. Я. Кузуб, А. М. Кузуб, И. Г. Чиботару и В. Т. Демченко. Способ возведения монолитного здания в скользящей опалубке.

- № 973759. О. Б. Борский, Э. С. Ритерман и М. Л. Неминский. Куйбышевский филиал Гидропроекта. Опалубка для образования шва бетонирования.

- № 973760. В. А. Депутович, А. Ш. Лурье и Ю. С. Остринский. ЦНИИТЭП. Скользящая опалубка.

- № 973762. Г. И. Холодинский и В. Г. Холодинский. Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т организации управления строительством Госстроя БССР. Устройство для транспортирования строительных смесей.

- № 973763. Ф. А. Гохбаум. ЦНИИ-Промзданий. Натяжной анкер.

- № 973764. Ю. М. Адлин, В. З. Плисе, А. А. Зорин и А. И. Хлопков. Гидропроект. Устройство для навивки проволоочной арматуры на железобетонные трубы.

- № 973765. С. С. Спивак, Г. И. Рычков, Я. П. Пироговский и В. М. Денисов. СКТБ Промстройкомплект. Устройство для сборки пространственных арматурных каркасов.

№ 43

- № 975869. П. Н. Коваль и В. Г. Кваша. Львовский политехнический ин-т. Способ реконструкции железобетонного строения балочного ребристого пролетного строения моста.

- № 975933. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и др. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Узел соединения консоли плиты перекрытия с ядром жесткости сейсмостойкого здания.

- № 975934. В. Е. Сно, Ю. Я. Ицхоки, В. И. Довгалюк и Л. Е. Фукс. ЦНИИЭП зданий торговли, общественного питания, бытового обслуживания и туристских комплексов. Стыковое соединение строительных элементов.

- № 975937. В. В. Королев, В. Н. Курхорев и А. Г. Розенфельд. ЦНИИЭП жилища. Стыковое соединение сборных элементов.

- № 975938. Д. С. Ионис и В. Г. Гарвардт. Стыковое соединение ригеля с колонной.

- № 975939. Э. Я. Гришаев. Стыковое соединение сборных железобетонных элементов Гришаева.

- № 975941. Н. Н. Подсадник и Б. Г. Ульянов. Гипротест. Узловое соединение стержней пространственного каркаса.

- № 975948. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и К. Г. Мовсесов. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Плита перекрытия для зданий, возводимых методом подъема, и захват грузовой подъемной тяги для ее монтажа.

- № 975957. И. Л. Ладыженский, Я. А. Заневчик, И. В. Ротарь и др. Молдавский научно-исследовательский и проектно-конструкторский ин-т строительных материалов. Сборный стеновой блок.

- № 975958. Л. Г. Андрикевич, С. Г. Гроховский, П. И. Солодаренко и Н. И. Фесенко. Строительная панель.

- № 975960. А. В. Коротич, Е. С. Коротич и В. М. Поздникин. Свердловский архитектурный ин-т. Панель.

- № 975961. То же.

- № 975962. В. Д. Гринев, Е. Е. Генина, Г. А. Федорова и Р. А. Хартанович. Ньюполоцкий политехнический ин-т. Стеновая панель.

- № 975965. В. Г. Федулов. Арматурный каркас.

- № 975966. Ю. П. Булыгин. Челябинский Промстройинипроект. Железобетонное изделие и способ изготовления его арматурной сетки.

- № 975967. А. Р. Кропотин, И. Е. Корчагин, Н. В. Кириллов и др. Арматурный элемент.

- № 975972. Ю. А. Селезнев, М. И. Борисенко, Б. М. Гольдвассер и др. Трест Оргтехстрой ПО Сибжилстрой. Устройство для замоноличивания стыков в панелях перекрытия.

- № 975985. А. О. Саакян, Р. О. Саакян, С. Х. Шахназарян и Ю. Х. Газарян. ВПЭКТИ Минпромстроя АрмССР. Сейсмостойкое многоэтажное здание.

- № 976093. В. Ф. Илюшин. Железобетонный анкер.

№ 44

- № 977633. Ю. В. Покровский и В. В. Федоров. ЦНИИПромзданий. Строительный элемент здания.

- № 977641. В. Н. Поляков, В. С. Лиханский, А. А. Чичиль и Ю. В. Рождественский. Днепропетровский металлургический ин-т. Арматурный стержень.

* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1982.

Авторские свидетельства

№ 977644. В. А. Загороднев. Казахский проектный ин-т организации технологии строительства. Способ возведения здания из монолитного железобетона В. А. Загороднева.

№ 977645. Я. Л. Кранценфельд, М. Е. Русанов, В. И. Белоцерковец и др. Харьковское отделение Теплоэлектропроекта. Пространственный армоопалубочный пакет.

№ 977648. В. А. Королев, В. Н. Чернов и А. М. Ахетов. Трест Оргтехстрой. Опалубка для возведения монолитных бетонных и железобетонных сооружений типа фундаментов стен зданий.

№ 977651. В. П. Топорков и Н. В. Берников. Опалубка для бетонирования колонн.

№ 977652. Ю. К. Сысоев, Н. Ф. Жданов и В. А. Зреляков. ЭКБ по железобетону. Машина для навивки предварительно напряженной арматуры.

№ 977653. Ю. П. Капралов и В. И. Евдокимов. Арматурно-навивочная машина.

№ 977660. Б. А. Скориков, В. И. Карев, Ф. А. Иссерс и М. И.-Л. Фридман. ЦНИИПромзернопроект. Стыковое соединение объемных элементов стен силосов.

№ 45

№ 979588. Ю. Н. Виноградов, Н. И. Гончаров, Ю. А. Гришин и др. ВНИПИ труда в строительстве. Многоэтажное крупнопанельное здание.

№ 979590. Ю. А. Габля, А. И. Петров и А. С. Соколов. Северо-западное отделение ин-та Энергосетьпроект. Стыковое соединение сборных конструкций.

№ 979591. С. Ф. Сухинин. Стыковое соединение панелей стен с плитами перекрытий и способ соединения панелей стен с плитами перекрытий.

№ 979596. М. К. Печерин, И. Б. Радашкевич и П. И. Ушкевич. СибЗНИИЭП. Вертикальный стык панелей наружной и внутренней стен.

№ 979597. Ю. В. Гайдаров, В. В. Егоров, Д. Д. Акимов-Перетц и др. ЛИИЖТ. Пространственный блок покрытия.

№ 979601. Р. Н. Красновский, Б. Я. Грувер, Г. И. Гескин и др. Донецкий Промстройинипроект. Скользящая опалубка для возведения железобетонных сооружений с армокаркасом.

№ 979602. Е. И. Ильмер, И. Е. Титова и Н. В. Картавенко. Калининский политехнический ин-т. Скользящая опалубка для возведения монолитных стен зданий с облицовкой.

№ 979604. В. Е. Тройнин, И. М. Зайцев, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. Трест Оргтехстрой. Опалубка для замоноличивания вертикальных стыков стеновых панелей.

№ 46

№ 981510. Н. В. Жуков, Л. В. Головачева, Я. П. Бондарь и др. Московский государственный научно-исследовательский и проектный ин-т по сельскому строительству. Забивная железобетонная свая.

№ 981512. О. Н. Краковский. Среднеазиатское отделение ВНИПИЭнергопрома. Сейсмостойкий фундамент здания, сооружения, оборудования.

№ 981525. В. З. Лещинский и Э. В. Лагунов. Стыковое соединение бетонных строительных элементов.

№ 981526. В. В. Черкашин, А. И. Данютин, П. Д. Зубарев и др. Донецкий филиал Атомэнергостройпроекта. Стыковое соединение несущих армокаркасов.

№ 981531. Б. Я. Флициан, В. Г. Гарвардт, Н. Д. Грабойс и С. А. Терещук. ГПИ Кишиневгорпроект. Объемный железобетонный элемент чердачной крыши здания.

№ 981532. Ю. В. Ким и Г. П. Епифанов. Саратовский политехнический ин-т. Предварительно напряженная пространственная конструкция.

№ 981533. М. В. Радюков и Е. П. Гуцлин. Трест Мосоргстрой. Железобетонная панель.

№ 981535. В. П. Хоменко, Л. Н. Дрожжин, М. Д. Полтавец и Т. А. Кузьмук. НИИСК. Комплексная плита покрытия.

№ 981538. В. М. Трахтенгерц, Ю. Н. Кардовский, Э. Н. Кодыш и др. ЦНИИПромзданий. Железобетонная ребристая плита.

№ 981545. С. С. Атаев, И. И. Монастырный и В. П. Иванов. Белорусский политехнический ин-т. Устройство для замоноличивания стыков сборных железобетонных конструкций типа колонн.

№ 981546. Н. А. Моренков, Е. С. Костин, И. М. Серский и др. Ин-т Гипромонтажиндустрия и СКБ Мосгидросталь. Стенд для изготовления арматурного каркаса для бетонных труб.

№ 981547. Э. А. Сехниашвили и А. М. Кимберг. ТбилЗНИИЭП. Способ возведения многоэтажного каркасного здания.

№ 47

№ 983214. Н. А. Маркелов и И. В. Санников. КиевЗНИИЭП. Сборная железобетонная облицовка покрытия.

№ 983217. П. А. Дмитриев, Ю. Д. Стрижаков и Т. В. Горбунова. Новосибирский инженерно-строительный ин-т. Способ соединения строительных элементов.

№ 983218. Г. Б. Гильман, Л. Г. Дмитриев и А. В. Касилов. КиевЗНИИЭП. Пространственное покрытие.

№ 983219. Ф. П. Спиваков, В. К. Бублик, В. П. Скрипник и др. Молдавский научно-исследовательский и проектно-конструкторский ин-т стройматериалов. Способ изготовления стеновых блоков.

№ 983220. В. С. Глущевский. Трест Молдоргтехстрой. Способ изготовления стенового блока составной конструкции.

№ 983221. Ю. П. Булыгин. Челябинский Промстройинипроект. Панель ограждения.

№ 983222. С. М. Шаповалов и М. Н. Собенников. Панель перекрытия.

№ 983223. В. И. Евдокимов и Л. С. Война. Устройство для закрепления пучка арматуры.

№ 983232. В. Е. Тройнин, И. М. Зайцев, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. Трест Оргтехстрой. Опалубочное устройство для замоноличивания вертикальных стыков панелей.

№ 983233. И. Н. Яковлев. Устройство для укладки арматурных стержней в упоры форм.

№ 983234. М. В. Радюков, А. Н. Абрамович и В. Ф. Обшивалов. Трест Мосоргстрой. Устройство для временного закрепления в проектное положение панельных перегородок.

№ 983237. Л. Я. Бондарь. Ин-т Узгипросельстрой. Каркас здания.

№ 983239. Т. Ж. Жунусов, И. Е. Ицков и Б. А. Бычковский. Казпромстройинипроект. Многоэтажное здание.

№ 48

№ 985217. Н. И. Шамриков. СКТБ Стройиндустрия. Железобетонное перекрытие.

№ 985221. Н. Е. Блинков, Л. В. Захаров и А. Л. Цейтлин. ВНИИ транспортного строительства. Устройство для ссоединения пучков арматуры с анкерными головками.

№ 985224. В. Е. Тройнин, И. М. Зайцев, Г. Е. Абакелия и В. Ф. Коняхин. Трест Оргтехстрой. Опалубка для замоноличивания стыков.

№ 985225. В. И. Кулан. Одесский филиал ин-та Оргэнергострой. Скользящая опалубка для возведения железобетонных сооружений с армокаркасом.

№ 985226. Г. И. Холодинский и В. Г. Холодинский. Белорусский научно-исследовательский и проектно-технологический ин-т организации и управления строительством Госстроя БССР. Бетононасос.

№ 985228. В. И. Новиков, Н. И. Масленников, Ю. Н. Ионов и др. ЛенЗНИИЭП. Многоэтажное здание.

№ 985231. А. Н. Джавахидзе, А. Ш. Гобечия, К. А. Чечелашвили и др. Тбилисский филиал Оргэнергострой. Устройство для возведения остова железобетонного высотного сооружения.