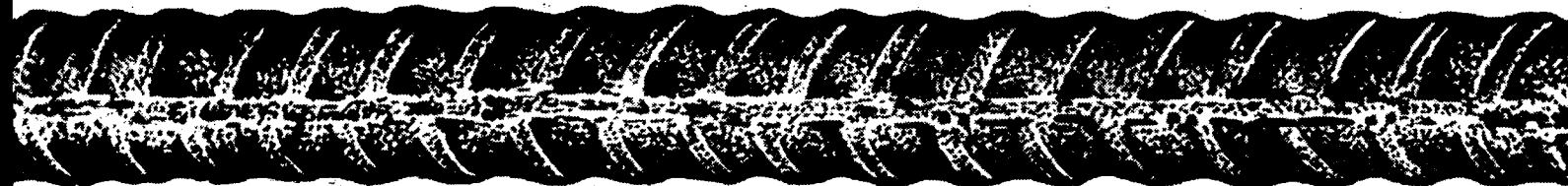
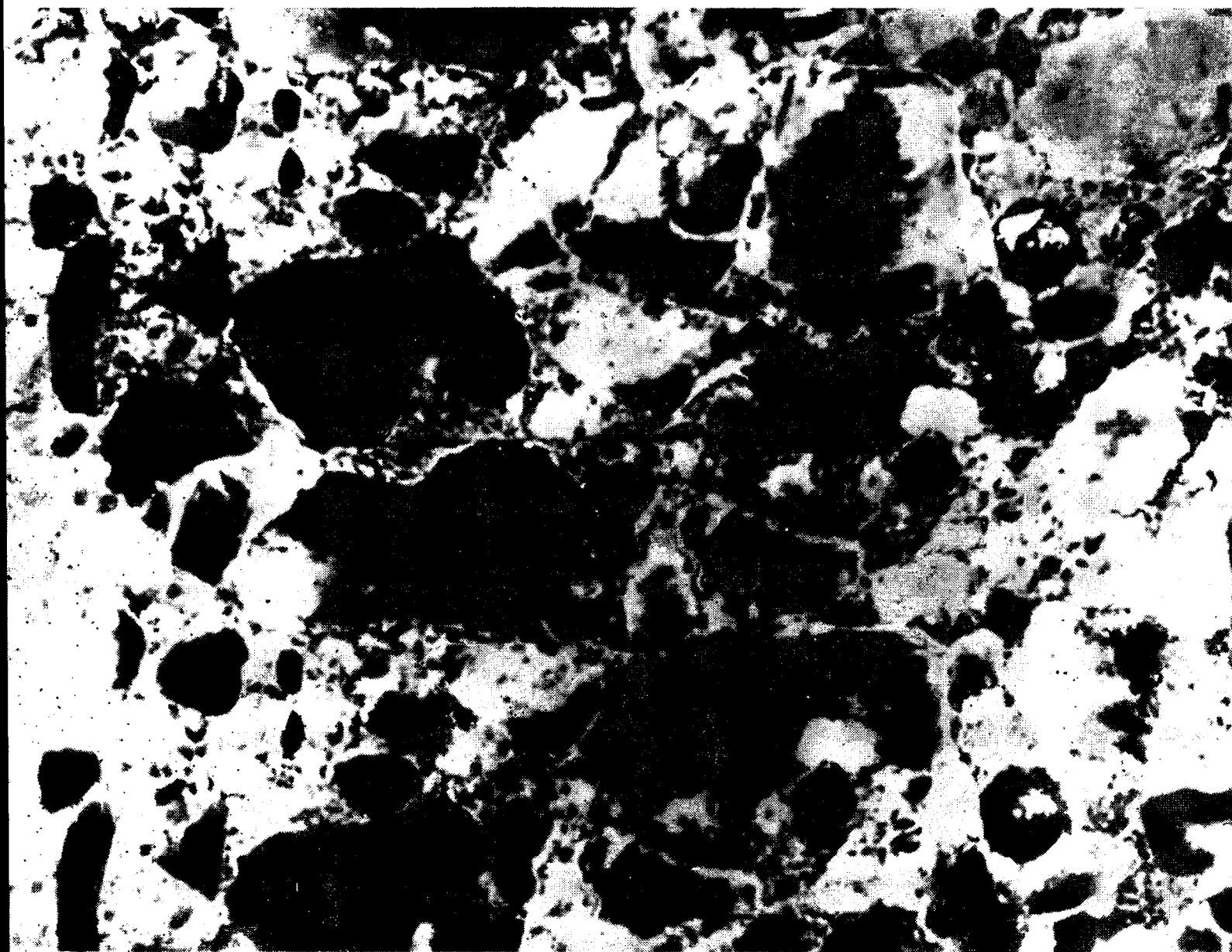


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН 8

1988



ДОРОГИЕ ТОВАРИЩИ!

*Поздравляем Вас с Днем строителя,
желаем успехов на пути ускорения и перестройки,
в выполнении грандиозных задач,
поставленных XXVII съездом КПСС
перед капитальным строительством!*

ВНИМАНИЮ

ПРЕДПРИЯТИЙ,

ОРГАНИЗАЦИЙ

И ВЕДОМСТВ

Редакция нашего журнала принимает заявки на публикацию рекламных объявлений об оказании различного рода технической помощи, о консультативных услугах, информационном обеспечении, предоставлении пользователям научно-технической и иной документации, о приеме на работу, замещении вакантных должностей, конкурсах, выборах и т. п., о купле-продаже оборудования, инструмента, измерительных приборов, средств контроля и диагностики, станков, сырья и материалов, разработанной проектно-сметной документации и т. п.

При необходимости к тексту объявления можно прилагать фотографии (черно-белые на глянцевой бумаге, размером 9×12 см) или схемы.

Для оформления расчетов с редакцией в гарантийном письме необходимо указать кроме обычных бухгалтерских реквизитов заказчика ориентировочную договорную цену подаваемого объявления, а также желательные сроки его опубликования.

**Почтовый адрес редакции: 101442, Москва, ГСП,
Каляевская ул., д. 23а, тел. 292-41-34, 292-62-05.**

Содержание

Решения XXVII съезда КПСС — в жизнь!

Хозяйствовать по-новому 2

Конструкции

Пастушков Г. П., Зущик А. В., Згировский Д. И., Смирнов С. Г. Сборный железобетонный каркас многоэтажного здания 4
Исхаков Я. Ш. Поведение пологих оболочек при сильных сейсмических воздействиях 5

Заводское производство

Горский В. В., Глобучик В. Г. Комплексная механизация и автоматизация арматурно-сварочных работ 8
Олехнович К. А., Шахов А. Н. О формировании арболитовых изделий 11

Вопросы реконструкции

Грановский Ю. Л. Невзрывные разрушающие композиции на основе негашеной извести 14
Галкин В. В., Михайлов В. В., Будагянц Л. И., Бейлина М. И., Чушкин А. П., Розман Д. А., Мингазутдинова Т. В. Составы для безвзрывного разрушения старого бетона 16

В помощь проектировщику

Чижевский В. В., Эпп А. А. Расчет стаканного сопряжения колонны с плитным фундаментом 18
Гуща Ю. П., Краковский М. Б., Долганов А. И. Надежность изгибаемых элементов прямоугольного сечения 20
Мамедов Т. И. Расчет прочности нормальных сечений элементов с использованием диаграммы арматуры 22

Теория

Гольшев А. Б., Бачинский В. Я., Бамбура А. Н., Голоднов А. А. Расчет конструкций, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях 25

На ВДНХ СССР

Ресурсосберегающие технологии 27

Зарубежный опыт

Бабачев Г., Колев К. Золошлаковая смесь для производства легких бетонов 29

Информация

Читательская конференция 30



МОСКВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

ХОЗЯЙСТВОВАТЬ ПО-НОВОМУ

Дальнейшая интенсификация экономики, техническое перевооружение всех отраслей промышленности, выполнение социальных программ все в большей мере становятся зависимыми от положения дел в капитальном строительстве. Вот почему в Подмоскovie принципиальным вопросам этой отрасли народного хозяйства уделяется большое внимание. В последние годы совершенствуется структура управления отраслью, осуществляется последовательный перевод строительных организаций и предприятий на коллективный подряд, хозрасчет и самофинансирование. И это уже дает определенные положительные результаты.

Так, широко развернув социалистическое соревнование за достойную встречу XIX Всесоюзной партийной конференции, труженики строительной индустрии Московской области добились в первом квартале 1988 г. положительных сдвигов в развитии экономики, повышении ее эффективности. Промышленные предприятия строительного комплекса обеспечили прирост и выполнение заданий первого квартала по производству цемента, стеновых материалов, асбестоцементных труб и муфт. Не выполнено плановое задание по производству клинкера. С планом выпуска не справились Подольский и Щуровский цементный заводы.

В целом по области за первый квартал произведено 1161 тыс. т цемента и 615 тыс. м³ сборных железобетонных конструкций и изделий. За счет государственных централизованных капитальных вложений и средств фондов предприятий введено в действие основных фондов на сумму 296,8 млн. р., что на 11% больше, чем в первом квартале 1987 г. Квартальный план в целом по области выполнен на 153%. Освоено 516,8 млн. р. капитальных вложений.

Объем подрядных работ, выполненный собственными силами строительно-монтажных организаций Главмособлстройа, возрос на 7%, производительность труда на 7,5%. Весь прирост объема работ в Главмособлстрое получен за счет роста производительности труда. Успешно справились с планом подрядных работ управление строительством Жуковской и тресты Мособлстрой № 2, Мособлсельстрой № 18 и Мособлстрой № 22.

Успешно выполнили плановые задания по вводу жилых домов в эксплуатацию строители Балашихинского, Воскресенского, Егорьевского, Загорского, Коломенского, Красногорского, Можайского, Орехово-Зуевского и Рузского районов.

Следует отметить, что в отрасли слабо используются внутрипроизводственные резервы, медленно осуществляется переход на двух- и трехсменный режим работы, допускаются большие потери рабочего времени. Во многих трестах, СМУ, ПМК коллективный подряд не дает должной отдачи, низким остается качество выполняемых работ. На территории области еще немало долгостроев.

Сложные задачи предстоит решить строительным и заводским коллективам Главмособлстройа и Главмособлстройматериалов в двенадцатой пятилетке. В настоящее время их деятельность характеризуется поиском и внедрением прогрессивных форм организации труда и производства, созданием современных эффективных конструкций и расширением их применения, совершенствованием методов индустриального строительства, развитием баз производственно-технологической комплектации, ростом объемов контейнеризации и пакетирования строительных грузов.

Как показывает практика, важную роль в деле наращивания производственного и научно-технического потенциала играет оперативное внедрение прогрессивных форм организации и стимулирования труда. Так, в условиях коллек-

тивного подряда успешно работают коллективы Мансуровского карьероуправления, Павлово-Посадского кирпичного завода, Дмитровского ДЮЗ, Сычевского горно-обогатительного комбината и другие.

Одним из важных условий успешного перехода на хозрасчет является совершенствование всей экономической деятельности предприятия. Как известно, Главмособлстрой и Главмособлстройматериалы с 1 января 1989 г. переходят на полный хозрасчет, самофинансирование и самоокупаемость. Некоторые структурные подразделения уже работают по-новому. В целом перестройка строительного комплекса Подмоскovie ведется на основе коллективного подряда. Во многих организациях, где к этому нововведению подошли неформально, вдумчиво, уже вплотную приблизились к полному хозрасчету. Однако в ряде организаций, где не отрешились от административно-командного стиля, коллективный подряд не проявил себя в полную силу. Как раз эти организации в прошлом году не достигли плановых приростов по объемам выполненных работ, выработке и прибыли.

В ближайшие годы предприятиям Главмособлстройматериалов более чем в полтора раза предстоит увеличить производство железобетона. Одновременно надлежит повысить технический уровень производства, улучшить качество выпускаемых изделий. Для этого необходимо модернизировать оборудование, обновить большинство технологических линий. Определенных успехов в этом направлении достигли коллективы Буньковского экспериментального завода по производству деталей домов для села, Ступинского завода ячеистого бетона, Домодедовского завода строительных материалов и конструкций, Клинского завода стройдеталей. В настоящее время совместно со специалистами машиностроения ведется разработка роторной технологической линии для производства дефицитной бетонной мозаичной плитки.

Решение задач увеличения производства строительных материалов в главке связывается с переходом предприятий на новые формы организации труда. Так, деятельность Бутовского комбината на арендном подряде, создание кооператива «Березка» в Загорском районе явились эффективной формой укрепления экономики этих предприятий.

В начале года коллектив Бутовского комбината строительных материалов взял свое низкорентабельное предприятие в аренду. Срок аренды установлен в 8 лет. С главком заключен договор, в соответствии с которым коллектив комбината арендует все станки, оборудование и помещения. Установлены определенные суммы платежей главку. Остаток после расчета с главком используется коллективом на обновление производства, на социальное развитие.

Эта инициатива получила поддержку на других предприятиях главка. Примеру бутовцев последовали труженики хлюпинского завода «Стройполимер». Отныне направления своей деятельности коллектив завода будет выбирать самостоятельно. Так, здесь наметили освоить выпуск дефицитных отделочных материалов, принципиально новой продукции, реализовать которую завод получил право по договорным ценам.

Большие задачи поставлены перед коллективом «Стройполимера». В ближайшие годы заводчанам предстоит довести производство линолеума с 4,5 до 10,5 млн. м в год, в 2,5 раза увеличить производство герметиков, уплотнительной пасты. Если в настоящее время основные фонды предприятия, многократно себя окупившие, составляют 7 млн. р.,

то к 1995 г. на развитие производства предстоит направить более 20 млн. р. Эти средства коллектив должен заработать сам.

Теперь такая возможность у коллектива завода есть. Отныне вся сверхплановая прибыль будет поступать в заводскую копилку. В хозрасчетном доходе заинтересованы и рабочие, и инженерно-технические работники.

Следует отметить, что в результате практически на той же материальной основе заводчане за несколько месяцев работы по-новому получили значительную прибыль. Производительность труда возросла свыше 20%, заметно снизилась себестоимость продукции. Укреплена трудовая и производственная дисциплина. Активизировалась работа по широкому использованию достижений научно-технического прогресса, рационализации и изобретательству. Усилилось воздействие трудового коллектива на все стороны внутризаводской жизни. Так, на совете трудового коллектива были высказаны и приняты совершенно неожиданные предложения по экономии: не продавать отходы производства линолеума, которых за долгие годы на предприятии скопилось несколько сотен тысяч тонн, а напротив, по сходной цене приобретать у других предприятий. Тем самым труженики «Стройполимера» застраховали себя от срывов поставок поливинилхлорида. Кроме того, продукция, полученная из дешевых отходов, имеет низкую себестоимость. Это неисчерпаемый резерв прибыли. В настоящее время на заводе налажена утилизация отходов.

Немалую долю их перерабатывают созданные на заводе внутрипроизводственные кооперативы. С инициативой их создания выступили рабочие. Кооперативы имеют различный профиль. Так, один из них, «Гидроизоляция», объединил 20 человек. В настоящее время этот кооператив занимается получением чистого поливинилхлорида. В перспективе намечается выпуск товаров народного потребления, например, декоративной плитки для полов.

Члены другого кооператива («Полимер») выполняют заявки жителей ближайших районов на настилку линолеума в квартирах. Принимая заказы, кооператоры передают их в цех, где из отходов линолеума изготавливают коврики необходимых размеров. Внутризаводской кооператив «Нева» строит и ремонтирует жилые дома. Все необходимые материалы приобретаются на заводе.

Следует отметить, что около полутора лет назад на заводе был внедрен коллективный подряд. Он стал той ступенью, поднявшись на которую заводчане сумели пойти дальше — взять предприятие в аренду. Демократизация в коллективе, общественные формы самоуправления, исключение уравниловки — все это стало здесь реальностью.

Заводчане хорошо понимают, что деятельность «Стройполимера», его успешная работа ускоряют решение многих социальных проблем. Так, в заводском поселке намечено в ближайшее время построить новый клуб, спортивный комплекс, общежитие для молодежи, два жилых многоквартирных дома.

Успех в работе по переходу строительных организаций и предприятий на полный хозяйственный расчет и самофинансирование во многом подготавливается коллективным подрядом. Как раз при этой прогрессивной форме организации и стимулирования труда создается почва для заинтересованности всего коллектива в конечных результатах.

Так, на ДОЗе в Балашихе коллективный подряд охватил все ступени производства, начиная от работников вспомогательных служб до служащих административных отделов. Все здесь сориентировано на достижение положительного конечного результата. В 1987 г. объем производства здесь увеличился на 18%. В настоящее время завод не имеет рекламаций на свою продукцию.

Работники ДОЗа, и особенно сдельщики, материально заинтересованы выполнять плановые задания с наименьшими затратами. Так, бригада столярного цеха, возглавляемая В. М. Морозовым, заключила с администрацией договор, в котором предусмотрены объемы выпуска продукции на месяц, квартал и год. Рассчитана на этот объем и сумма заработной платы с учетом плановой численности работающих. Если бригада выполняет условия взаимного договора, то фонд заработной платы полностью остается в подразделении. Выгодно стало и экономить сырье, ведь половина стоимости сэкономленных лесоматериалов остается также в бригаде.

В прошлом году на ДОЗе был введен в строй новый столярный цех. Для освоения его мощностей требовалось расширить штат на 120 человек. С внедрением коллектив-

ного подряда ситуация изменилась. Завод принял на работу в новый цех всего 46 человек. Заметно окрепла на заводе дисциплина, рабочие стали охотнее, чем прежде, осваивать смежные профессии. Нормой в отношениях между труженниками становится взаимная выручка.

Примеру деревообрабатчиков готовятся последовать и другие строительные организации района.

В Московской области с целью реализации задачи по обеспечению к 2000 г. каждой семье отдельной квартирой или индивидуальным домом проведены соответствующие расчеты, выбраны направления деятельности советских и хозяйственных органов. В 1987 г. была принята жилищная программа. На первом этапе ее осуществления — до 1990 г. — намечено довести уровень обеспеченности населения области отдельными квартирами до 85%.

Принятая жилищная программа успешно выполняется в 14 городах и районах области. Интенсивное строительство ведется в Раменском районе. Здесь опережают установленные задания: сверх плана сдано в эксплуатацию 12 тыс. м² общей площади жилых домов.

В области имеются резервы для ускорения темпов жилищного строительства. Анализ показывает, что в год можно сдавать 2,9 млн. м² общей площади жилых домов. Чтобы достичь этого показателя, необходимо прежде всего повысить ответственность руководителей строительных организаций. В последние два года осваивалось всего лишь 90% отпущенных на строительство жилых средств.

Дальнейшее ускорение темпов возведения жилых домов невозможно без развития базы индустриального домостроения. К концу двенадцатой пятилетки мощность предприятий строительной индустрии должна быть увеличена на 380 тыс. м² общей площади в год. Из них половина — за счет реконструкции и расширения уже действующих ДСК. Возникла необходимость в оперативном создании ДСК для западной зоны области.

Для ускорения темпов строительства в области необходимо перевооружение базы строительной индустрии и строительных материалов. Средства, выделяемые на развитие собственной базы строительного комплекса, систематически не осваиваются полностью. Необходимо в сжатые сроки принять самые решительные меры по быстрой реконструкции, техническому перевооружению комбинатов крупнопанельного домостроения, резкому наращиванию выпуска домов для села улучшенных серий, деталей для домов повышенной этажности для городов области.

В соответствии с решением сессии областного Совета народных депутатов намечено возвести новые домостроительные комбинаты в Солнечногорске и Пушкино мощностью 100—120 тыс. м² общей площади жилых домов в год, в Шатуре — мощностью 40 тыс. м², повысить объемы производства действующего ДСК в Электростали на 30 тыс. м². Это позволит довести мощности крупнопанельного домостроения в целом по области до 2,2 млн. м² общей площади в год.

В ближайшие годы необходимо почти удвоить производство сборного железобетона и раствора. Для этого намечено перевооружение материально-технической базы трестов. Сейчас тресты производят в год 270 тыс. м³ железобетона, 3,3 млн. м³ бетона и раствора, 20 тыс. т арматуры и 1,2 млн. т асфальта. Чтобы Главлесоблстрой осваивать подрядные работы на сумму 1,35 млрд. р., необходимо производить в год 500 тыс. м³ железобетона, 5,5 млн. м³ бетона и раствора, 50 тыс. т арматуры и 2 млн. т асфальта.

В настоящее время в Главмосблстрой и Главмосблстройматериалах утверждена программа, в которой намечены расширение существующих заводов и баз трестов по выпуску железобетонных конструкций и изделий с использованием высокопроизводительного оборудования, реконструкция и техническое перевооружение 18 растворобетонных узлов с внедрением автоматического регулирования систем дозирования компонентов в Коломне, Озерах, Луховицах, Егорьевске, Подольске и в других городах. Предусмотрена модернизация 14 асфальтобетонных заводов с применением новых эффективных технологий в Зарайске, Домодедове, Загорске, Пушкино и в других городах.

Для реализации поставленных задач в Подмосковье осуществляется целый комплекс политико-воспитательных и экономических мер, повышается контроль за внедрением коллективного подряда и хозрасчета. Повсеместно организуется политическая и экономическая учеба кадров. Такой подход позволяет без больших издержек перейти на новые экономические методы хозяйствования.

Г. П. ПАСТУШКОВ, канд. техн. наук, А. В. ЗУЩИК, Д. И. ЗГИРОВСКИЙ, инженеры (Белорусский политехнический ин-т); С. Г. СМИРНОВ, инж. (Белпромпроект)

Сборный железобетонный каркас многоэтажного здания

Белпромпроект Госстроя БССР, Белорусским политехническим институтом и ПСМО Промстроймонтаж Минстроя БССР разработано конструктивное решение многоэтажного здания в сборном железобетоне, позволяющее при минимальном числе типоразмеров сборных элементов возводить здания любой конфигурации в плане — от круглой до прямоугольной [1].

Основными элементами сборного железобетонного каркаса являются крупноразмерные преднапряженные треугольные плиты размером на ячейку и центрифугированные колонны кольцевого сечения. Треугольные плиты выполняют функции ригелей и настила.

Габаритные схемы зданий с применением нового каркаса определяются параметрами треугольной плиты перекрытия на ячейку. Условием реализации схем зданий, позволяющим сочетать прямоугольные и круглые формы, является необходимость назначения угла при вершине треугольной плиты, равной $360/p$, где p — четное число. Принятая максимально возможная из условия транспортирования в наклонном положении длина основания плиты (4,5 м) позволяет использовать в каркасе типо-

вые элементы действующих серий (стеновые панели, диафрагмы жесткости и т. д.). Сетка колонн разработанного каркаса определяется разбивочными осями здания, образующими в плане систему примыкающих друг к другу равнобедренных треугольников с длиной основания 4,5 м и углом при вершине $22,5^\circ$. Высоту этажей зданий в зависимости от их назначения можно принять 2,8 ... 7,2 м.

На рис. 1 показаны некоторые из возможных габаритных схем сборного железобетонного унифицированного каркаса многоэтажных зданий. Сборные треугольные преднапряженные ребристые плиты вершинами опираются на центрифугированные колонны кольцевого сечения.

Треугольная плита (рис. 2) размером в плане $11,3 \times 4,5$ м состоит из полки толщиной 0,05 м, соединенной с контурными основными и второстепенными несущими ребрами. В узлах плиты предусмотрены вырезы для размещения центрифугированных колонн каркаса с наружным диаметром кольцевого сечения 0,5 ... 0,96 м. Армирование ребер вдоль длинных сторон смешанное с при-

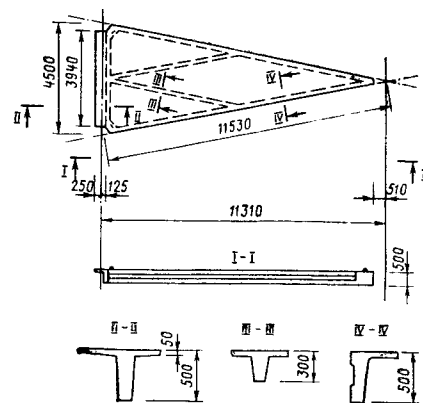


Рис. 2. Железобетонная треугольная плита перекрытия

менением напрягаемой и ненапрягаемой арматуры, остальных ребер — обычное с использованием только ненапрягаемой арматуры. Полка плиты армирована сварными сетками шириной 2,5 м. Плиты запроектированы под нагрузку 8 ... 12,5 кПа (без учета собственной массы плит).

Безригельные перекрытия каркаса в зданиях различной конфигурации в плане образуют лишь два типоразмера треугольных плит, отличающихся между собой длиной консольной части полки у торцового ребра и изготавливаемые в одной опалубочной форме. Плиты с удлиненной консольной полкой устанавливаются в крайних пролетах у наружных стен зданий. Основные несущие ребра обрамляют плиту по контуру, непосредственно сопрягаясь с колоннами каркаса. Второстепенные ребра жестко сопрягаются с торцовыми и продольными ребрами и направлены параллельно последним.

В каркасах зданий с гибкой планировочной схемой применение центрифугированных колонн кольцевого сечения способствует примыканию элементов перекрытий в любом направлении.

Узлы сопряжения конструкций нового каркаса разработаны с учетом индивидуальных особенностей сопрягаемых элементов и конструктивных схем зданий различного назначения и конфигу-

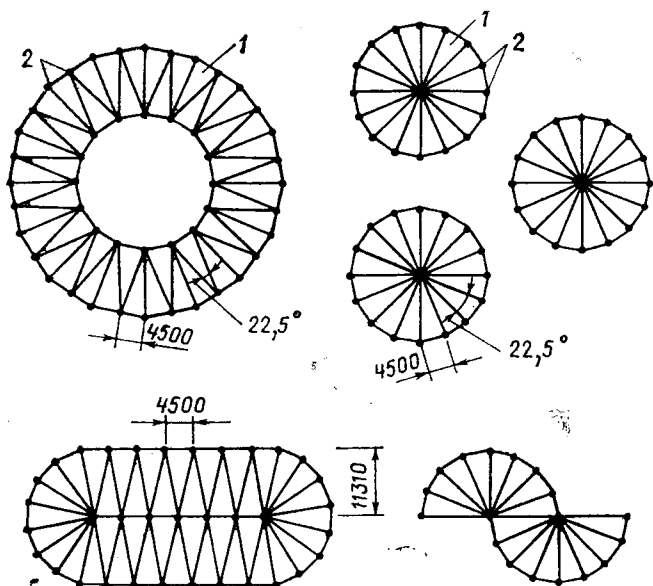


Рис. 1. Возможные габаритные схемы сборного железобетонного каркаса
1 — треугольная плита перекрытия; 2 — центрифугированная колонна кольцевого сечения $\varnothing 0,5$ и $0,96$ м

рации в плане. Стыки центрифугированных колонн платформенные. Сопряжение треугольных плит перекрытий с колоннами разработаны как с опиранием на традиционные консоли (капители), так и бесконсольные.

Статический расчет треугольной плиты, опертой в вершинах, в упругой стадии осуществляли методом конечных элементов на ЭВМ ЕС-1022 по программе «Лира». Математическая модель плиты представлена в виде набора 133 конечных элементов. Для расчета использовали три вида конечных элементов: стержень общего вида, стержень с учетом жесткости сдвига, треугольный плоский элемент. Появление трещин качественно меняет характер напряженно-деформированного состояния плиты.

Расчет полки плиты проводили методом предельного равновесия с рассмотрением различных схем линий излома, в том числе проходящих через шарниры пластичности второстепенных ребер. Основные несущие системы многоэтажных зданий со связевым каркасом рассчитывали по общепринятой методике [2].

ПО Строймаш разработаны и изготовлены силовые вибротермоформы, позволяющие организовать производство треугольных плит практически на любом полигоне. Силовая оснастка запроектирована с гибкими продольными бортами и откидывающимся торцовым ребром. Форма оборудована рубашкой для термообработки изделия. Преднапряжение предусмотрено только в стержневой арматуре продольных ребер и выполняется механическим способом на упоры формы. Отдельные центрифугированные стойки кольцевого сечения изготавливают на действующих технологических линиях [3].

Испытания треугольных плит на крупномасштабных моделях в 1/3 натуральной величины и в натуральную величину позволили оценить их несущую способность, трещиностойкость и деформативность.

Изготовление первых опытных плит показало несложность натяжения напрягаемой стержневой арматуры на упоры, бетонирования плиты, пропаривания изделий, обжаривания бетона, распулбки изделий сложной геометрической формы.

При испытании треугольную плиту для объекта внедрения устанавливали на три опоры в соответствии с расчетной схемой свободно опертого элемента. На каждом этапе загрузки измеряли перемещения характерных точек, ширину раскрытия трещин и характер их развития, деформации бетона в сжатой и растянутой зонах плиты. Сопоставление результатов экспериментов с анало-

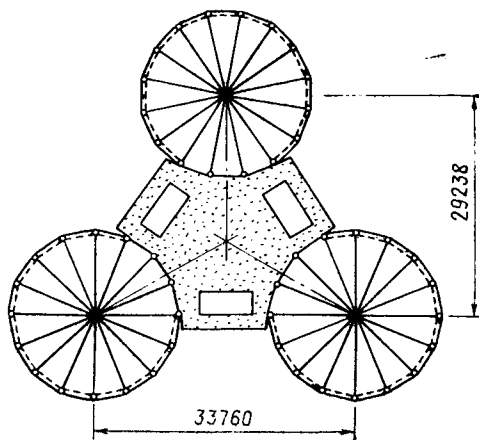


Рис. 3. Конструктивная схема объекта внедрения сборного железобетонного каркаса

гичными расчетными значениями, дали достаточно хорошую сходимость.

Сборный железобетонный каркас внедрен при проектировании оригинального в объемно-планировочном отношении 11-этажного здания в Минске [1], принципиальная конструктивная схема которого приведена на рис. 3. Каркас здания состоит из расположенных на лучах под углом 120° трех цилиндрических объемов с перекрытиями из треугольных плит, опертых в вершинах на периферийные колонны диаметром 0,5 м и центральную диаметром 0,96 м.

УДК 624.074.4:531.3.001.57

Я. Ш. ИСХАКОВ, канд. техн. наук (Таджикский политехнический ин-т)

Поведение пологих оболочек при сильных сейсмических воздействиях

Железобетонные оболочки применяют в покрытиях зданий в сейсмических районах, поскольку они хорошо сопротивляются сейсмическим воздействиям вследствие общей пространственной жесткости и развития упругопластических деформаций, способствующих уменьшению сейсмических сил и диссипации энергии колебаний. Вместе с тем, как показали экспериментальные и теоретические исследования [1, 2], в оболочке, нагруженной вертикальной статической нагрузкой от собственного веса (кровля, снег и т. п.), при сейсмических воздействиях происходит пластический крен (пластические деформации накапливаются с тем же знаком, что и знак статического прогиба). Экспериментальные исследования оболочек на сильные сейсмические воздействия проводили на моделях. При этом на стати-

Пространственная устойчивость здания обеспечивается лестничными клетками со стенами из сборных железобетонных элементов серии 1.020 — 1/83, а также включением в работу каркаса стенового ограждения цилиндрических объемов из крупноразмерных панелей высотой на этаж.

В настоящее время осуществляется строительство опытного объекта. По сравнению с аналогом, выполненным с прямоугольным планом, экономический эффект от внедрения сборного железобетонного каркаса с применением крупноразмерных треугольных плит перекрытия на одном здании составит 190 тыс. р. при сокращении расхода стали на 33%, бетона на 25, снижении трудозатрат на 30, типов и числа монтажных элементов в 2 раза, периметра стен на 8 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сборный железобетонный каркас многоэтажного здания / Г. П. Пастушков, А. В. Зушик, С. Г. Смирнов, Б. С. Марголин // Инф. листок № 87—22. — БелНИИТИ Госплана БССР. — 1987. — 4 с.
2. Дроздов П. Ф. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов. — М.: Стройиздат, 1977. — 270 с.
3. Технология безвибрационного формирования железобетонных изделий // Сб. докл. респ. научно-техн. совещания 15—16 ноября 1979 г. — Минск, 1979. — 160 с.

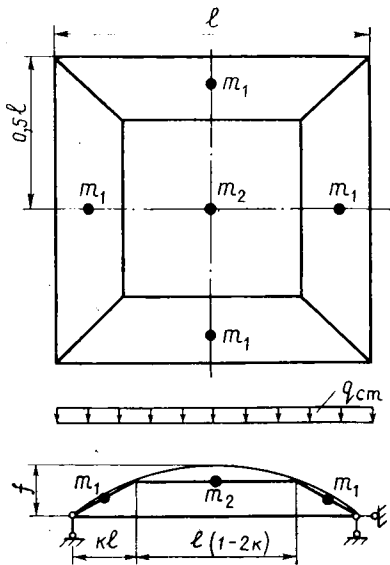


Рис. 1. Пятимассовая расчетная схема статически пригруженной оболочки при расчете остаточных деформаций от сильных вертикальных сейсмических воздействий

«колонны — оболочки» при горизонтальном воздействии, заданном реальной акселерограммой.

При этом приняты определенные предпосылки [2]. Сейсмические воздействия являются однокомпонентными, но отдельно рассматривают вертикальное и

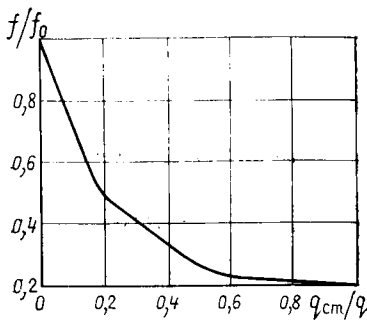


Рис. 2. График деградации динамической жесткости оболочки

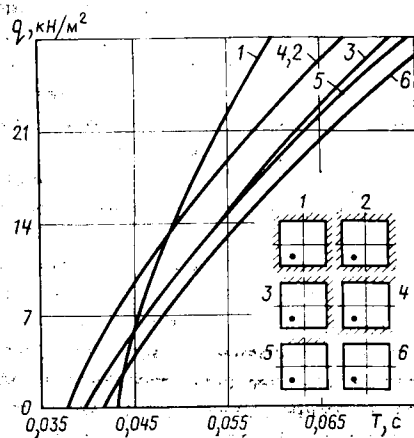


Рис. 3. Зависимость деградации динамической жесткости от краевых условий оболочки (1...6) 1 — полностью защемленный контур; 6 — полностью свободный контур; ● — вибродатчик вертикальных колебаний

горизонтальное воздействия. Механизм разрушения статически пригруженной оболочки при сейсмическом воздействии принят аналогичным соответствующим статическим схемам. Диаграмму работы материала при совместном воздействии статической и сейсмических нагрузок считают упруго-идеальнопластической, причем, упругая ветвь соответствует деформациям от статического пригруза. Остаточные прогибы статически пригруженной оболочки при сильном вертикальном сейсмическом воздействии рассчитаны на основе пятимассовой схемы (рис.1) (по количеству жестких дисков излома в предельном равновесии). В качестве внешних воздействий использовали 5 акселерограмм реальных землетрясений с достаточно разнообразным спектральным составом (Газли, Эль-Центро, Сан-Фернандо, Бухарест, Акита). Все воздействия приведены к максимальной амплитуде 0,4 g. Статический пригруз на оболочку в сейсмическом районе ограничивается величиной

$$q_{ст} = \frac{q_p}{1 + g^{-1} W \bar{\beta}}, \quad (1)$$

$$\text{где } \bar{\beta} = \frac{\beta_c(T_j)}{\beta_n(T_j)};$$

W — вертикальное ускорение конструкции, вызванное сильным землетрясением и принимаемое по СНиП II — 7 — 81, равным 0,4; 0,2 или 0,1 м/см² (для 9...7 баллов); $\beta_c(T_j)$ — спектральный коэффициент динамичности (отношение ускорения осциллятора при данном доминантном периоде к ускорению грунта определяют по спектру колебаний осциллятора при воздействии данной акселерограммы); $\beta_n(T_j)$ — нормативный коэффициент динамичности; q_p — разрушающая оболочку нагрузка.

В железобетонных оболочках при сильных сейсмических воздействиях и с ростом статического пригруза существенно уменьшается динамическая жесткость, выражающаяся в экспериментах в увеличении периода основного тона колебаний (уменьшении технической частоты колебаний) (рис. 2). Это явление объясняется тем, что с увеличением статического пригруза в оболочке растут напряжения и деформации, но колебания ее происходят каждый раз вокруг нового статического состояния и остаются линейными. Кроме общего увеличения массы (собственная масса и масса статического пригруза) здесь сказывается уменьшение кривизны срединной поверхности оболочки и модуля деформаций бетона. Таким образом, на каждом этапе загрузения отмечается как бы новая оболочка со своими физическими и геометрическими характеристиками. На

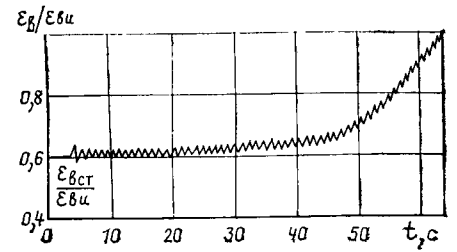


Рис. 4. Пластический крен и разрушение статически пригруженной оболочки при вибрационных сейсмических воздействиях

деградацию жесткости влияют краевые условия оболочки. На рис. 3 приведены зависимости периода низкочастотных колебаний оболочки от статического пригруза и закрепления краев. Эти периоды изменяются в пределах 0,04 ... 0,8 с, т. е. в 2 раза. Периоды колебаний замеряли в середине квадранта оболочки в вертикальном направлении вибродатчиком СПЭД. Установлено, что чем больше край оболочки защемлен, тем меньше деградация жесткости и выше динамическая жесткость системы. Если на ранних ступенях нагружения $T_1 = 0,045$ с, $T_6 = 0,048$ с, то перед разрушением $T_1' = 0,062$ с ($T_1'/T_1 = 1,38$). $T_6' = 0,08$ с ($T_6'/T_6 = 1,66$) Таким образом, деградация жесткости для полностью защемленной оболочки составляет 38 %, в то время как для свободно опертой — 66%. Из рис. 3 следует также, что защемление отдаленного от рассматриваемого квадранта края практически не влияет на колебания центра указанного квадранта. Поэтому $T_2 = T_4$, а $T_3 \approx T_5$.

Пластический крен деформаций сжатия от сильных сейсмических воздействий в статически пригруженной оболочке (деформации от статической нагрузки $\epsilon_b = 0,6 \epsilon_{bu}$ (ϵ_{bu} — предельные деформации сжатия бетона) хорошо иллюстрируется рис. 4. Хотя деформации оболочки от сейсмических воздействий двузначные, накапливаются они с одним знаком и именно в том направлении, что и деформации от вертикального статического пригруза. Данный эффект исключает появление двузначных пластических шарниров. Это ведет к тому, что формы разрушения оболочки при статической нагрузке и статически пригруженной оболочки при сильных сейсмических воздействиях практически совпадают. Отсюда появилась возможность рассчитывать несущую способность оболочек при сильных сейсмических воздействиях на основе разработанных методов расчета их статической несущей способности, принимая сейсмическую нагрузку как добавку к статической

$$q_p = q_{ст} + q_c. \quad (2)$$

Установлено, что для районов сейсми-

чностью 9 баллов на долю сейсмических воздействий приходится до 30% несущей способности оболочки.

Были рассчитаны остаточные деформации статически пригруженной железобетонной пологой оболочки размером 24×24 м при сильных сейсмических воздействиях на основе пятимассовой расчетной модели, приведенной на рис. 1. Масса каждого крайнего диска $m_1 = \rho \delta l^2 k (1 - k)$, среднего — $m_2 = \rho \delta l^2 (1 - 2k)^2$ (ρ, δ — удельная масса и толщина бетона плиты поля оболочки). В расчетах использовали параметры, полученные экспериментально [3]: период основного тона колебаний $T = 0,2$ с; декремент затухания принят 2% критического; прогиб от статического пригруза (при этом конструкция еще находится в упругой стадии) $W_e = 3,5$ см; пластические деформации в оболочке развиваются, начиная с $W_{pl} = 4,5$ см. В качестве внешнего воздействия принята акселерограмма землетрясения в Сан-Фернандо, спектральные максимумы которой располагаются как в высокочастотной, так и низкочастотной частях спектра. Рассмотрели участок максимальной интенсивности акселерограммы длительностью около 13 с, шаг табулирования во времени 0,02 с. Динамические перемещения оболочки в центре плиты показаны на

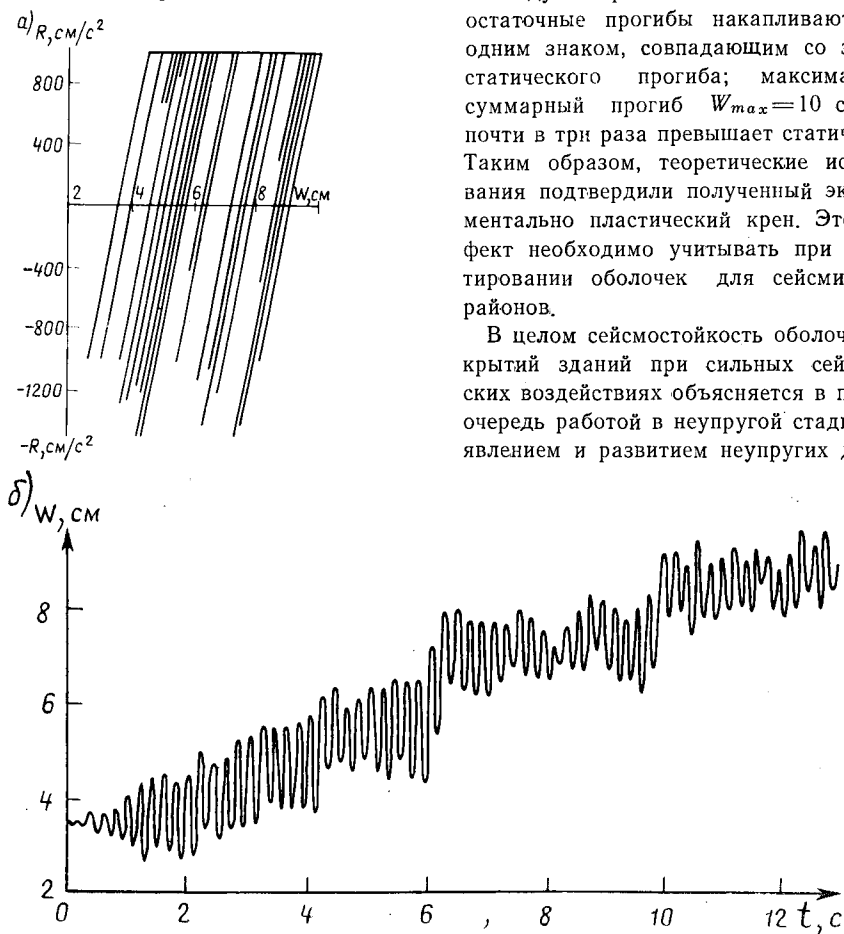


Рис. 5. Динамические перемещения оболочки (а) и накопление перемещений (б) при воздействии сильного землетрясения



Рис. 6. Дворец тенниса в Душанбе

рис. 5. Вначале (около 2 с) колебания перемещений наблюдали вокруг статической нейтральной оси. Когда амплитудное значение перемещений достигло W_{pl} , произошло накопление пластических деформаций. Далее колебания отмечались вокруг новой нейтральной оси с учетом накопившихся остаточных прогибов ($W > W_{pl}$). Накопление деформаций происходило как бы порционно в момент, когда реакция оболочки равна пластическому значению $R_{pl} = 1000$ см/с² (для единичной массы m_2) (см. рис. 5). Таких порций набирается столько, сколько раз амплитудное ускорение от сейсмического воздействия доводит реакцию оболочки до R_{pl} .

Следует обратить внимание на то, что остаточные прогибы накапливаются с одним знаком, совпадающим со знаком статического прогиба; максимальный суммарный прогиб $W_{max} = 10$ см, что почти в три раза превышает статический. Таким образом, теоретические исследования подтвердили полученный экспериментально пластический крен. Этот эффект необходимо учитывать при проектировании оболочек для сейсмических районов.

В целом сейсмостойкость оболочек покрытий зданий при сильных сейсмических воздействиях объясняется в первую очередь работой в неупругой стадии, появлением и развитием неупругих дефор-

маций вплоть до возникновения пластических шарниров, что вызывает диссипацию энергии колебаний и уменьшает сейсмические нагрузки. Поэтому следует проектировать оболочку так, чтобы предупредить ее хрупкое разрушение, и добиться, чтобы расчетная схема разрушения была связана с развитием пластических деформаций. Это в свою очередь приводит к отказу от равнопрочности конструкции в сейсмическом районе. В оболочках необходимо предотвратить разрушение по сжатому бетону плиты поля, что проявляется в схеме излома со вмятиной. Необходимо также избежать среза опорного стыка оболочки с колонной при сейсмическом воздействии. Важно также ограничить статический пригруз на оболочку

$$q_{ст} \leq 0,6 g p. \quad (3)$$

Результаты исследований, выявившие особенности работы оболочек при сильных сейсмических воздействиях, были использованы ГПИ Таджикгипрострой для разработки каталога рабочих чертежей пологих комбинированных (со стальными фермами-диафрагмами) оболочек положительной кривизны размерами 18×18 , 24×24 и 30×30 м. На его основе ГПИ Таджикгипропром предложил унифицированные конструкции одноэтажных промзданий с покрытием из пологих комбинированных оболочек положительной кривизны для ТаджССР (1982 г.). ПИ Таджикколхозпроект Госагропрома ТаджССР разработал альбом рабочих чертежей армоцементной панели-оболочки со стальными фермами-диафрагмами для сейсмических районов.

В Душанбе в зоне 9-балльной сейсмичности возведен Дворец тенниса, центральный зал которого покрыт четырьмя оболочками размером 24×24 м (рис. 6), выдержавший 7-балльное землетрясение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Исхаков Я. Ш. Расчет и конструирование железобетонных оболочек для сейсмических районов. — Душанбе: Маориф, 1983. — 176 с.
- Исхаков Я. Ш. Основы сейсмостойкости железобетонных оболочек. — Душанбе: Ирфон, 1986. — 124 с.
- Исхаков Я. Ш., Тихомиров И. В., Кудусов А. Оболочки со стальными диафрагмами для сейсмических районов // Бетон и железобетон. — 1976. — № 6. — С. 17—19.

В. В. ГОРСКИЙ, инж. (СКТБ Стройиндустрия); В. Г. ГЛОБУЧИК, инж. (Гатчинский сельский ДСК)

Комплексная механизация и автоматизация арматурно-сварочных работ

Как известно, трудозатраты на производство арматурных изделий составляют 20...40% общей трудоемкости производства железобетонных конструкций. При изготовлении 1 м³ железобетона расходуется в среднем около 70 кг арматурной стали, поэтому наиболее важен переход от пооперационно-расчлененной технологии с большим объемом ручного труда к комплексной механизированной и автоматизированной с использованием поточных линий на базе серийно выпускаемых машин для сварки сеток и каркасов, универсальных легко переналаживаемых станков с программным управлением, роботов и манипуляторов.

Арматурный цех Гатчинского сельского ДСК является одним из передовых в стране, а по некоторым внедренным новшествам превосходит зарубежные. ДСК выпускает 7400 т арматурных изделий в год, используемых главным образом в производстве железобетонных конструкций серии 111—121 ЛО для крупнопанельного многоэтажного домостроения в Ленинградской обл. Выработка на одного рабочего составляет 106 т арматурных изделий в год, что в 2... 2,5 раза превышает среднюю выработку в арматурных цехах аналогичных предприятий отрасли.

Технологический процесс в арматурном цехе построен по прямоточной технологии. Арматурная сталь принимается и хранится в цеховом многоярусном секционном складе вместимостью 1500 т. В цехе установлено шесть автоматизированных поточных линий с многоэлектродными сварочными машинами для непосредственного производства сеток различных типоразмеров, для заготовки из них плоских двух- и трехветвевых каркасов, а также изготовления объемных армокаркасов.

Линии специализированы. На трех из них изготавливают широкоформатные сетки и плоские каркасы плит перекрытий, кровли, стеновых панелей, элементов добора и других изделий из арматурной стали диаметром 5...10 мм

классов А-I...A-III; на двух — сетки и легкие плоские каркасы из арматурной прядьволны диаметром 4...5 мм классов В1 и Вр-1. Одну линию используют для изготовления пространственных армокаркасов панелей внутренних стен.

Поточные линии оборудованы устройствами для автоматической поперечной подачи арматуры непосредственно из бухт, механизмами для сварки сеток с экономичным армированием (укороченными поперечными стержнями) и другими устройствами, исключающими тяжелый ручной труд.

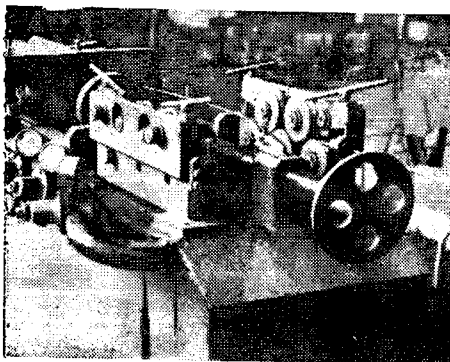


Рис. 1. Автомат для заготовки коротких стержней (АКС-500)

Таким образом, 95% сеток и каркасов изготавливают на автоматизированных линиях, благодаря чему практически отпала необходимость в правильно-отрезных станках и ножницах для предварительной заготовки арматурных прутков, а также одноточечных сварочных машинах. Трудоемкие ручные операции по их обслуживанию, включая транспортные, сведены к минимуму. В результате безотходной технологии на поточных линиях потери металла доведены до минимума и составляют 0,8%.

Объемные армокаркасы наружных стеновых панелей, изделий добора и других крупногабаритных конструкций изготавливают в кондукторах на горизонтальных установках, изготовленных Гатчинским ДСК, оборудованных под-

весными модернизированными сварочными машинами (МТПП-75 и МТП-806) и переносными ручными пневмогидроножницами (НПГ-12), разработанными СКТБ Стройиндустрия. Для удобства обслуживания и облегчения манипулирования клещи подвесных сварочных машин закреплены на специальных подвесках и заключены в кольцевые подшипники обоймы собственного изготовления, обеспечивающие их свободное перемещение и вращение. Монтажные петли и скобы изготавливают на станке с вертикальной планшайбой, изготовленном на комбинате. Для производства коротких прутков длиной до 500 мм внедрен автомат (АКС-500), разработанный СКТБ Стройиндустрия (рис. 1). Закладные детали изготавливают на специальном участке, оснащенном контактными машинами, прессом и гильотиновыми ножницами для прогрессивной рельефно-точечной сварки и сварки под флюсом. Готовые арматурные изделия вывозят в формовочные цехи в специальных контейнерах собственного изготовления.

Высоких технико-экономических показателей, а также уровня механизации и автоматизации производства в арматурном цехе ДСК добился благодаря созданию и внедрению новой техники и прогрессивной технологии, совершенствованию организации труда и культуры производства, тесному сотрудничеству с Ленинградским заводом «Электрик», Гипростроммашем, ЦНИИ-ЭП жилища, СКТБ Стройиндустрия и трестом Оргтехстрой Главзапстрой.

На ДСК функционирует линия для изготовления пространственных арматурных каркасов внутренних стеновых панелей. Как правило, на многих заводах КПД производство каркасов разбито на несколько отдельных операций: сварка сеток на многоэлектродных машинах и сварка поперечных двухветвевых каркасов на одноточечных машинах из предварительно заготовленных прутков; сборка и сварка объемного каркаса подвесными сварочными машинами. Такая технология требует боль-

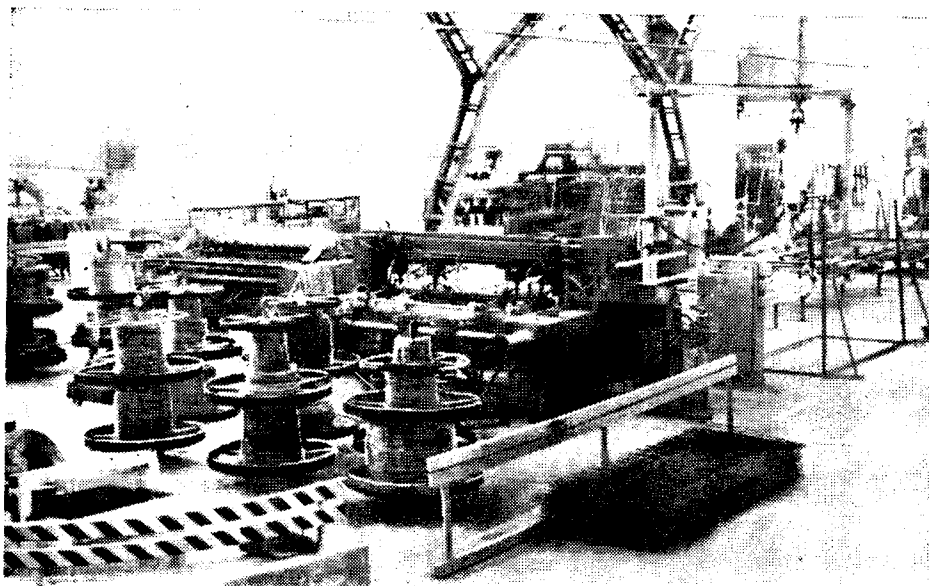


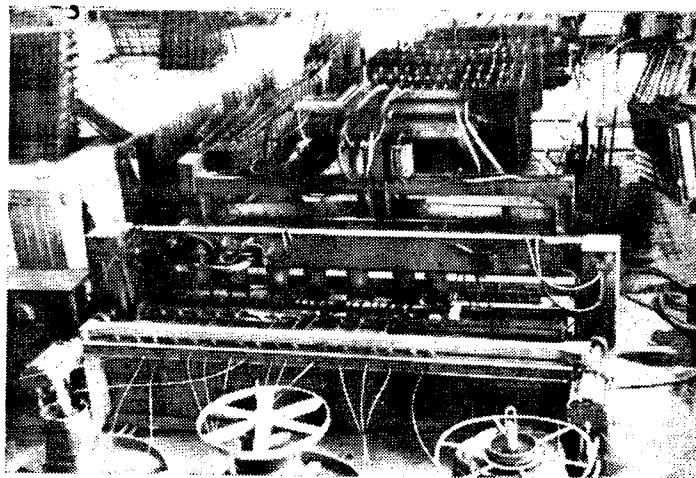
Рис. 2. Автоматизированная линия изготовления пространственных каркасов панелей внутренних стен

ших ручных затрат, использования различного арматурно-сварочного оборудования, а также внутрицеховых межоперационных транспортных передач.

Гатчинский сельский ДСК совместно с трестом Оргтехстрой Главзапстрой разработал и внедрил автоматизированную линию для комплексного производства армокаркасов панелей внутренних стен, совместив все вышеперечисленные операции в единый технологический поток. В результате трудозатраты сократились по сравнению с традиционной технологией на 10050 чел. дн., экономический эффект составил 12800 р. в год.

Линия (рис. 2) состоит из шести двухъярусных бухтодержателей, четыре из которых предназначены на установ-

Рис. 4. Автоматическая линия изготовления двух и трех ветвевых армокаркасов

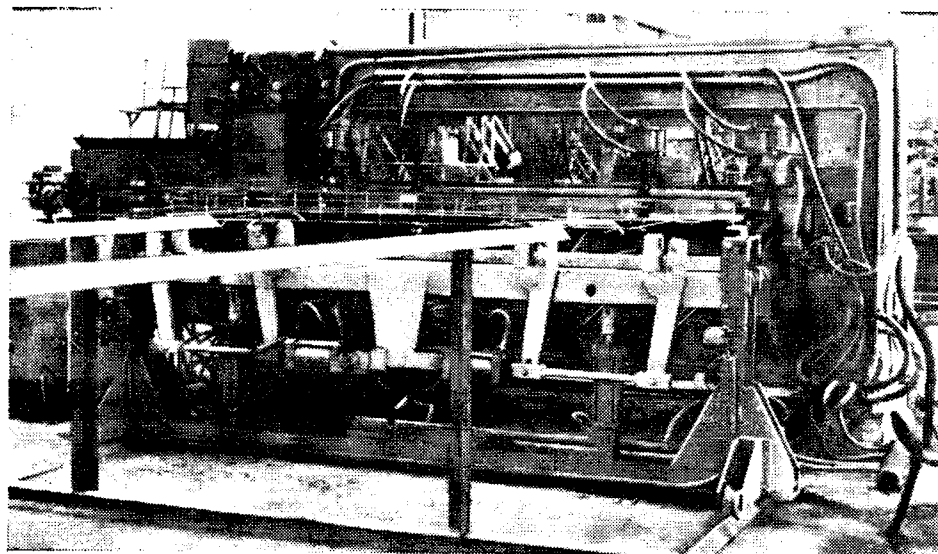


ку в них мотков арматурной проволоки для продольной подачи в двух уровнях под электроды сварочной ма-

шины, а два — для поперечной подачи проволоки на предварительную сварку двухветвевых каркаса в специальном устройстве, установленном сборку сварочной машины; сварочной машины (рис. 3) с четырьмя парами верхних и нижних (рабочих) электродов и четырьмя плоскими (холостыми) электродами, выдвигаемыми между рабочими в момент приварки двухветвевых каркаса к продольным проволокам; пневмоножниц для мерной резки двухветвевых и объемных каркасов; стола для приема готового каркаса, передвижного кондуктора, оснащенного подвесными сварочными клещами для крепления к каркасу закладных деталей и монтажных петель. Производительность линии 2 м/мин. Обслуживают линию 2 чел.

Автоматические линии для сварки сеток и заготовки плоских каркасов (рис. 4) состоят из модернизированных многоэлектродных сварочных машин

Рис. 3. Общий вид 4-электродной сварочной машины



АТМС 14×75-7, ножницы для резки сеток (СМЖ-60) и пакетокладчиков (СМЖ-61А). В состав линий входят также малогабаритные установки для поперечной подачи арматуры непосредственно из мотков под электроды сварочных машин, разработанные Гатчинским ДСК и Гипростроммашем. Один тип установок используют для смотки арматурной стали диаметром более 5 мм из невращающихся тяжелых бухт массой до 1 т, уложенных на полу, и подачи ее через систему блоков в правильный барабан, а затем в специальное приемное устройство, установленное в рабочей зоне АТМС 14×75-7. Из приемного устройства отрезные прутки по команде досылают под электроды сварочной машины.

Другой тип установок (рис. 5) используют для поперечной подачи арматурной проволоки диаметром до 5 мм в приемное устройство через правильные и подающие ролики из вращающегося двухъярусного бухтодержателя.

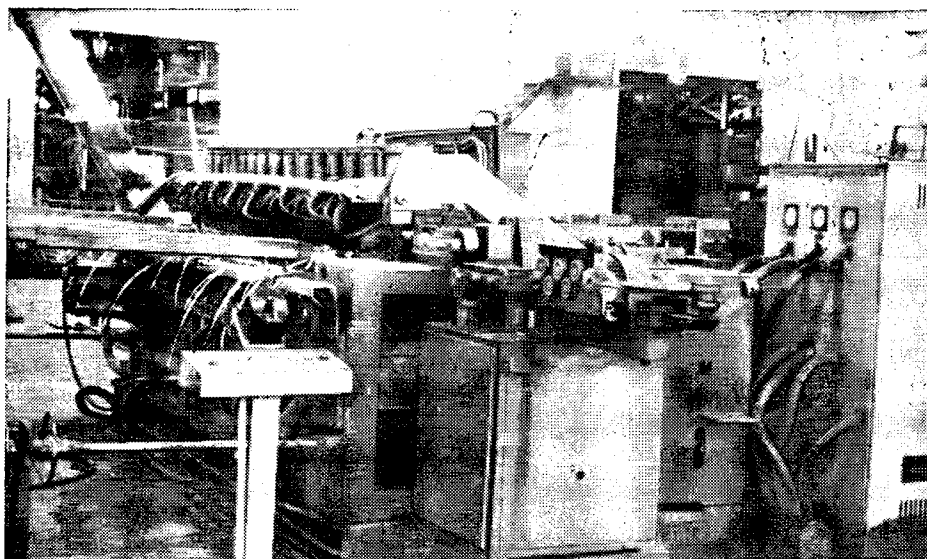


Рис. 5. Установка поперечной подачи арматурной стали в электродную зону сварочной машины

Для сварки широких сеток с экономичным армированием на модернизированных АТМС 14×75-7 установлены специальные приставки конструкции Гипростроммаша и ДСК в комплекте с подвижными упорами, которыми можно поочередно раскладывать укороченные поперечные стержни к противоположным сторонам сетки в шахматном порядке. Это позволило рационально распределить рабочую арматуру в панелях перекрытий по эпюре изгибающих моментов и получить экономию металла до 15%. Кроме того, периодическое отключение пневмоцилиндров и трансформаторов крайних электродов сварочной машины при отсутствии сварочных крестовых соединений арматуры в местах смещения стержней позволило сэкономить до 15% электроэнергии [1].

Наиболее эффективным способом производства двух- и трехветвевых каркасов является их заготовка из сеток в процессе сварки на широкосеточных машинах путем разрезки полотна на отдельные плоские элементы [2]. Многообразие каркасов различных типоразмеров создает определенные трудности, вызванные частыми и трудоемкими переналадками и непригодностью АТМС 14×75-7 изменять шаг продвижения сетки в процессе сварки. На Гатчинском сельском ДСК была проведена унификация сеток и каркасов (расстояние между продольными и поперечными стержнями и их диаметрами), в результате чего номенклатура каркасов уменьшилась. Было внедрено также механизированное устройство переменного шага, установленное на стойках сварочной машины, состоя-

щее из двух сменных вилочных упоров, приводимых в действие пневмоцилиндрами.

Упоры по команде то поднимаются, обеспечивая продвижение сетки на больший шаг (расстояние между ветвями каркаса), то опускаются на направляющие сварочные машины и ограничивают продвижение регулировочных гаек, обеспечивая продвижение сетки на меньший шаг, равный 40 мм, посередине которого ножницы перерезают сетку, и каркас падает в контейнер-накопитель [3].

Устройство позволяет задавать любой поперечный шаг, благодаря чему отпала необходимость остановки АТМС 14×75-7 для ручной переналадки при переходе на другой типоразмер каркаса, в результате повысилась производительность сварочной машины.

Для более точного и плавного перемещения сетки, а также улучшения ее качества, благодаря исключению деформаций поперечных стержней в ячейках сетки, возникающих при резком захвате их крючковыми тягами, последние заменены цапговыми шариковыми зажимами, установленными на каретке сварочной машины, продвигающими сетку за продольную арматуру.

Таким образом, внедрение указанных новшеств позволило ДСК в короткий срок освоить передовую безотходную технологию производства каркасов на автоматизированных линиях. Многолетний опыт подтвердил эффективность этого способа.

В настоящее время в арматурном цехе комбината в содружестве с Ленинградским заводом «Электрик» внедрена новая автоматическая линия на базе многоэлектродной машины МТМ-

166 с электропневматическим приводом для сварки сеток шириной до 2650 мм, а также внедрен роботизированный комплекс для производства штампованных закладных деталей крупнопанельного домостроения из стальной полосы размером 75×4 мм.

В состав комплекса входят разработанный Гипростроммашем полосоподаватель с рольгангом, два одноруких робота-манипулятора АМ-3 и два криошипных прессы усилием 100 т каждый. В процессе работы комплекса полосоподаватель с помощью клещевого захвата направляет полосу в комбинированный штамп 1-го прессы, где отрезается заготовка и из нее вырубается закладная деталь НШ-2 (12) с одновременным выдавливанием на анкерах детали пуклевки. Затем первый робот извлекает деталь из штампа, переносит и укладывает ее в штамп 2-го прессы, где анкера отгибают на заданный угол. Второй робот вынимает готовую закладную деталь из штампа и бросает ее в контейнер. Производительность комплекса — 2200 деталей в смену. Обслуживает комплекс один рабочий. Экономический эффект от его внедрения составляет 130...150 р. в расчете на 1000 м² жилой площади.

При комплексной механизации и автоматизации арматурно-сварочных работ на Гатчинском сельском ДСК годовой экономический эффект составил 246 тыс. р. Работниками арматурного цеха внедрено более 40 рационализаторских предложений, защищено авторскими свидетельствами 2 изобретения.

За последние годы выпуск арматурных изделий на комбинате возрос в 1,5 раза без увеличения численности рабочих. В настоящее время в арматурном цехе работает 70 рабочих, что вдвое меньше численности аналогичных по мощности цехов других предприятий стройиндустрии.

За справками обращаться по адресу: 188350, Ленинградская обл., Гатчина, промзона I, Гатчинский сельский ДСК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горский В. В., Горшков В. Б. Опыт производства арматурных сеток с экономичным армированием в Минстрое СССР // Бетон и железобетон. — 1985. — № 7. — С. 40—41.
2. Петросян А. А., Ким Э. Р. Совершенствование организации производства арматурных сеток и каркасов // Бетон и железобетон. — 1985. — № 8. — С. 20—21.
3. Горский В. В., Горгачев В. Г. Совершенствование производства плоских арматурных каркасов // Бетон и железобетон. — 1983. — № 12. — С. 8—11.

К. А. ОЛЕХНОВИЧ, д-р техн. наук, А. Н. ШАХОВ, инж.
(Полтавский инженерно-строительный ин-т)

О формировании арболитовых изделий

Результаты исследований физико-механических и конструктивных характеристик арболита, а также особенности технологии изготовления эффективных арболитовых изделий отражены в публикациях [1...3] и в Инструкции [4].

Слабым звеном в технологии арболитовых изделий является процесс уплотнения арболитовой смеси, обусловленный упругостью и небольшой плотностью частиц органических заполнителей. Прессование, трамбование, послойное формование, вибрационное уплотнение и другие способы формования изделий из арболитовой смеси имеют различные технологические недостатки или предполагают громоздкое и сложное оборудование, т. е. в полной мере не удовлетворяют современным требованиям массового производства. Это сдерживает выполнение плановых заданий на текущую пятилетку по выпуску арболита.

Ударно-встряхивающие установки для уплотнения легкобетонных и легкопенбетонных смесей, разработанные Полтавским инженерно-строительным институтом, несложны в изготовлении, имеют стабильный дина-

мический режим работы, не создают сверхнормативного шума и экономичны по материалоемкости и энергопотреблению [5]. Для выяснения технологических возможностей их использования при уплотнении арболитовой смеси, например с распространенным древесно-стружечным наполнителем, была создана лабораторная установка грузоподъемностью до 100 кг с переменными параметрами (рис. 1). Установка состоит из подвижной рамы, плоскопараллельное движение которой по вертикали обеспечивается ее подвеской на двух парах рессор, концами закрепленных на опорной раме. В состоянии покоя подвижная рама опирается на четыре одинаковые упругие прокладки из резиновых материалов, которые размещены на подвижных опорах, завинчиваемых в опорную раму. Снизу подвижной рамы закреплены два ролика, контактирующие с двумя кулачками. Кулачковый вал с помощью подшипников опирается на опорную раму и приводится во вращение по часовой стрелке с помощью шкива электродвигателя.

При каждом обороте кулачкового вала подвижная рама вместе с формой,

заполненной арболитовой смесью, поднимается и затем падает на упругие прокладки, получая вначале основной ударный импульс и затем совершает 3...4 свободных затухающих колебаний. Такой режим движения назван ударно-встряхивающим. Размеры и профиль кулачков в лабораторной и промышленной установках приняты одинаковыми, что обеспечивает идентичность динамического воздействия. Заданную высоту подъема и последующего падения подвижной рамы на высоту 3...10 мм можно получить путем вывинчивания подвижных опор с учетом толщины упругих прокладок. Изменяя жесткость на сжатие упругих прокладок за счет их толщины, площади и модуля упругости материала, удается обеспечить различный характер движения подвижной рамы при одинаковой высоте подъема.

В результате предварительных опытов угловая скорость кулачкового вала принята 24 рад/с. При меньшем ее значении снижается число основных ударных импульсов в единицу времени. При большей угловой скорости возможно соударение опорных роликов с кулачками до того, как подвиж-

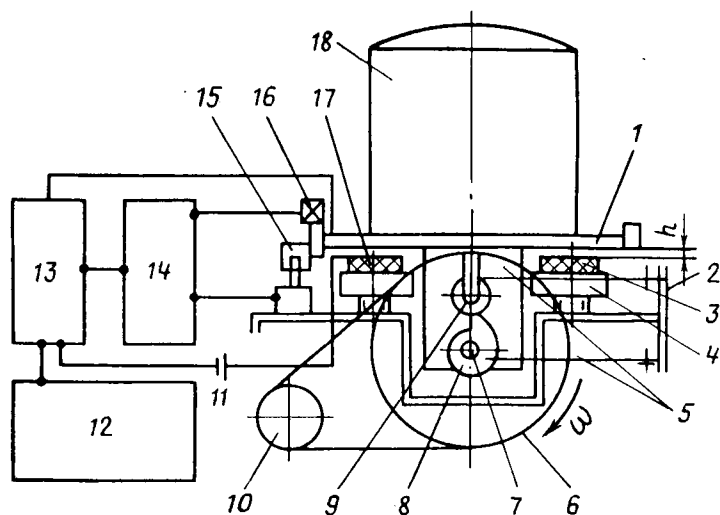


Рис. 1. Схема лабораторной ударно-встряхивающей установки

1 — подвижная рама; 2 — опорная рама; 3 — упругие прокладки; 4 — подвижные опоры; 5 — рессоры; 6 — шкив кулачкового вала; 7 — кулачковый вал; 8 — кулачки; 9 — опорные ролики; 10 — шкив электродвигателя; 11 — батарея 1,5 В; 12 — светолучевой осциллограф Н 117/1; 13 — избиратель предела; 14 — виброизмерительная аппаратура ВИБ-5МА; 15 — датчик перемещения; 16 — датчик ускорения движения; 17 — контакт датчика продолжительности удара; 18 — форма образца

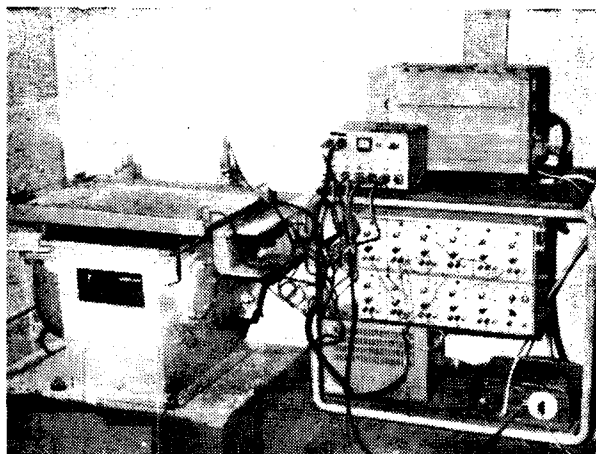


Рис. 2. Общий вид лабораторной установки и измерительной аппаратуры

ная рама после свободных колебаний придет в состояние покоя, что будет вызывать излишний шум и износ кулачкового привода. Ускорение движения подвижной рамы, ее вертикальные перемещения и продолжительность контактов с упругими прокладками фиксировали самопишущим осциллографом. На рис. 2 показан общий вид лабораторной установки и измерительной аппаратуры.

Материал упругих прокладок выбирали исходя из целесообразности его применения в промышленной установке. Испытывали упругие прокладки из резины и транспортной ленты толщиной 8...15 мм. На рис. 3 приведена осциллограмма движения подвижной рамы под нагрузкой при высоте подъема 8 мм на упругой прокладке из транспортной ленты толщиной 10 мм. Каждый полный период движения складывается из пяти характерных долевых участков. Участок t_1 соответствует подъему подвижной рамы кулачками, поэтому отсутствует ее контакт с упругими прокладками. Участок t_2 отвечает свободному падению подвижной рамы до начала ее контакта с упругими прокладками. Участок t_3 отражает продолжительность основного ударного импульса (0,008 с) при пиковом ускорении движения, равном 112 м/с^2 , что вполне достаточно для уплотнения ар-

| Расход материалов на 1 м ³ арболита, кг | | | | | Класс арболита | Плотность, кг/м ³ |
|--|-------------------|--------------------|------|-------|----------------|------------------------------|
| цемента | древесной стружки | хлористого кальция | воды | | | |
| 340 | 287 | 11,4 | 248 | B1,5 | 650 | |
| 310 | 262 | 11,4 | 232 | B1,5 | 600 | |
| 280 | 214 | 11,4 | 160 | B0,75 | 500 | |

болитовой смеси на древесно-стружечном заполнителе. Участок t_4 соответствует свободным колебаниям подвижной рамы с отрывом. Продолжительность второго контакта с упругими прокладками составила 0,014 с. На участке t_5 подвижная рама колеблется на упругих прокладках без отрыва до момента подхвата ее кулачками. Затем следует участок t_1 и т. д.

Одновременно на рис. 3 показаны периоды свободных колебаний подвижной рамы. Отношение угловой скорости свободных колебаний подвижной рамы без отрыва от упругих прокладок к угловой скорости кулачкового вала составляет, $\omega_0/\omega = 10,25$, что по-видимому целесообразно для промышленных установок.

Можно предположить, что чередование ударных импульсов подвижной рамы с ее свободными колебаниями благоприятно сказывается на уплотнении арболитовой смеси. Основной ударный импульс вызывает тиксотроп-

ное разжижение цементного теста и сжимающее напряжение в слоях смеси, способствующее сближению заполнителя. Последующие свободные отрывные и безотрывные колебания поддерживают тиксотропное состояние и способствуют выделению заземленного воздуха.

Не приводя результатов выполненных динамических исследований отметим, что прокладки большей жесткости при прочих равных условиях несколько увеличивают пиковое ускорение движения, но при этом даже на лабораторной установке вызывают сильный шум и повышенную передачу динамических импульсов на фундамент. А прокладки меньшей жесткости, например из мягкой резины толщиной 15 мм, при тех же условиях, создают недостаточное пиковое ускорение движения, равное 39 м/с^2 . В связи с этим для промышленных установок в качестве упругих прокладок целесообразно использовать транспортную ленту толщиной 10...12 мм.

При технологических испытаниях арболитовую смесь уплотняли в образцах-кубах с ребром 15 см, формируемых с двухсторонним поверхностным слоем из раствора или с облицовочной плиткой «лицом вниз». Образцы хранили 28 сут в нормальных условиях, после чего испытывали на одноосное сжатие. В качестве заполнителя использовали отходы деревообработки смешанных пород древесины в виде станочной стружки без рассеивания ее на фракции. Влажность стружки составляла 19%. Составы арболитовой смеси соответствовали классам B1,5 B1,0 и B0,75 и подбирались в соответствии с Рекомендациями [4].

В таблице приведены принятые составы смесей и характеристики арболита, уплотняемого с динамическим режимом. Как видно из таблицы, ударно-встряивающий режим уплотнения позволяет получать заданные характеристики арболита.

Анализ экспериментов, выполненных с переменными параметрами динамического режима уплотнения, проводили статистическим методом. Выяснено, что на прочность арболита влияет пиковое ускорение основного ударного импульса, которое должно составлять $90...120 \text{ м/с}^2$.

Вторым по значению фактором, влияющим на прочность арболита, является расход цемента. Продолжительность уплотнения в $40...70$ с почти не влияет на прочность арболита и по-видимому такой должна приниматься в производственных условиях.

На Гадячском заводе экспериментального домостроения Полтавского

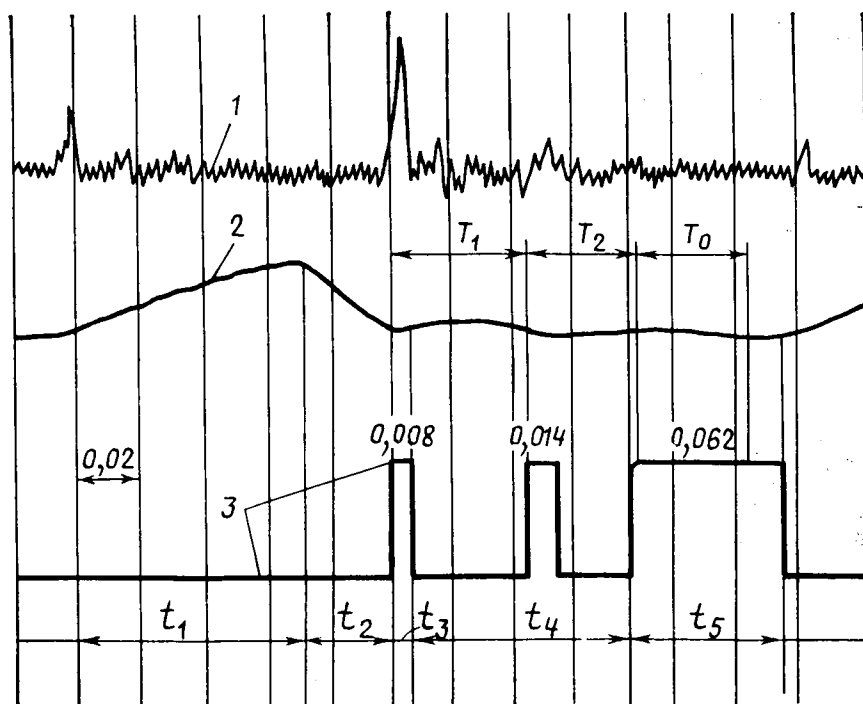


Рис. 3. Осциллограмма движения подвижной рамы на упругих прокладках из транспортной ленты

1 — линия ускорения колебаний; 2 — линия перемещения подвижной рамы по вертикали; 3 — линия периодичности контактов с упругими прокладками; T_1 — период первого свободного колебания с отрывом от упругих прокладок, $\omega_1 = 143 \text{ 1/с}$; T_2 — период второго свободного колебания с отрывом, $\omega_2 = 174 \text{ 1/с}$; T_0 — период свободных колебаний без отрыва от других прокладок, $\omega_0 = 246 \text{ 1/с}$

облагростроя проводили пробные формования арболитовых изделий на основе костры конопля, запасы которой и ежегодные поступления вполне достаточны для промышленного использования.

Одна из действующих ударно-встряхивающих установок прежней модификации УВУ-8 грузоподъемностью до 10 т*, используемая для качественного формования наружных стеновых панелей из пенокерамзитобетона домов серии 126, была выведена на режим работы, рекомендованный для уплотнения арболитовой смеси. Высота подъема подвижной рамы была увеличена до 8 мм при прежней частоте встряхиваний. Формовали наружные стеновые панели типа НР2.15.4 толщиной 400 мм. В последнюю включены нижний защитный слой из цементно-песчаного раствора и верхний защитный слой из керамзитовой пыли и цемента толщиной по 20 мм. Состав арболитовой смеси, кг на 1 м³: цемента марки 400—330, костры конопля — 78, воды — 300 и химической добавки — 67. Формы свободно устанавливали на подвижную раму ударно-встряхивающей ус-

тановки и ограничивали от сползания. Время чистого уплотнения 100...120 с. а полная продолжительность цикла формования около 10 мин. Одновременно формовали контрольные кубы с ребром 150 мм. Арболитовая смесь в процессе уплотнения быстро оседала до заданного геометрического объема, причем осадка в форме панели происходила быстрее, чем в формах контрольных кубиков. Изделия имеют хороший товарный вид. В результате был получен конструкционный арболит класса В2.

На основании технологических режимов, установленных в лабораторных условиях и проверенных пробным формованием на технологической линии легких бетонов, а также с учетом опыта многолетней эксплуатации ударно-встряхивающих установок УВУ-8 была спроектирована усовершенствованная установка УВУ-12А1 грузоподъемностью 12 т с размером подвижной рамы 2,3×6,4 м. Масса установки 4,9 т. Мощность приводного двигателя 11 кВт. Верхняя рама установки крепится с помощью четырехзвенной подвески к вертикальной стенке приямка фундамента. Причем горизонтальная плоскость, проходящая через зону контактов кулачков с толкателями, расположена между ветвями рессорного

четырёхзвенника. Два кулачковых механизма с качающимися толкателями соединены валом-вставкой и получают вращение через понижающий редуктор. Весь привод установки расположен под подвижной рамой и не требует специального ограждения.

Вывод

Простые по конструкции и надежные в эксплуатации ударно-встряхивающие установки с рекомендованными динамическими параметрами по-видимому можно использовать для качественного и производительного формования арболитовых изделий. Окончательный вывод будет сделан после определенного срока их эксплуатации в различных производственных условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бужевич Г. Д. Арболит. — М.: Стройиздат, 1968. — 236 с.
2. Справочник по производству и применению арболита / П. П. Крутов, И. Х. Наназашвили, Н. И. Склизков, В. И. Савин; Под ред. И. Х. Наназашвили. — М.: Стройиздат, 1987. — 208 с.
3. Хорошун Л. П., Щербakov А. С. Прочность и деформативность арболита. — Киев: Наукова думка, 1979. — 186 с.
4. Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита. СН-549-82. — М.: Стройиздат, 1983. — 44 с.
5. Олехнович К. А. Ударно-встряхивающие установки для формования легкобетонных изделий // Бетон и железобетон. — 1980. — № 9. — С. 21—22.

* А. с. № 1492996. МКИ³ В 28 В 1/08. Устройство для уплотнения бетонной смеси / К. А. Олехнович, А. Н. Шахов (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1985.

На ВДНХ СССР

Штамповарные закладные детали

На тематической выставке ВДНХ СССР «Ресурсосбережение-88» НИПТИ Мосмаш представляет новую технологию и оборудование для производства тавровых соединений стержня с пластиной в выштампованное отверстие с предварительной вытяжкой при изготовлении облегченных штамповарных закладных деталей. Внедрение новой технологии позволило снизить толщину пластины, сократить трудозатраты путем исключения из технологического процесса операций сверления и зенкования.

В закладных деталях марок ДШС-1 и 2 толщина пластины уменьшена с 8 до 6 мм, а марки ШС-70а с 12 до 8 мм.

Внедрение штамповарных закладных деталей новой конструкции позволяет

экономить 300 т стали. Годовой экономический эффект составляет 46 тыс. р.

Новая технология изготовления штамповарных закладных деталей внедрена на комбинате стройматериалов № 24 и Опытном механическом заводе Главмоспромстройматериалов.

Фасадные плиты

На ВДНХ СССР на тематической выставке «Ресурсосбережение-88» НИИСМИ Минстройматериалов УССР демонстрирует технологию изготовления фасадных плит из легкого бетона с терразитовой фактурой. Плиты предназначены для облицовки стен жилых и общественных зданий и сооружений в макроклиматическом районе с умеренным климатом.

Изготавливают их вибропрессованием жестких бетонных смесей в формах с

немедленной распалубкой изделий на поддонах и смывом лицевой поверхности распыленной сжатом воздухом водой. Плиты размером 300×300×25 мм — двухслойные неармированные с двумя петлями-анкерами на лицевой стороне. Толщина лицевого слоя из декоративного бетона 10 мм. Для изготовления плит применяют портландцемент, белый портландцемент, гранулированный шлак (от производства силикомарганца), золу-унос ТЭС, декоративный песок из отходов горных пород, пигменты. Прочность плит при изгибе составляет 3 МПа, морозостойкость 50 циклов, водопоглощение 12% по массе.

Годовой экономический эффект от применения 20 000 м² плит составит 208 тыс. р.

Проект технологической линии разработан ПКТБ треста Промстройматериалов Киевского горисполкома. Изготовителем является Киевский завод шлакобетонных блоков треста Промстройматериалов.

Невзрывные разрушающие композиции на основе негашеной извести

Потребность в разработке невзрывных разрушающих композиций (НРК) на основе негашеной извести вызвана постоянно возрастающим объемом работ по разборке элементов из кирпичной кладки, бетона или железобетона при реконструкции и техническом перевооружении предприятий, для качественной добычи блоков природного камня, разрушения негабаритов и валунов, а также там, где требования техники безопасности категорически запрещают применение традиционных взрывчатых веществ.

По сравнению со взрывным способом при использовании НРК не требуется отключения коммуникаций в зоне разрушения, отсутствуют звуковые и сейсмические воздействия на объект и окружающую среду, нет необходимости в дополнительных затратах средств и времени на удаление большого объема разрушенного материала на значительной территории, повышается качество разделяемых блоков ценных горных пород, резко сокращается количество отходов.

Чаще всего НРК представляют собой порошкообразные, реже — более плотные материалы, которые при взаимодействии с водой затвердевают с увеличением объема. В заполненных гидратирующейся смесью предварительно выбуренных в разрушаемых объектах отверстиях (шпурах) это способствует появлению значительных давлений, приводящих к образованию и развитию трещин в результате действия напряжений сжатия и растяжения между шпурами.

В последнее 20-летие японскими и некоторыми другими фирмами развитых капиталистических стран, в СССР и ряде социалистических стран (ГДР, ЧССР) разработано и применяется около 50 невзрывных разрушающих композиций.

Основой НРК служит негашеная известь, получаемая обжигом известняка или доломита (в том числе с различными добавками) при 800...1800°C. В качестве прочностных компонентов, повышающих давление расширения извести при увеличении ее объема до двух раз, используются алюмоферритные, силикатные и сульфатные соединения. Для улучшения эксплуатационных свойств в

состав НРК часто включают добавки — замедлители схватывания и твердения, ускорители гидратации извести, загустители, пластификаторы и др. Негорючие и невзрывоопасные НРК дают при соединении с водой высокощелочную реакцию.

Используют два основных способа получения НРК. По наиболее распространенному из них перемешивают предварительно дробленую и измельченную до определенной тонкости в шаровых мельницах или дезинтеграторах негашеную известь с различными добавками для придания готовому продукту оптимальных свойств. Этот способ является наиболее экономичным, поскольку позволяет получать НРК с заданными свойствами на стандартном оборудовании, с применением местных известьесодержащих материалов в непосредственной близости от объектов, подлежащих разрушению.

Другой способ включает обжиг известняка или доломита с пассивирующими оксид кальция добавками на основе алюминатных, сульфатных, оксидных и других соединений, измельчение полученного продукта и перемешивание его с добавками, регулирующими свойства НРК. Этот способ значительно дороже предыдущего, а готовая композиция не обладает стабильными характеристиками из-за сложности регулирования обжига и изменения параметров исходного известьесодержащего материала.

Невзрывные композиции являются высокогигроскопичными, и следовательно, их разрушающие свойства могут резко снижаться из-за реакции гидратации извести с влагой воздуха. Поэтому сразу после изготовления их необходимо упаковать во влагонепроницаемые пакеты по 5...10 кг в каждый. Хранить НРК следует не более определенного времени, указанного изготовителем.

Перед разрушением объекта с помощью НРК составляется план-проект, в котором предусматриваются: определение рабочих характеристик НРК; план (схема) объекта с указанием расположения и числа шпуров (скважин), бурение шпуров в разрушаемом объекте; расчет необходимого количества НРК;

приготовление смеси НРК с водой и заполнение ею шпуров; меры безопасности при выполнении работ; дополнительные работы по разрушению (при необходимости); удаление частей разрушившегося объекта; сметная стоимость работ.

При составлении плана-проекта разрушения необходимо учитывать: степень крупности объекта, форму и необходимую точность разрушения; наличие трещиноватости, слоистости и т. п.; нарушения структуры; наличие и степень армирования; климатические условия в период разрушения объекта; методы вторичного разрушения. Перед составлением плана-проекта рекомендуется произвести опытные (пробные) работы для выбора оптимального диаметра и расположения шпуров, а также наиболее эффективного использования имеющихся поверхностей.

Шпуры бурят перфораторами, электросверлами или бурильными машинами. Диаметр, глубину, а также расстояние между ними определяют в зависимости от физико-технических характеристик разрушаемого (разрабатываемого) объекта. При отсутствии этих характеристик расстояние между шпурами, их диаметр и глубину определяют пробным разрушением объекта. На практике изготавливают шпуры диаметром 30...150 мм и глубиной 0,3...1,0 высоты объекта разрушения. Расстояние между шпурами 3...15 диаметров отверстия.

Рабочую смесь готовят в смеси-теле, куда предварительно заливают необходимое количество воды. Затем постепенно добавляют порошок, тщательно перемешивая смесь до получения массы текучей консистенции. При использовании таблетированных, гранулированных или капсулированных композиций их плотно закладывают в шпуры и заливают отмеренным количеством воды. В некоторых случаях в емкости смешивают негашеную известь с водой, содержащей различные добавки.

Смеси засыпают в чистые, сухие шпуры до их устья в течение времени, строго регламентированного для данной композиции. При работе с НРК следует применять защитные очки и резиновые перчатки.

После заполнения шпура затворенная водой смесь затвердевает с одновременным расширением и образованием в разрушаемом объекте 2...4 развивающихся трещин. Разрушенный материал удаляют затем бетоноломом, пневмодробилкой, экскаватором и т. д.

Наибольшее число невзрывных разрушающих композиций предложено в Японии. В настоящее время там выпускают 3000...5000 т НРК в год [1]. С 1979 г. японские компании производят НРК для температур от -5 до 35°C с расширяющим усилием до 30 МПа за 1...24 ч. Диаметр применяемых шпуров до 150 мм, расстояние между ними до 2 м.

В СССР наиболее известна продукция японских компаний Онода Симент Ко., Лтд (фирменное название «Бристар»), Сумитомо Симент Ко., Лтд («С-Майт») и Ниппон Симент Ко., Лтд («Хемибрейкер»).

Интересна разработка расширяющего цемента фирмой «Минерал Кеми АГ» (Швейцария) [2]. Разрушение объектов при натурных испытаниях начиналось спустя несколько часов, давление на стенки шпуров достигало 30...60 МПа. При использовании раствора «Экспресс-тип» первые трещины появились через 5...30 мин. Оптимальный диаметр шпура около 65 мм. Расход расширяющего цемента для разрушения 1 м^3 материала зависел от прочности и степени армирования и составлял в среднем 1...20 кг.

Следует отметить, что японские разрушающие композиции весьма дорогостоящи, поэтому была поставлена задача разработать более дешевые отечественные НРК, по основным параметрам не уступающие зарубежным аналогам.

С этой целью во ВНИИСтроме разработано и широко применяется невзрывчатое разрушающее средство НРС-1 [3, 4]. Оно представляет собой порошкообразный материал светло-серого цвета, получаемый при обжиге извести с добавками и последующем измельчении клинкера в мельнице с добавками. Плотность НРС-1 составляет 3100 кг/м^3 , температура применения $0...30^{\circ}\text{C}$, расход — $1,8...3\text{ кг/м}^3$ шпура. Водотвердое отношение смеси 0,3, глубина шпуров 0,7...1,0 высоты объекта, диаметр шпуров 25...40 мм, расстояние между шпурами 6...15 диаметров шпура, время разрушения объекта — 6...24 ч при давлении расширения до 50 МПа. Средство планируется выпускать в количестве 3000 т в год. Фактический экономический эффект равен не менее 2 тыс. р. на 1 т НРС-1.

В НИИЦементе совместно с МХТИ [5] разработаны разрушающие составы

на основе обжига известняка в горне с силикатной или алюминатной добавкой и последующим помолом полученного клинкера. Для уменьшения водопотребности применена пластифицирующая добавка, вводимая при помолке. Водотвердое отношение затворенной смеси 0,5. Разрушение бетона класса В40 опытной партией разрушающего материала наступило через 3 сут при достижении давления расширения 38 МПа.

В Киевском политехническом институте, МХТИ, НИИЦементе разработан и применяется безвзрывной разрушающий материал «Бризант» [6]. Его получают путем обжига высококачественного известняка и гипсосодержащего (фосфогипс) компонента. Наличие в составе при обжиге фосфогипса способствует собирательной рекристаллизации СаО, снижает температуру плавления и вязкость сульфатного расплава, а также служит пассивирующим СаО компонентом.

Полученный клинкер размалывают в шаровой мельнице до грубого помола для сохранения пассивирующего слоя на кристаллах СаО. Водотвердое отношение смеси составляет 0,25...0,30. Диаметр шпуров, их глубина и расстояние между ними составляют соответственно 30...80 мм, 0,3...0,8 высоты объекта и 5...10 диаметров шпура. Максимальный рост давления расширения (до 40 МПа) наблюдается от 6 до 24 ч.

На основании теоретических исследований механизма расширения цементов в последние годы в НИИЖБе разработаны новые экономичные расширяющиеся составы на основе портландцемента, содержащие оксиды кальция и магния. В основе расширения таких композиций — локализованный на поверхности исходной фазы характер выделения продуктов реакции гидратации СаО в затвердевающей структуре цементного камня. При изменении концентрации добавок от 1 до 15% получается легко регулируемое расширение до 15%, а в условиях стеснения деформаций давление расширения возрастает до 10 МПа.

Для увеличения расширения системы и повышения давления расширения и создания невзрывных разрушающих композиций, а также приведения скорости гидратации (гашения) СаО в соответствии с кинетикой структурообразования цементной пасты использовали пластифицирующие и замедляющие добавки — сахар+СДБ или суперпластификатор С-3. Перемешивание добавок с тонкоизмельченной известью и портландцементом осуществляли в шаровой мельнице. Полученные таким образом композиции при затворении водой до В/Т 0,3...0,35 разрушали кирпичную кладку,

бетон и некоторые горные породы за 6...24 ч при расширяющем усилии до 35 МПа.

Во Львовском политехническом институте разработаны и применяются разрушающие составы [7] на основе промышленной негашеной извести любого сорта фракций от 75 мкм до 3 мм. Гашение извести замедляют борная кислота и карбонат натрия, а в качестве пластифицирующей добавки используют СДБ (УПБ) или сахарозу.

Особенностью приготовления композиций являются предварительное растворение в воде добавок и дальнейшее смешивание водного раствора с негашеной известью¹ до получения пластичной заливочной массы. Для добычи горных пород с помощью указанных составов выбуривали шпуры диаметром 35...40 мм при расстоянии между ними 6...9 диаметров шпуров. При этом давление расширения достигало 40...45 МПа. Экономическая эффективность составила 3,5...5 р. на 1 м^3 породы по сравнению со взрывчатыми веществами.

Таким образом, составы, технология получения, характеристики и особенности применения невзрывных разрушающих композиций на основе негашеной извести позволяют широко использовать НРК в народном хозяйстве. В настоящее время уровень отечественных разработок приближается к лучшим зарубежным аналогам, а потребительская стоимость композиций значительно ниже.

Учитывая все возрастающую потребность в невзрывных разрушающих композициях, необходимо в ближайшее время освоить промышленный выпуск лучших отечественных НРК.

¹ А. с. 1217813 СССР, МКИ С 04 В 7/00. Разрушающий материал / Л. Г. Шпынова, Я. Б. Якименко, М. А. Санцкий (СССР) // Открытия. Изобретения. — 1986. — № 10. — С. 115.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Iamasaki Iukinori. Demolition agent // Сэко то сэкай, Yipsand Lime. — 1987. — No 208. — P. 175. — 183.
2. Dubskí M., Tschopp E. Expansionsmortel, eine alternative zum herkömmlichen sprengstoff // Schweizer Ingenieur und Architekt.
3. Барский А. А. Новое в технологии добычи облицовочного камня // Строительные материалы. — 1987. — № 8. — С. 6—7.
4. Николаев М. М. Рациональные методы применения невзрывчатых разрушающих средств // Строительные материалы. — 1987. — № 10. — С. 23—24.
5. Невзрывчатое разрушающее вещество // Т. В. Кузнецова, Д. А. Розман, Т. В. Мингазутдинова и др. — М., 1985. — С. 118—121. — (Тр. ВНИИЦП; № 83).
6. Безвзрывной разрушающий материал на основе пассивированного оксида кальция / Н. А. Пашенко, Т. В. Кузнецова, А. М. Дмитриев и др. — М., 1985. — С. 61—65. — (Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева; № 137).
7. Шпынова Л. Г., Якименко Я. Б. Расширяющее невзрывчатое вещество для добычи и обработки природного облицовочного камня. — М.: ВНИИЭСМ, 1986. — С. 8—10. — (Экспресс-информ., сер. 7, вып. 1).

В. В. ГАЛКИН, инж. (Союзвзрывпром); В. В. МИХАЙЛОВ, д-р техн. наук, Л. И. БУДАГЯНЦ, канд. техн. наук, М. И. БЕЙЛИНА, А. П. ЧУШКИН, инженеры (НИИЖБ); Д. А. РОЗМАН, канд. техн. наук, Т. В. МИНГАЗУТДИНОВА, инж. (НИИЦемент)

Составы для безвзрывного разрушения старого бетона

Реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий требуют проведения значительных объемов работ по разборке конструктивных элементов зданий и сооружений. Применяемый для этих целей традиционный взрывной способ имеет существенные недостатки: необходимость отключения попадающих в зону действия взрыва коммуникаций, остановка основного производства, дополнительные работы по устройству ограждений и укрытий, сейсмическое и звуковое воздействие на окружающую среду, ее загрязнение и т. д.

С помощью предложенного сильно расширяющегося вяжущего можно разрушать фундаменты, горные породы, кирпичную кладку без взрыва, без колебаний земли и загрязнения окружающей среды.

Невзрывчатое разрушающее вещество (НРВ) представляет собой негорючий порошок, Герметически упакованный, он может храниться длительное время. Изготавливают НРВ на основе карбонатных пород и различных добавок, вводимых при обжиге, либо при помоле [1...3].

Предложенное вяжущее развивает усилие расширения в замкнутом объеме 30 МПа. Если для разрушения бетона сжатием необходимо создать напряжение 20...50 МПа, то растягивающие напряжения могут быть значительно меньше — в пределах 2...4 МПа. Так как при использовании разрушающего невзрывчатого вещества материал разрушается от растягивающих напряжений (разрыва), то достигнутой для этой цели величины самонапряжения НРВ вполне достаточно при условии соблюдения технологии заготовки шпуров и параметров заливки в них невзрывчатого вещества.

При разработке технологических параметров НРВ было установлено, что на величину самонапряжения влияет множество факторов при производстве и в процессе применения этого вяжущего. Это температура обжига, вид добавок, тонкость помола, объем воды затворения, диаметр и глубина шпуров, температура окружающего воздуха, объекта, смеси и т. д.

Результаты исследований показали, что оптимальной дисперсностью (по удельной поверхности) НРВ следует считать 1500...2500 см²/г, а оптимальным зерновым составом — 40...60 мкм. Влияние зернового состава на свойства НРВ показано в табл. 1.

Эксперименты по изучению влияния водотвердого отношения в пределах В/Т 0,3...0,5 показали, что период достижения максимального самонапряжения пропорционален водотвердому отношению, т. е. чем меньше В/Т, тем меньше время достижения максимального усилия. Влияние количества воды затворения на величину самонапряжения показано в табл. 2.

Для исследования влияния температуры окружающей среды на усилие расширения НРВ бетонные кубы с ребром 10 см с тремя отверстиями диаметром

12 мм и глубиной 70 мм заливали составом НРВ и хранили при различных температурах (табл. 3).

Самонапряжение замерялось прибором, моделирующим трехосное ограничение деформаций расширяющегося вещества, поскольку замерить свободное расширение и самонапряжение при одноосном и двuosном ограничении не представлялось возможным ввиду быстро протекающих процессов НРВ с водой. Деструктивные процессы преобладают над структурообразующими, камень имеет небольшую прочность и при дальнейшем расширении разрушается.

В приборе энергия расширения НРВ определяется по упругим или упругопластическим деформациям увеличения диаметра стальной трубки вследствие роста давления и действия распора в результате расширения уложенного в трубку НРВ.

Прибор состоит из стальной трубки диаметром 44 мм и толщиной 2,5 и 5,5 мм (соответственно для энергии расширения до 25 и 50 МПа), длиной 200 мм, имеющей трехгранные керновые углубления в четырех точках по середине трубки через 90°, двух стальных заглушек и тяги с резьбовым соединением. Замер деформаций трубки производится на жестком штативе с индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм (рис. 1). При проверке штатива на постоянство отсчета стальной эталон в виде сплошного цилиндра длиной 50 мм, диаметром 16...20 мм с трехгранными кернами должен иметь температуру, одинаковую с испытываемой трубкой.

Перед заполнением трубки составом НРВ производится замер на штативе по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. В дальнейшем в зависимости от предъявленных к составу требований замеры производят не менее трех раз в первый день и не менее двух раз во второй.

Развиваемое составом давление определяется по формуле

$$\sigma = \frac{\Delta}{D_{\text{вн}}} E_T \mu,$$

Таблица 1

| Зерновой состав НРВ | Величина самонапряжения МПа | Характеристика раскрытия трещин, через 1 сут |
|---------------------|-----------------------------|--|
| Исходный | 30,0 | Трещины 2—7 мм |
| >60 мкм | 28,0 | Волосяные |
| 40—60 мкм | 36,0 | Разрушение по направлению шпуров |
| Менее 40 мкм | 8,0 | Трещин нет |

Таблица 2

| В/Т | Самонапряжение, МПа, через | | | | | |
|------|----------------------------|------|------|------|-------|-------|
| | 2 ч | 4 ч | 8 ч | 10 ч | 1 сут | 3 сут |
| 0,3 | 39 | 14,4 | 30,6 | 38,0 | — | — |
| 0,43 | 1,4 | 2,0 | 11,0 | 14,0 | 35,0 | — |
| 0,5 | 0,5 | 1,7 | 4,2 | 6,0 | 9,8 | 37,0 |

Таблица 3

| Температура испытаний, °С | Результаты обследований через | | |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | 4 ч | 1 сут | 2 сут |
| 0 | Трещин нет | Трещин нет | Трещин нет |
| 10 | То же | То же | Волосяные трещины |
| 20 | « | Разрушение по направлению отверстий | — |
| 40 | Трещины 2—3 мм | То же | — |

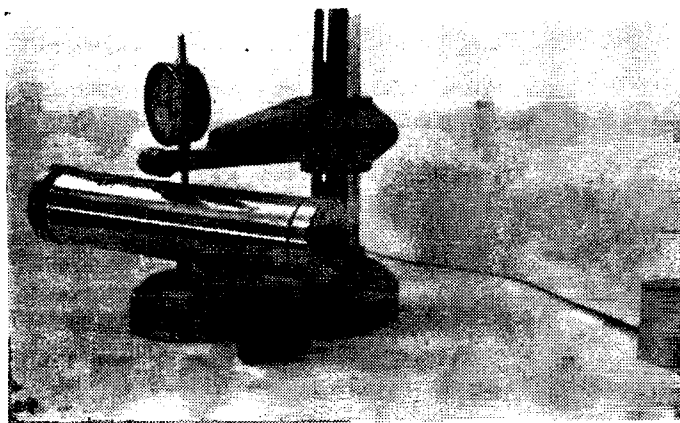


Рис. 1. Замер деформаций для определения усилия расширения НРВ



Рис. 2. Разрушение бетонного фундамента с помощью НРВ

где Δ — средний по двум замерам прирост диаметра трубки, мм; $D_{\text{вн}}$ — внутренний диаметр трубки, мм; E_T — модуль упругости стали трубки, МПа;

$$\mu = \frac{2\delta_T}{D_{\text{вн}}}$$

где δ_T — толщина стенки трубки, мм.

В результате физико-химических исследований процесса гидратации НРВ установлено, что матричным новообразованием, обуславливающим высокую степень расширения, является гидроксид кальция при высокой скорости ее образования, росте размеров и количества кристаллов $\text{Ca}(\text{OH})_2$, кристаллизация кристаллогидрата вокруг зерен и в растворе.

Выпущенные на опытном заводе НИИЦементов партии НРВ были испытаны при разрушении бетонных фундаментов в строящейся котельной, железобетонной плиты на полигоне ЦПЭС

треста «Союзвзрывпром», негабаритных кусков известняковых пород на домодовском карьере московского СУ треста «Союзвзрывпром».

Шпуров бурили ручными перфораторами типа ПР-28, воздух подавали от передвижного компрессора. Смесь НРВ с водой после тщательного перемешивания заливали в шпуров. Время нахождения смеси в емкости при ее приготвлении не должно превышать 10 мин, так как иначе происходит ее затвердевание с потерей текучести. Расстояние между шпурами составляло 400...600 мм, диаметр — 32 мм, глубина зависит от толщины объекта 280...400 мм. Температура шпура 20°C, воды затворения 19°C, В/Т 0,28...0,30.

Состояние разрушенных объектов показано на рис. 2.

Были составлены Рекомендации по опытному применению составов НРВ для разрушения скальных пород, старо-

го бетона и других материалов без взрыва и Технические условия ТУ-21-20-35/08 на вещество, разрушающее невзрывчатое (НРВ), разработанные НИИЦементом совместно с НИИЖБом и МХТИ.

Учитывая простоту изготовления и применения материала, безопасность и эффективность предлагаемого способа, необходимо организовать в системе Минстройматериалов СССР регулярное производство НРВ в объемах, определяемых заявками строительных министерств и ведомств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рожков М. И. Взрывают, но тихо // Изобретатель и рационализатор. — 1984. — № 7. — С. 8—9.
2. Безвзрывной разрушающий материал на основе пассивированного оксида кальция / А. А. Пашенко, Т. В. Кузнецова, А. М. Дмитриев и др. — М., 1985. — С. 61—65. — (Тр. МХТИ им. Менделеева; № 137).
3. Невзрывчатое разрушающее вещество / Т. В. Кузнецова, Д. А. Розман, Т. В. Мингазутдинова и др. — М., 1985. — С. 118—121. — (Тр. ВНИИЦП; № 83).

Новые изобретения

№ 7*

А. с. 1375447 СССР, МКИ³ В 1/08. Виброударное устройство для уплотнения изделий из бетонных смесей / В. Н. Власов, Ж. Г. Мухин, Б. Г. Трегубов (СССР); Ин-т горного дела СО АН СССР.

А. с. 1375448 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. Устройство для формования изделий / Н. И. Орда, Ю. И. Ольховский, А. И. Ковалев и др. (СССР); Юж-ЗНИИЭПсельстрой.

А. с. 1375449 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. Резонансная установка для уплотнения бетонных смесей / В. И. Пильщикова, О. Л. Бибик, Г. К. Волков и др. (СССР); Днепропетровский государственный ин-т.

А. с. 1375450 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. Виброударная площадка / А. Ф. Са-

венко, А. А. Иванов, Г. А. Безьямный (СССР); Днепропетровский государственный ин-т.

А. с. 1375459 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. Форма для изготовления предварительно напряженных изделий из бетонных смесей / В. И. Кудрявцев, П. Г. Афанасьев, О. А. Широков, В. М. Мартынов (СССР); КБ по железобетону.

А. с. 1375460 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. Форма для изготовления железобетонных стеновых панелей с опорной пятой / Н. А. Ушаков, А. П. Черномаз, Ф. Н. Рабинович и др. (СССР); ЦНИИпромзданий, Гипростромаш.

А. с. 1375461 СССР, МКИ³ В 28 В 7/30. Пустотообразователь для образования монтажных отверстий в железобетонных шпаллах / И. А. Ярош, С. В. Томко, Е. А. Климачков (СССР); ВНПО Союзжелезобетон.

А. с. 1375462 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. Пост для чистки и смазки поддонов в линиях для производства железобетонных изделий / С. К. Казарин, А. И. Долгушин, В. П. Пономарев,

В. М. Верешкин (СССР); Гипростромаш.

А. с. 1375468 СССР, МКИ³ В 28 В 21/34. Установка для формования трубчатых изделий из бетонных смесей / А. Т. Радченко, А. А. Чече (СССР); ИСиА Госстроя БССР.

А. с. 1375469 СССР, МКИ³ В 28 В 21/34. Способ формования тел вращения / В. В. Тарасов, Т. М. Пецольд (СССР); Белорусский политехнический ин-т.

А. с. 1375470 СССР, МКИ³ В 28 С 5/16. Смеситель П. П. Супрун (СССР); Егоров, Г. В. Милях, С. А. Фиделев (СССР); ЦНИИЭПсельстрой.

А. с. 1375471 СССР, МКИ³ В 28 С 5/26. Смеситель / П. П. Супрун (СССР); Хабаровский ин-т инженеров железнодорожного транспорта.

А. с. 1375609 СССР, МКИ³ С 04 В 24/24. Бетонная смесь / Л. К. Лукша, А. М. Ананьев, В. П. Мардыкин и др. (СССР); Белорусский политехнический ин-т, Минский НИИСМ, НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного ун-та, завод железобетонных мостовых конструкций.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

УДК 624.078.5:624.153.521.012.45.04

В. В. ЧИЖЕВСКИЙ, канд. техн. наук, А. А. ЭПП, инж.
(Уральский ПромстройНИИпроект)

Расчет стаканного сопряжения колонны с плитным фундаментом

Наиболее распространенным сопряжением колонны с фундаментом, подколонником или фундаментной плитой является стаканное. Расчет таких сопряжений сводится к проверке продавливания и раскалывания [1] в предположении, что раскалыванию сопротивляется сечение, не имеющее изгибных трещин. На основе проведенных в Уральском ПромстройНИИпроекте экспериментов, а также анализа исследований НИИЖБа [2] предложен алгоритм расчета стаканного сопряжения на раскалывание и срез — разрушение сопряжения по бетону замоноличивания.

Колонны сечением 100×100 мм замоноличивали в квадратных плитах размером $a \times a \times h$, имеющих сквозной проем размером $b_{пр} \times b_{пр}$, и нагружали центральной нагрузкой. При этом варьировали размеры образцов в плане и расположение опор (см. таблицу). Раскалывание заключалось в образовании сквозной трещины от совместного действия момента и распорных сил, возникающих с началом микроразрушения бетона в шве при подвижке колонны. Момент появления трещины зависит от наличия распора, как и момент появления распора связан с наличием или отсутствием трещины. Таким образом, нагрузка

раскалывания зависит от последовательности появления распора и трещины, а также от места образования трещины (сверху или снизу).

Предлагаемый алгоритм прослеживает процесс качественных изменений в работе конструкции. Если нагрузка появления распора при отсутствии трещин в плите P_{26} меньше нагрузки трещинообразования при отсутствии распора P_{16} , то последовательно устанавливают нагрузки появления трещины при наличии распора $P_{1с}$ и раскалывания P_{36} или $P_{3с}$. Если $P_{26} \geq P_{16}$, то вычисляют нагрузки появления распора при наличии трещины $P_{2с}$ и раскалывания $P_{3с}$. При этом, учитывая последовательность процессов, за разрушающую принимают максимальную из соответствующих нагрузок P_{26} , $P_{1с}$ и P_3 или P_{16} , $P_{2с}$ и $P_{3с}$.

Нагрузку трещинообразования P_1 как при отсутствии, так и при наличии распора, можно определить согласно СНиПу из уравнений равновесия для расчетного сечения по грани колонны. При этом сжатую зону считают однородной, а в растянутой зоне участок контакта между бетоном замоноличивания и сборными элементами учитывают с напряжением kR_{bt} , причем $k < 1$.

Уравнения имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} R_{bt} b_{пр} k (h-x) + R_{bt} (b-b_{пр}) \times \\ \times (h-x) - R_{bt} \frac{x}{(h-x)} b x = H_p; \\ \{ R_{bt} b_{пр} k + R_{bt} (b-b_{пр}) \} \times \\ \times \frac{(h-x)^2}{2} + R_{bt} \frac{x^3 b}{(h-x) 3} = \\ = M_{crc}, \end{aligned} \right\} (1)$$

где $M_{crc} = M - H_p(x-t)$ или $M_{crc} = H_p(h-x-t)$ при появлении трещины снизу или сверху; $M = f(P_1)$; H_p — нормальная сила, вызываемая распором: $H_p = f(P_1)$; t — расстояние от верха плиты до уровня приложения H_p .

За положительное принимают направление момента M , вызывающего сжатие сверху.

Нагрузку появления распора P_2 находят из условия образования микроразрушений в бетоне замоноличивания для наиболее напряженной части сечения у верхней грани плиты. В этой зоне действуют нормальное $\sigma_0 = M/W_{усл}$ и касательное τ_{zx} напряжения. Определим предельное значение $[\tau_{zx}]$, соответствующее образованию микротрещин по критерию [3], который для данного случая ($\sigma_x = \sigma_y = \sigma_0$; $\sigma_z = 0$; $\tau_{xy} = \tau_{yx} = 0$) можно записать в виде

$$[\tau_{zx}] = \sqrt{\frac{(R_b - R_{bt}) \sigma_0}{2} + \frac{R_b R_{bt}}{4}} \quad (2)$$

Распределение касательных напряжений по поверхности колонны приближенно установим, полагая, что стакан обладает бесконечно большой жесткостью, а колонна деформируется упруго (рис. 1). Тогда $\tau_{zx} = \gamma G_m$; $\gamma = \epsilon_k / \delta$;

$$\epsilon_k = \frac{P(z)}{E_{в.к} A_k}; \quad \frac{d^2 P(z)}{dz^2} = -\rho \tau_{zx},$$

где G_m — модуль сдвига бетона замоноличивания; A_k , ρ — площадь сечения и периметр колонны; $E_{в.к}$ — начальный модуль упругости бетона колонны.

Распределение усилий в колонне в этом случае отвечает уравнению

$$\frac{d^2 P(z)}{dz^2} - \frac{\rho G_m}{\delta E_{в.к} A_k} P(z) = 0. \quad (3)$$

| Марка обр. изд. | Бетон | | | | Нагрузка | | | | | | | | среза P_4 , кН |
|---|-------|-------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|
| | а, см | l, см | плиты R_b , МПа | замоноличивания R_b , МПа | опытная разрушающая $P_{оп}$, кН | расчетная раскалывания по [1] $P_{раск}$, кН | образования трещин P_1 | | появления распора P_2 | | раскалывания P_3 | | |
| | | | | | | | без распора P_{16} , кН | с распором $P_{1с}$, кН | без трещин P_{26} , кН | с трещинами $P_{2с}$, кН | без трещин P_{36} , кН | с трещинами $P_{3с}$, кН | |
| НИИЖБ ($h=20$ см, $b_{пр}=28$ см) | | | | | | | | | | | | | |
| ИР6 | 50 | 40,0 | 28,9 | 10,9 | 240,0 | 204,0 | 152,0 | — | 445,7 | 141,0 | — | 260,0 | 383,0 |
| ИР8 | 70 | 40,0 | 28,9 | 17,9 | 240,0 | 378,0 | 272,0 | — | 414,6 | 69,0 | — | 193,0 | 566,0 |
| ИР10 | 110 | 40,0 | 23,8 | 15,0 | 540,0 | 602,0 | 455,0 | 576,9 | 351,8 | — | — | — | 552,0 |
| ИР11 | 110 | 60,0 | 23,8 | 15,0 | 520,0 | 602,0 | 252,0 | — | 560,2 | 253,0 | — | 1017,0 | 520,0 |
| ИР12 | 110 | 90,0 | 23,8 | 15,0 | 420,0 | 602,0 | 151,5 | — | 657,5 | 290,0 | — | 1219,0 | 497,0 |
| Уральский ПромстройНИИпроект ($h=10$ см, $b_{пр}=11,5$ см) | | | | | | | | | | | | | |
| ПП-1 | 20 | 16,0 | 7,5 | 5,6 | 21,0 | 12,1 | 42,2 | — | 23,0 | — | 14,5 | — | 55,2 |
| ПП-3 | 20 | 14,0 | 7,9 | 7,0 | 27,0 | 12,6 | 16,8 | — | 28,7 | 11,8 | — | 13,6 | 62,9 |
| ИПП-4 | 30 | 16,5 | 6,0 | 6,3 | 28,0 | 22,0 | 65,7 | — | 17,7 | — | 25,2 | — | 62,7 |
| ИВП-1 | 40 | 22,5 | 5,6 | 6,0 | 37,5 | 32,2 | 17,3 | — | 27,5 | 17,9 | — | 36,5 | 52,3 |
| ВП-1 | 50 | 18,0 | 6,0 | 3,8 | 53,8 | 44,6 | 102,9 | — | 15,1 | — | 51,5 | — | 37,8 |

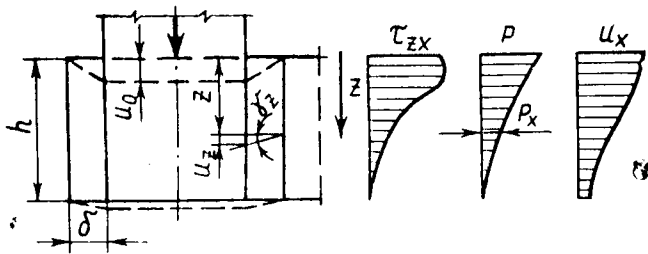


Рис. 1. Распределение напряжений и деформаций в стакане при определении нагрузки возникновения распора

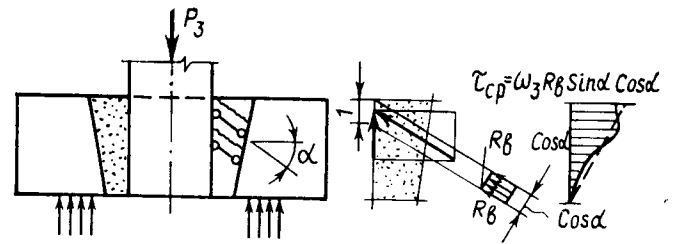


Рис. 2. Распределение деформаций в стакане при установлении нагрузки разрушения от среза бетона замоноличивания

С учетом граничных условий $P_z = P$ при $z=0$ и $P_z=0$ при $z=h$ получим решение этого уравнения, из которого при переходе к касательным напряжениям

$$P_{26} = [\tau_{zx}] \frac{\rho}{s} \frac{1 - e^{2hs}}{1 + e^{2hs}}, \quad (4)$$

$$\text{где } s = \sqrt{\frac{\rho G_K}{\delta E_{B,K} A_K}}.$$

При наличии в сечении изгибающей трещины считаем, что сила P передается на бетон замоноличивания только в пределах сжатой зоны, а распределение касательных напряжений вследствие относительной малости этой зоны примем равномерным. Высоту сжатой зоны ξh_0 можно подсчитать по формуле (161) СНиП 2.03.01—84. Однако, хотя эта формула по существу определяет только положение равнодействующей сжимающих напряжений, она записана для прямоугольной эпюры их распределения. Целесообразно перейти к фактически реализующейся сразу после образования трещины треугольной эпюре напряжений и соответственно увеличить ξh_0 в 1,5 раза. Тогда при достижении касательными напряжениями предельной величины нагрузка возникновения распора

$$P_{2c} = 1,5 \rho \xi_{cr} h_0 [\tau_{zx}]. \quad (5)$$

Разрушение бетона замоноличивания начинается с образования на некотором участке системы микротрещин в направлении главных сжимающих напряжений. Можно представить, что при этом появляются наклонные сжатые связи (рис. 2), угол наклона которых совпадает с направлением главных сжимающих напряжений

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 [\tau_{zx}]}{\sigma_0}. \quad (6)$$

Учитывая, что большая часть нагрузки воспринимается у верха плиты, и принимая равномерное распределение усилий по граням колонны, можно оценить величину распора как горизонтальную составляющую усилий в этих связях

$$H_p = \frac{P}{4 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{P}{4\mu}, \quad (7)$$

а точку его приложения в первом приближении принять в уровне верха фундамента — $t=0$ (за ядром сечения).

При изгибе плиты с растянутой зоной снизу распор препятствует образованию нижних трещин, а при некоторых соотношениях размеров делает их образование невозможным, но может привести к возникновению верхней трещины. В последнем случае точка приложения распора опускается вместе с вершиной трещины, которая быстро становится сквозной. Таким образом, появление верхней трещины сразу приводит к раскалыванию обоймы, при этом P_{26} определяют как нагрузку трещинообразования или нагрузку появления распора. В испытаниях авторов так разрушались образцы ШП-4 и ПП-1, причем в образце ПП-1 разрушение произошло сразу после появления распора.

При наличии в плите нижних трещин от изгиба верхняя нетреснувшая часть конструкции воспринимает сжатие от момента и растягивается усилием распора. Когда с ростом нагрузки растяжение от распора превысит сжатие от момента и сопротивление растяжению нетреснувшей части сечения, произойдет образование сквозной трещины. Принимая в первом приближении плоскости действия сил распора, равнодействующей сжатой зоны и равнодействующей сопротивления сечения совпадающими, определим нагрузку раскалывания из условия

$$\frac{M}{z_s} + 1,5 \xi h_c b R_{bt} = H_p. \quad (8)$$

Таким образом разрушились образцы ИП-3, ИП-1, ПР6 и ПР8, причем в образцах ИП-3 и ПР8 разрушение произошло сразу после образования трещины. В соответствии с условием (8) разрушение от раскалывания возможно только при $H_p > M/z_s$. В противном случае раскалывания не произойдет, разрушится или плита от изгиба, или сопряжение от среза.

Если напряжения сжатия в наклонных связях, образовавшихся в бетоне замоноличивания, превысят его призм-

ную прочность, начнется интенсивное смещение колонны без разрыва обоймы сквозной трещиной. Расчетную нагрузку на срез P_4 предлагается устанавливать из условия (см. рис. 2)

$$P_4 = 2 \omega_3 (a + b) h R_b \operatorname{Sin} \alpha \operatorname{Cos} \alpha, \quad (9)$$

где ω_3 — коэффициент полноты эпюры сдвигающих напряжений по глубине стакана: в первом приближении $\omega_3 = 0,5$.

Разрушение от среза произошло в образце ВП-1, а также, вероятно, в образцах ИП10; ИП11 и ИП12, испытанных в НИИЖБ. Нагрузку среза вычисляют независимо от наличия изгибных трещин. Окончательно разрушающую нагрузку определяют как наименьшую из нагрузок раскалывания и среза.

Алгоритм расчета включает итерационные процессы, однако эти расчеты не представляют существенных трудностей, их можно выполнить, например, с использованием микрокалькулятора МК56.

Расчеты по предложенному алгоритму точнее, чем по существующей методике. Среднеквадратичное отклонение опытных нагрузок от расчетных в опытах НИИЖБ составляет 25 вместо 43%, а для экспериментов Уральского ПромстройНИИпроекта 23 вместо 33% по существующей методике.

Таким образом, при расчете стаканного сопряжения необходимо учитывать как раскалывание, так и разрушение по бетону замоноличивания. При проверке на раскалывание следует учитывать наличие трещин от изгиба плиты и последовательность появления распора и трещины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений промышленных предприятий. — М.: Стройиздат, 1978. — 109 с.
2. Голосов В. Н., Коровин Н. Н. Результаты испытаний и рекомендации по расчету железобетонных ростверков свайных оснований // Пром. стр-во. — 1974. — № 2. — С. 37—39.
3. Лукша Л. К. Прочность бетона при сложных напряженных состояниях / Структура, прочность и деформации бетонов. — Сб. трудов под ред. Десова А. Е. — М.: Стройиздат, 1966. — 251 с.

Надежность изгибаемых элементов прямоугольного сечения

Надежность изгибаемых элементов прямоугольного сечения, рассчитываемых по СНиПу, меняется в зависимости от процента армирования [1]. Наименьшей надежностью обладают перearмированные элементы при больших коэффициентах вариации прочности бетона. Для исключения этого явления предложено контроль прочности бетона при изготовлении производить таким образом, чтобы обеспеченность расчетного R_b , и нормативного R_{bn} сопротивлений была не менее 0,9986 и 0,95 при сохранении зависимости

$$R_{bn} = \gamma_{bc} R_b, \quad (1)$$

где γ_{bc} — коэффициент надежности по бетону при сжатии.

Ранее требовалось выдерживать обеспеченность только нормативного сопротивления. Указанное предложение было реализовано в ГОСТ 18105—86.

По ГОСТ 5781—82 обеспеченность расчетного сопротивления арматуры составляет не менее 0,9986. Когда прочность элемента зависит в основном от прочности одного материала (бетона или арматуры), его надежность близка к 0,9986. Если же прочность элемента зависит от прочности двух материалов, его надежность выше 0,9986. В этом случае, как предложено в работе [2], можно вводить коэффициенты сочетаний свойств материалов $k_c \geq 1$, повышающие несущую способность элементов с избыточной надежностью и делающие элементы с разными процентами армирования примерно равнонадежными. Указанный коэффициент учитывает малую вероятность одновременного неблагоприятного сочетания прочности нескольких материалов и совершенно аналогичен коэффициенту сочетаний нагрузок, учитывающему малую вероятность одновременного неблагоприятного сочетания нескольких нагрузок.

В НИИЖБе определили k_c для изгибаемых элементов прямоугольного сечения, армированных сталью классов А-II и А-III, при всех предусмотренных СНиП 2.03.01—84 классах тяжелого бетона и коэффициентах условий работы γ_{b2} , равных 0,9; 1; 1,1. Расчеты проводили методом статистического модели-

рования на ЭВМ ЕС 1060 по программе «Надежность» [3]. Случайными нормально распределенными величинами при этом были прочность бетона и арматуры. В расчетах определяли относительный момент

$$\tilde{M} = \frac{M}{b h_0^2}. \quad (2)$$

Коэффициент k_c находили по формуле

$$k_c = \frac{\tilde{M}_0}{\tilde{M}_c}, \quad (3)$$

где \tilde{M}_0 — момент, имеющий обеспеченность 0,9986, \tilde{M}_c — момент, определенный при расчетных значениях прочности бетона и арматуры, приведенных в СНиП 2.03.01—84.

Параметры нормального закона распределения призмной прочности бетона назначали следующим образом. По ГОСТ 18105—86 среднее значение прочности бетона в партии \bar{R}_{bp} определяли из условий:

$$\bar{R}_{bp} = \max(\bar{R}_{bn}, \bar{R}_b); \quad (4)$$

$$\bar{R}_{bn} = \frac{R_{bn}}{1 - 1,64 v_b}; \quad (5)$$

$$\bar{R}_b = \frac{R_b}{1 - 3v_b}, \quad (6)$$

где v_b — коэффициент вариации прочности бетона.

Условие (5) оказывается решающим при $v_b < 0,135$, а условие (6) — при $v_b > 0,135$, т. е. при $v_b < 0,135$ обеспеченности $P(R_{bn}) = 0,95$ и $P(R_b) > 0,9986$, а при $v_b > 0,135$ обеспеченности $P(R_{bn}) > 0,95$ и $P(R_b) = 0,9986$. В запас надежности нужно принять v_b таким, чтобы получить k_c минимальным. В расчетах принято $v_b = 0,135$, поскольку при $v_b > 0,135$, как показывает расчеты, k_c возрастает вследствие увеличения $\bar{R}_{bp} = \bar{R}_b$, а при $v_b < 0,135$ — из-за повышения обеспеченности $P(R_b)$. Отметим также, что в расчетах учитывается только партионный коэффициент вариации прочности бетона; межпартионный коэффициент вариации в запас надежности не учитывается. Таким образом, среднее значение \bar{R}_{bp} и среднее квадратическое

отклонение σ_b прочности бетона определяли по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \bar{R}_{bp} &= \frac{R_b}{0,6} = \frac{R_{bn}}{0,78}; \\ \sigma_b &= 0,135 \bar{R}_{bp}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Аналогично для прочности арматуры принимали достаточно малый внутрипартионный коэффициент вариации $v_s = 0,04$, а межпартионный коэффициент вариации в запас надежности не учитывали. Среднее значение \bar{R}_s и среднее квадратическое отклонение σ_s прочности арматуры подсчитывали по зависимостям:

$$\left. \begin{aligned} \bar{R}_s &= \frac{R_s}{0,88}; \\ \sigma_s &= 0,04 \bar{R}_s. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Результаты расчетов для элементов с одиночным и двойным армированием представлены на рис. 1, 2.

На рис. 1 показана зависимость k_c от ξ/ξ_R . Как видно из рис. 1, при увеличении ξ/ξ_R с 0,1 до 0,5...0,61 коэффициент k_c возрастает, а при дальнейшем повышении до 1 — убывает.

При малых процентах армирования (малых значениях ξ/ξ_R) прочность элемента зависит в основном от прочности только одного материала — арматуры. Вследствие этого момент M_b , имеющий обеспеченность 0,9986, близок к моменту \tilde{M}_c , определяемому по СНиПу, и коэффициент k_c мало отличается от единицы.

По мере роста процента армирования (при увеличении ξ/ξ_R) на прочность элемента все большее влияние оказывает прочность бетона. При $\xi/\xi_R = 0,5...0,6$ совместное влияние прочностей бетона и арматуры на прочность элемента оказывается наибольшим и k_c достигает максимального значения, равного 1,07.

При $\xi/\xi_R > 0,6$ по мере роста процента армирования прочность элемента все в большей мере зависит от прочности бетона, а роль прочности арматуры снижается. При ξ/ξ_R , близких к 1, элемент во многих вариантах расчетов методом статистического моделирования оказывается перearмированным и его прочность

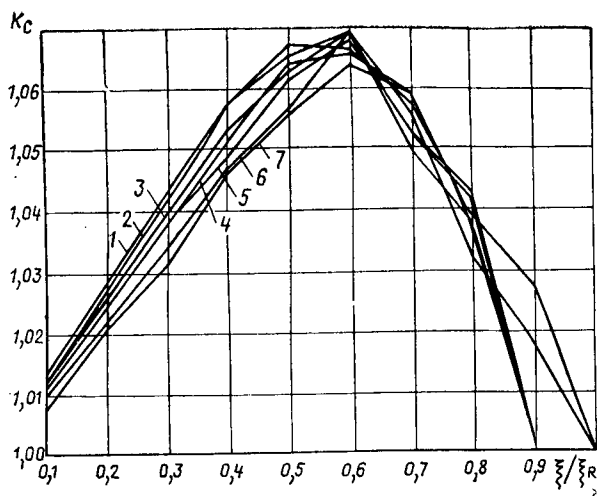


Рис. 1. Коэффициенты сочетаний свойств материалов K_c для изгибаемого железобетонного элемента прямоугольного сечения с одиночным армированием. Арматура класса А-III, $\gamma_{b2}=1$
1...7 — бетоны классов В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40

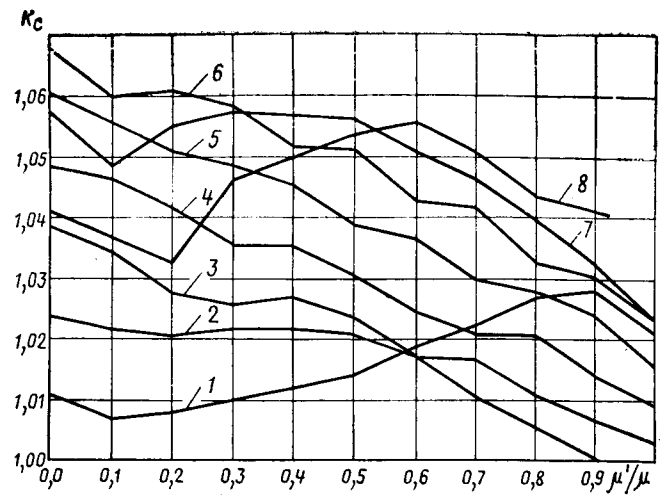


Рис. 2. Коэффициенты сочетаний свойств материалов для изгибаемого железобетонного элемента прямоугольного сечения с двойным армированием. Растянутая арматура класса А-III, сжатая — А-II; бетон класса В30
1...8 — ξ/ξ_R , равное 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8

зависит только от прочности бетона. Как и при малых процентах армирования, момент \tilde{M}_0 , имеющий обеспеченность 0,9986, близок к моменту \tilde{M} , определяемому по СНиПу, и k_c мало отличается от единицы.

Из рис. 1 видно, что может быть дана следующая практическая рекомендация. При выполнении условия

$$0,45 < \frac{\xi}{\xi_R} < 0,7 \quad (9)$$

$k_c=1,05$, а в остальных случаях $k_c=1$. Формула для расчета изгибаемого элемента приобретает вид

$$M \leq k_c R_b b x (h_0 - 0,5x). \quad (10)$$

Расчеты показывают, что эта же рекомендация остается справедливой и для элементов, армированных сталью класса А-II, а также при γ_{b2} , равном 0,9 и 1,1.

На рис. 2 приведена зависимость k_c от μ'/μ .

При $\mu'/\mu=0$ (т. е. при отсутствии сжатой арматуры) элемент с двойным армированием превращается в элемент с одиночным армированием. Значения k_c совпадают с представленными на рис. 1 для класса бетона В30 при различных ξ/ξ_R .

При $0,2 \leq \xi/\xi_R \leq 0,6$ с ростом μ'/μ k_c снижается. Это вызвано тем, что коэффициент вариации прочности арматуры значительно ниже коэффициента вариации прочности бетона. Как было установлено, с уменьшением коэффициентов вариации прочностей материалов k_c снижается. При работе двух материалов в

сжатой зоне (бетона и сжатой арматуры) их общий коэффициент вариации уменьшается по сравнению с коэффициентом вариации бетона, причем тем больше, чем выше процент армирования сжатой арматурой. При этом уменьшается высота сжатой зоны, так что с увеличением μ' бетон играет все меньшую роль.

При $\xi/\xi_R > 0,7$ с ростом μ'/μ k_c вначале увеличивается, а затем начинает снижаться. Это объясняется тем, что в элементе с одиночным армированием при $\xi/\xi_R > 0,6$ с ростом μ k_c уменьшается. Поэтому при малых μ'/μ k_c с ростом ξ/ξ_R уменьшается. Отмеченные особенности изменения k_c характерны и для других классов бетона.

В запас надежности при выполнении условий (9) предлагается принимать $k_c=1,05$, в остальных случаях $k_c=1$. Формула для расчета изгибаемого элемента с двойным армированием

$$M \leq k_c R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'), \quad (11)$$

т. е. коэффициент k_c учитывается в части формулы, определяющей часть несущей способности, зависящую только от бетона и растянутой арматуры. Эта же зависимость идет в запас надежности в том случае, когда в качестве сжатой используют арматуру класса А-III.

Были проведены также расчеты для учета влияния на k_c изменчивости не только прочностей бетона и арматуры, но и других факторов (расстояния от нижней грани сечения до центра тя-

жести арматуры a , площади арматуры A_s , геометрических размеров сечения b и h).

В результате установлено, что если принять средние значения a , A_s , b , h равными их номинальным величинам и учесть дополнительно разброс их свойств, то k_c снизится: в законах распределения моментов средние значения останутся такими же, как и в расчетах без учета разброса a , A_s , b , h , а дисперсия увеличится. Вследствие этого уменьшится M_0 , имеющий обеспеченность 0,9986, и k_c снизится примерно одинаково во всех зонах изменения ξ/ξ_R .

Вывод

Введение коэффициентов сочетаний свойств материалов в формулы расчета прочности изгибаемых элементов прямоугольного сечения с одиночным и двойным армированием позволит при различной степени армирования сделать их примерно равнонадежными и добиться экономии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Связь статистического контроля прочности бетона с надежностью железобетонных конструкций / А. А. Гвоздев, М. Б. Краковский, М. И. Бруссер и др. // Бетон и железобетон. — 1985. — № 3. — С. 37—39.
2. Краковский М. Б., Сегалов А. Е. О возможности введения коэффициентов сочетаний свойств материалов при расчетах конструкций // Проблемы оптимизации и надежности в строительной механике: Тез. докл. Всесоюз. конф. НТО Стройиндустрии. — М.: Стройиздат, 1983. — С. 48—49.
3. Краковский М. Б. Определение надежности конструкций методами статистического моделирования // Строительная механика и расчет сооружений. — 1982. — № 2. — С. 10—13.

Расчет прочности нормальных сечений элементов с использованием диаграммы арматуры

В основу общего случая расчета прочности нормальных сечений железобетонных элементов по СНиП 2.03.01—84 при определении высоты сжатой зоны ξ и напряжений в арматуре σ_s положено условие равновесия

$$R_b A_b - \Sigma \sigma_s A_s \pm N = 0, \quad (1)$$

а также зависимость, связывающая деформации арматуры с высотой сжатой зоны элементов ξ в предельном состоянии при прямоугольной эпюре напряжений в бетоне [1]

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{bc, u}}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \epsilon_{sp}. \quad (2)$$

При наличии соответствующей аналитической зависимости $\epsilon_s = f(\sigma_s)$ для описания диаграммы арматуры общий случай расчета можно реализовать совместным решением уравнений (1) и (2) и зависимости $\epsilon_s = f(\sigma_s)$. Однако известные зависимости $\epsilon_s = f(\sigma_s)$ либо ограничены по области применения, либо сложны для использования в явном виде в расчете прочности. Поэтому ξ и σ_s определяют с использованием диаграммы арматуры только в тех случаях, когда в предельном по прочности состоянии элемента напряжения в арматуре не превышают значения σ_{el} , условно принимаемого за начало развития неупругих деформаций арматуры, т. е. справедливо условие $\sigma_s = \epsilon_s E_s$. При этом уравнение (2) преобразуется в известную формулу СНиПа

$$\sigma_s = \frac{\sigma_{sc, u}}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \sigma_{sp}, \quad (3)$$

которая при совместном решении с уравнением (1) позволяет достаточно просто определить ξ и σ_s в указанном диапазоне изменения σ_s .

В тех случаях, когда в предельном состоянии элемента, армированного сталью с условным пределом текучести, напряжения в арматуре достигают упругопластического участка диаграммы, в СНиПе для определения ξ и σ_s предложены упрощенные зависимости, базирующиеся на линейной связи между напряжениями в арматуре и от-

носительной высотой сжатой зоны сечения.

В целях дальнейшего развития и усовершенствования расчета прочности нормальных сечений по СНиП 2.03.01—84 автором установлена аналитическая зависимость $\epsilon_s = f(\sigma_s)$, которая достоверно оценивает фактические (стагистические) диаграммы арматурной стали разных марок и классов и пригодна для использования в явном виде в расчете прочности при любой величине σ_s , достигаемой в предельном состоянии элемента.

Эта зависимость предусматривает условное разделение диаграммы арматуры на два участка — упругий и упругопластический и может быть представлена в виде:

$$\text{при } \sigma_s \leq \sigma_{el} \quad \epsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s};$$

$$\text{при } \sigma_s \geq \sigma_{el} \quad \epsilon_s = \epsilon_{el} + \tilde{\epsilon}_s = \frac{\sigma_{el}}{E_s} + \tilde{\epsilon}_s,$$

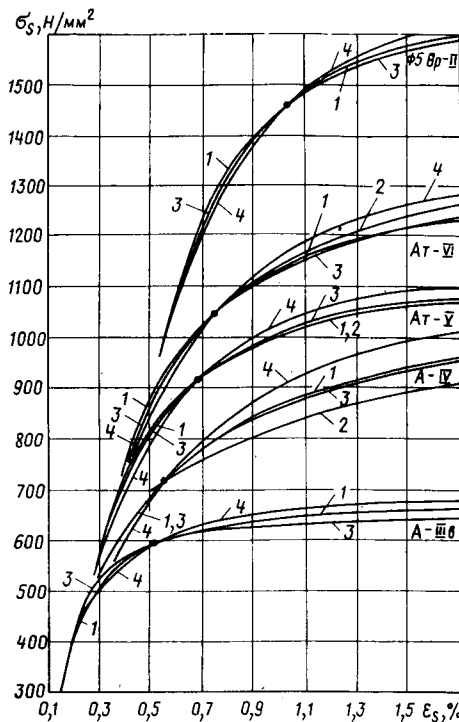


Рис. 1. Диаграммы растяжения напрягаемой арматуры, построенные по аналитическим зависимостям
1 — автором; 2 — [2]; 3 — [3]; 4 — [4]

$$\text{где } \tilde{\epsilon}_s = \frac{\tilde{\sigma}_s}{E_s - n\tilde{\sigma}_s} = \frac{\sigma_s - \sigma_{el}}{E_s - n(\sigma_s - \sigma_{el})}; \quad (4)$$

ϵ_{el} , σ_{el} — деформации и напряжения, характеризующие условную границу между упругим и упругопластическим участками диаграммы арматуры; $\tilde{\epsilon}_s$, $\tilde{\sigma}_s$ — деформации и напряжения арматуры на упругопластическом участке диаграммы арматуры.

Параметр n обеспечивает прохождение диаграммы арматуры из точки с (σ_{el} , ϵ_{el}) через точки с координатами $(\sigma_{0,2}$, $\epsilon_{0,2})$ и $(\sigma_u$, $\epsilon_u)$ и определяется по зависимости

$$n = \frac{E_s}{\sigma_{0,2} - \sigma_{el}} - \frac{1}{\epsilon_{0,2} - \epsilon_{el}} = \frac{E_s}{\sigma_{0,2} - \beta \sigma_{0,2}} - \frac{E_s}{\sigma_{0,2} - \beta \sigma_{0,2} + 0,002 E_s}, \quad (5)$$

где $\beta = \sigma_{el}/\sigma_{0,2}$ — уровень напряжения, принимаемый за начало развития упругопластических деформаций $\tilde{\epsilon}_s$ в арматуре; значение β можно определять из совместного решения зависимостей (5) и (6)

$$n = \frac{E_s}{\sigma_u - \sigma_{el}} - \frac{1}{\epsilon_u - \epsilon_{el}} = \frac{E_s}{\sigma_u - \beta \sigma_{0,2}} - \frac{E_s}{\sigma_u - \beta \sigma_{0,2} + A E_s}; \quad (6)$$

$\epsilon_{0,2}$, ϵ_u — деформации, соответствующие условному пределу текучести $\sigma_{0,2}$ и временному сопротивлению σ_u ; A — равномерное удлинение арматуры после разрыва.

Предлагаемая зависимость $\epsilon_s = f(\sigma_s)$ универсальна и позволяет достаточно просто и достоверно описать диаграмму различных видов и классов арматуры с условным или физическим пределом текучести. В последнем случае n определяют по зависимости (6), которая при замене σ_{el} и ϵ_{el} на величины физического предела текучести σ_{el} и соответствующей деформации ϵ_{el} и учете протяженности площадки те-

кучести λ_{pl} на диаграмме растяжения арматуры примет вид

$$n = \frac{E_s}{\sigma_u - \bar{\sigma}_{el}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_u - (\bar{\varepsilon}_{el} + \lambda_{pl})} = \frac{E_s}{\sigma_u - \bar{\sigma}_{el}} \cdot \frac{E_s}{\sigma_u - \bar{\sigma}_{el} + (A - \lambda_{pl}) E_s}$$

На рис. 1 сопоставлены диаграммы $\sigma_s - \varepsilon_s$ различных классов арматуры, построенные по аналитическим зависимостям, предложенным в работах [2...4] и автором, с использованием средних значений показателей механических свойств арматуры, полученных при статистической обработке данных большого числа испытаний.

Согласно источнику [5], преднапряжение стержневой арматуры приводит к изменению параметров ее исходной диаграммы, что соответствующим образом учитывается в СНиП 2.03.01—84 при расчете прочности нормальных сечений. В общем случае после преднапряжения арматуры до σ_{sp} за время выдерживания в натянутом на упоры состоянии напряжения в ней уменьшаются на σ_{rel}^n в результате релаксации напряжений при неизменной деформации (точка 2 на рис. 2). При отпуске натяжения в результате обжатия бетона элемента преднапряженные арматуры дополнительно снижается (точка 1 на рис. 2). В дальнейшем (для упрощения пренебрегаем релаксацией напряжения в арматуре после отпуска натяжения) при нагружении элемента возрастающей внешней нагрузкой напряжения в арматуре возрастают сначала по упругой линии 1—2—3, а затем по линии 3, 4, 5 упругопластического участка новой диаграммы. Точка 3 соответствует условному пределу упругости новой диаграммы σ_{el}^n , величина которого зависит от вида арматуры и уровня ее преднапряжения.

Влияние преднапряжения на изменение прочностных и деформативных свойств высокопрочной проволочной арматуры (проволока и канаты) недостаточно изучено, в связи с чем автором исследован данный вопрос применительно к условиям механического способа натяжения высокопрочной проволоки и канатов.

Опыты показали, что в образцах, доведенных до разрыва после предварительного выдерживания по напряжениям в условиях релаксации, новые величины условного предела текучести $\sigma_{0,2}^n$ и временного сопротивления σ_u^H отличались от $\sigma_{0,2}^{исх}$ и $\sigma_u^{исх}$, полученных при испытаниях образцов без преднапряжения, как в меньшую, так и большую сторону (табл. 1), но не более чем на

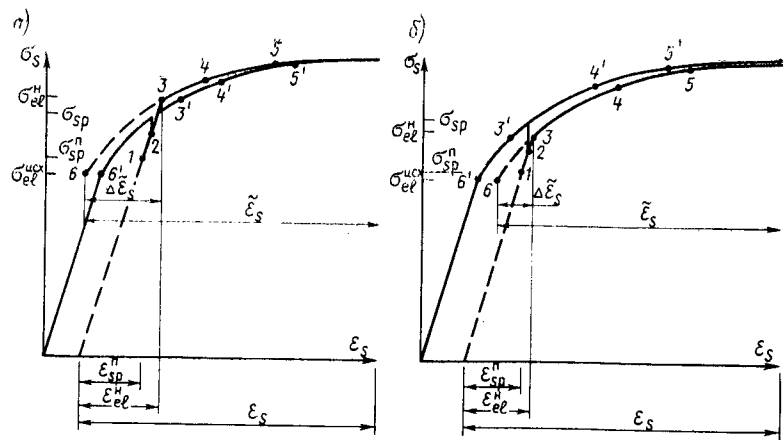


Рис. 2. Схема изменения диаграммы растяжения преднапряженной арматуры в изгибаемом элементе с учетом внешней нагрузки

a — стержневой арматуры; *б* — проволоки и канатов; — — — исходная и новая диаграмма арматуры; — — — условный отрезок новой диаграммы; 1...5 — точки на новой диаграмме; 3'...6' — то же, на исходной диаграмме; 6 — точка на условном отрезке новой диаграммы

4% (в среднем 2%). В этой связи до получения дополнительных данных целесообразно пренебречь изменением условного предела текучести и временного сопротивления высокопрочной проволоки и канатов в результате преднапряжения.

Преднапряжение проволоки и канатов во всех случаях привело к повышению условных пределов упругости (в данном случае $\sigma_{0,01}^H$), новые значения которого ($\sigma_{0,01}^H$) зависят от уровня преднапряжения и возрастают в сравнении с исходными ($\sigma_{0,01}^{исх}$) на 5...24% при увеличении уровня преднапряжения в пределах (0,78...1) $\sigma_{0,2}^{исх}$. При $\sigma_{sp} \approx 0,78 \sigma_{0,2}^{исх}$ новый условный предел упругости превышает уровень преднапряжения σ_{sp} примерно на σ_{rel}^n , что согласуется с данными испытаний стержневой арматуры [5]. С повышением σ_{sp} до $\sigma_{0,2}^{исх}$ новый предел упругости преднапряженных образцов не достигает уровня начального напряжения σ_{sp} на величину $\approx 0,3 \sigma_{rel}^n$.

На основе полученных данных связь между расчетной величиной нового условного предела упругости в преднапряженной арматуре и уровнем ее начального напряжения можно выра-

зить общими для проволочной и стержневой арматуры зависимостями:

$$\text{при } \sigma_{sp} \leq \sigma_{el}^{исх} \quad \sigma_{el}^H = \sigma_{el}^{исх} + \sigma_{rel}^n = \beta \sigma_{0,2}^{исх} + \sigma_{rel}^n; \quad (7)$$

$$\text{при } \sigma_{sp} \geq \sigma_{el}^{исх} \quad \sigma_{el}^H = \sigma_{sp} + \sigma_{rel}^n (1 - m \sqrt{\chi}), \quad (7')$$

$$\text{где } \chi = \frac{\sigma_{sp} - \sigma_{el}^{исх}}{\sigma_{0,2}^{исх} - \sigma_{el}^{исх}} = \frac{\sigma_{sp} - \beta \sigma_{0,2}^{исх}}{\sigma_{0,2}^{исх} (1 - \beta)};$$

$m=0$ — для стержневой арматуры (согласно [5]); $m=1,3$ для проволочной арматуры.

Исследованиями также установлено, что линия 3...5 упругопластического участка новой диаграммы стержневой и проволочной арматуры и диапазоне изменения напряжений $\sigma_{el}^H \dots \sigma_u^H$ практически совпадает по форме с линией 3', 4', 5' исходной диаграммы на соответствующем участке изменения напряжений (см. рис. 2). Учитывая, что незначительная разница в форме этих линий проявляется на ограниченном участке в районе точек 3 и 3', можно с достаточной для практических целей точностью принять, что в указанном одинаковом диапазоне изменения напряжений ($\sigma \dots \sigma$) обе диаграммы по

Таблица 1

| Показатели | Проволока периодического профиля $\varnothing 5$ мм по ГОСТ 7348—81 при $\sigma_{sp} / \sigma_{0,2}^{исх}$ | | | | Канат $\varnothing 15$ мм по ГОСТ 13840—68 при $\sigma_{sp} / \sigma_{0,2}^{исх}$ |
|---|--|-----------|-----------|-----------|---|
| | 0,78 | 0,84 | 0,93 | 1,00 | |
| $\sigma_{0,01}^H / \sigma_{0,01}^{исх}$ | 1,00—1,13 | 1,21—1,28 | 1,11—1,28 | 1,21—1,25 | 1,17—1,22 |
| $\sigma_{0,2}^H / \sigma_{0,2}^{исх}$ | 0,98—0,99 | 1,00—1,01 | 1,01—1,04 | 1,01—1,04 | 1,01—1,01 |
| $\sigma_u^H / \sigma_u^{исх}$ | 0,99—1,02 | 0,99—1,02 | 1,01—1,04 | 0,99—1,02 | — |

| Группа предельных состояний | A-IIIв | A-IV | A-V | A-VI | A-VII | B-II, Вр-II | K-7 |
|-----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Первая | 0,72 1058 | 0,46 400 | 0,57 367 | 0,6 315 | 0,65 291 | 0,7 306 | 0,7 261 |
| Вторая | 0,74 926 | 0,5 360 | 0,6 328 | 0,63 265 | 0,67 249 | 0,72 257 | 0,72 220 |

Примечание. Над чертой — β; под чертой — n.

форме идентичны. В этом случае условно дополнив линию новой диаграммы отрезком 3—6, построенным по зависимости (4) на участке Δε_s, получим линию 6—3...5, которая по форме идентична всему упругопластическому участку исходной диаграммы, т. е. если совместить точки 6 и 6', то линия 6'—3'...5' упругопластического участка исходной диаграммы и линия 6—3...5 новой диаграммы практически совпадут. Из этого следует, что с учетом условного отрезка линии 3—6 на участке Δε_s связь между величинами ε_s—σ_s на упругопластическом участке новой диаграммы можно установить с помощью зависимости (4), используя при этом параметры исходной диаграммы арматуры.

Рассмотрим на примере изгибаемого преднапряженного элемента, как можно осуществить расчет прочности нормальных сечений при использовании диаграммы арматуры в явном виде и учете ее преднапряжения, когда в прешает условный предел упругости предельном состоянии элемента σ_s превышает арматуры σ_{el}^{исх}, т. е. σ_s = σ_{el}^{исх} + σ̄_s.

Представим уравнение равновесия сил (1) в виде

$$\xi = \frac{\sigma_s A_s - \sigma_{sc, u} A'_s}{b h_0 R_b} = \frac{(\sigma_{el}^{исх} + \bar{\sigma}_s) A_s - \sigma_{sc, u} A'_s}{b h_0 R_b} = \bar{\sigma}_s \frac{\mu}{R_b} + \left(\beta \sigma_{0,2}^{исх} \frac{\mu}{R_b} - \sigma_{sc, u} \frac{\mu'}{R_b} \right), \quad (8)$$

а зависимость (2) в виде

$$\begin{aligned} \epsilon_s &= \frac{1,1 - \epsilon_{bc, u}}{1,1 - \omega} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \\ &+ \epsilon_{sp}^n = B \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right) + \epsilon_{sp}^n = \\ &= B \frac{\omega}{\xi} - B + \epsilon_{sp}^n, \quad (9) \end{aligned}$$

где ε_{sp}ⁿ — деформации арматуры, соответствующие преднапряжению арматуры σ_{sp}ⁿ после проявления всех потерь.

В соответствии с рис. 2 полные де-

формации арматуры ε_s в предельной по прочности стадии в общем случае составляют

$$\epsilon_s = (\epsilon_{el}^n - \epsilon_{sp}^n) + (\bar{\epsilon}_s - \Delta \bar{\epsilon}_s) + \epsilon_{sp}^n. \quad (10)$$

Δε_s учитывает изменение условного предела упругости арматуры вследствие преднапряжения, ее определяют по зависимости (4) при σ̄_s = σ_{el}^{исх} - σ_{el}.

В обычных элементах без преднапряжения арматуры ε_{sp}ⁿ = 0, Δε_s = 0, а ε_{el}ⁿ = ε_{el}^{исх} уравнение (10) примет вид ε_s = ε_{el}^{исх} + ε_s.

Приравняв правые части выражений (9) и (10) и принимая

$$\begin{aligned} C - B + \epsilon_{el}^n - \epsilon_{sp}^n - \Delta \bar{\epsilon}_s = \\ = B \left(\frac{\sigma_{el}^n - \sigma_{sp}^n}{E_s} - \Delta \bar{\epsilon}_s \right), \quad (11) \end{aligned}$$

$$\text{получим } \bar{\epsilon}_s = B \frac{\omega}{\xi} - C,$$

$$\text{откуда } \xi = \frac{B \omega}{C + \bar{\epsilon}_s}. \quad (12)$$

Далее, приравняв правые части уравнений (8) и (12), получим квадратное уравнение (13), в результате решения которого находим упругопластическую часть напряжений σ̄_s, а затем полное напряжение в арматуре σ_s = βσ_{0,2}^{исх} + σ_s, достигаемое в предель-

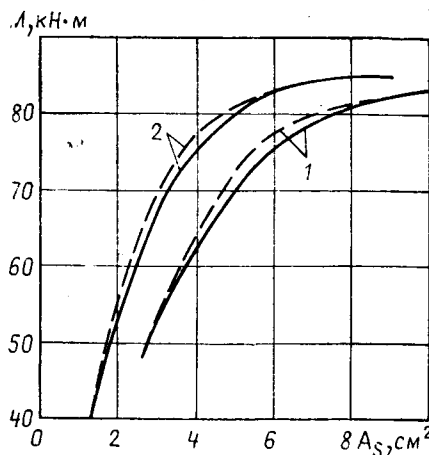


Рис. 3. Несущая способность изгибаемых элементов с арматурой класса Ат-V (1) и класса К-7 (2) — расчет по СНиПу; — — — по предлагаемой методике

ном состоянии элемента по прочности

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_s^2 - \bar{\sigma}_s \left(\frac{nK + l}{q} - t \right) + \\ + \frac{E_s K - lt}{q} = 0, \quad (13) \end{aligned}$$

где K = B ω R_b; l = C E_s μ;

$$q = \mu (nC - 1); t = \beta \sigma_{0,2}^{исх} - \sigma_{sc, u} \frac{\mu'}{\mu}.$$

Предлагаемую зависимость ε_s = f(σ_s) для описания диаграммы арматуры, позволяющую производить численный расчет конструкций как по напряжениям, так и по деформациям, можно использовать в расчетах конструкций по предельным состояниям первой и второй групп. При проектировании конструкций с применением предложенной зависимости ε_s = f(σ_s) следует заменить σ_{el}^{исх}, σ_{0,2}^{исх} и σ_u^{исх} на βR_s, R_s, σ_u/γ_s или βR_{s, ser}, R_{s, ser} и σ_u/γ_s в зависимости от группы предельных состояний. Величину σ_u при этом принимают в соответствии с государственными стандартами или техническими условиями на арматурную сталь; γ_s — коэффициент надежности по арматуре, регламентируемый СНиП 2.03.01—84 для соответствующей группы предельных состояний.

Значения параметров β и n для расчета конструкций по предельным состояниям с использованием в явном виде диаграммы арматуры различных классов приведены в табл. 2.

При известных расчетных сопротивлениях бетона и арматуры, а также параметрах сечения элемента расчет прочности по предлагаемой методике рекомендуется выполнять в следующей последовательности. Заменяя величины σ_{0,2}^{исх} на R_s и σ_{el}^{исх} на βR_s и принимая из табл. 2 соответствующие значения β и n, сначала определяют величину σ_{el}ⁿ по зависимостям (7) и (7'), затем Δε_s по формуле (4) при σ̄_s = σ_{el}ⁿ - βR_s. Далее, задаваясь ε_{sc, u} (предельная деформация укорочения бетона), устанавливают V = 1,1ε_{sc, u} / (1,1 - ω), а затем C по зависимости (11) и решают уравнение (13), получая σ̄_s и полное напряжение в арматуре σ_s = βR_s + σ̄_s. Величина σ_s является искомой, если отвечает условию σ_s ≥ βR_s. Если это условие не удовлетворяется, то σ_s в соответствии со СНиП 2.03.01—84 находят из совместного решения уравнений (1) и (2), принимая σ_s = σ_s/E_s.

На рис. 3 представлено изменение прочности M_p изгибаемого железобетонного элемента из бетона класса В25 с размером прямоугольного сечения b × h₀ = 15 × 28 см в зависимости от количества арматуры в растянутой

зоне. M_p подсчитаны по методике СНиП 2.03.01—84 и по предлагаемой методике для двух вариантов армирования: стержневой арматурой класса Ат-У при $\sigma_{sp}^n = 680$ МПа и арматурными канатами класса К-7 при $\sigma_{sp}^n = 1000$ МПа.

В результате установлено, что предлагаемая методика использования в расчете диаграммы арматуры в явном виде и учета влияния ее преднапряжения приводит к повышению расчетной несущей способности элементов и создает условия для более экономичного проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / Под ред. А. А. Гвоздева. — М.: Стройиздат, 1978. — 208 с.
2. Гуца Ю. П. Предложения по нормированию диаграмм растяжения высокопрочной стержневой арматуры // Бетон и железобетон. — 1979. — № 7. — С. 15—16.
3. Об уточнении аналитической зависимости диаграмм растяжения арматурных сталей / В. Н. Байков, С. А. Мадатян, Л. С. Дудолов, В. М. Митасов // Изв. вузов. Сер. Стр.-во и архитектура. — 1983. — № 9. — С. 1—5.
4. Карпенко Н. М., Мухамедиев Т. А., Петров А. Н. Исходные и трансформируемые диаграммы деформирования бетона и арматуры / Напряженно-деформированное состояние бетонных и железобетонных конструкций. — М.: НИИЖБ, 1986. — С. 7—25.
5. Мадатян С. А. Технология натяжения арматуры и несущая способность железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1980. — 196 с.

Новые изобретения

№ 7*

А. с. 1375614 СССР, МКИ³ С 04 В 28/04; 24/24. Полимерцементный состав / А. Г. Яшанов, В. В. Козлов, Л. Я. Машинский, Э. И. Усталу (СССР); МИСИ.

А. с. 1375615 СССР, МКИ³ С 04 В 28/26. Полимерсиликатобетонная смесь / В. В. Патуроев, Н. Ф. Шестеркина, Ю. А. Супран и др. (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1375620 СССР, МКИ³ С 04 В 38/10. Сырьевая смесь для изготовления керамзитобетона / С. П. Ковалев, Ю. П. Трифионов, В. И. Зайцев и др. (СССР); ВНИИПКИ стройиндустрии.

А. с. 1375622 СССР, МКИ³ С 04 В 40/02. Способ управления процессом тепловой обработки / А. А. Гришан (СССР); ДальНИИС.

А. с. 1375755 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. Стыковое соединение стропильной балки с колонной / Т. Ж. Жунусов, М. У. Ашимбаев, А. А. Кравченко, А. П. Штифанов (СССР); КазпромстройНИИпроект.

А. с. 1375756 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/58. Узловое соединение стержней пространственного каркаса / А. А. Нурдин, Г. Г. Никитин (СССР); ЛИСИ.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

Теория

УДК 624.072.233+624.131.54

А. Б. ГОЛЫШЕВ, д-р техн. наук, [В. Я. БАЧИНСКИЙ], А. Н. БАМБУРА, кандидаты техн. наук (НИИСК); А. И. ГОЛОДНОВ, инж. (Коммунарский горно-металлургический ин-т)

Расчет конструкций, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях

Совершенствование методов расчета зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях (на просадочных, слабых и неоднородных грунтах, подрабатываемых и закарстованных территориях и т. д.) возможно на основе более полного использования достижений в пограничной области строительной механики железобетона, связанной с расчетом комплексных систем «основание — фундамент — верхнее строение». Основная задача при расчете комплексной системы в целом заключается в определении усилий в системе «железобетонный фундамент — деформируемое основание» при силовых и деформационных воздействиях. Учет воздействия верхнего строения на фундамент и основание с последующим перераспределением усилий не вызывает принципиальных затруднений.

При возведении каркасных и бескаркасных зданий обычно используют ленточные фундаменты в одном или двух (перекрестные ленты) направлениях, при строительстве доков, шлюзов, силосов, резервуаров и т. п. — плитные фундаменты.

Принятые в настоящее время предположки о линейно-упругой работе элементов системы не отражают их реального состояния ни в эксплуатационной стадии, ни тем более в стадии, близкой к разрушению. В некоторых случаях учитывают нелинейную работу одного или обоих элементов. При этом определяют усилия в балке и основании от действия заданной нагрузки. Функцию жесткости сечений балки принимают по действующим нормам. Однако, поскольку речь идет об установлении усилий в элементах системы, общий запас ее несущей способности остается невыясненным. Это особенно важно для зданий и сооружений, работающих в сложных инженерно-геологических условиях, поскольку не представляется возможным ни выявить неравнопрочные элементы и, следовательно, наиболее рационально разместить бетон и арматуру, ни обоснованно принять решение о необходимости выполнения дорогостоящих защитных мероприятий.

НИИСКом разработана методика расчета несущей способности и деформативности системы «железобетонная балка — деформируемое основание» при кратковременных воздействиях для любых сочетаний поперечных нагрузок, условий на контакте и на концах балки [1].

В ее основу положены следующие предпосылки:

для описания свойств деформируемого основания принята модель с переменным коэффициентом жесткости [2, 3], достаточно хорошо отражающая механические свойства грунта, сравнительно простая и наглядная. Непрерывное основание в соответствии с этой моделью заменяют часто расположенными стержнями-связями, жесткость которых равна жесткости заменяемых участков грунта

$$P_i = k_i y_i a, \quad (1)$$

где P_i , k_i , y_i — усилие, погонная жесткость и перемещение в i -той связи; a — расстояние между связями;

для описания напряженно-деформированного состояния, нормальных сечений балки и затем оценки их жесткости принята модель НИИСКа [4, 5], при этом используют так называемый точный вариант модели с применением криволинейных диаграмм « σ — ϵ » бетона и стали, поскольку точность при оценке жесткости на всех стадиях нагружения — необходимое условие при расчете на деформационные воздействия;

в качестве критерия исчерпания несущей способности системы принимают разрушение хотя бы одного наиболее нагруженного сечения балки [4, 5] (т. е. достижение деформациями крайних сжатых волокон бетона или растянутой арматуры предельных значений) или достижение максимума силового или деформационного воздействия на кривой состояний (рис. 1) [1]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial q_l}{\partial x} &= 0; \\ \frac{\partial q_d}{\partial x} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

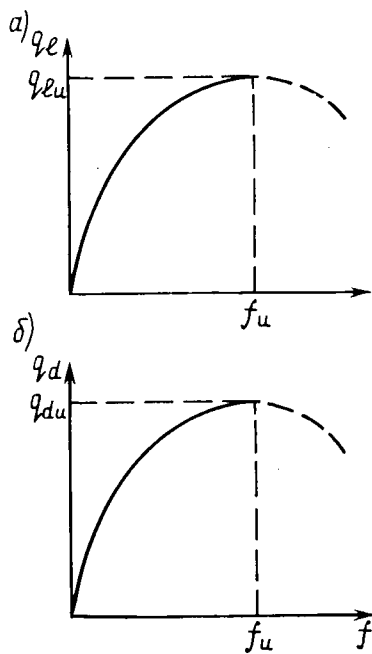


Рис. 1. Диаграммы состояний $q_i - f$ (а) и $q_d - f$ (б)

где q_i , q_a — модуль вектора силового и деформационного воздействий; χ — кривизна.

В процессе расчета определяют критические (соответствующие исчерпанию несущей способности) значения q_i при заданном деформационном воздействии $q_d \bar{\Delta}$ (расчет по предельным состояниям первой группы) и q_a при известном силовом воздействии $q_i \bar{P}$ (расчет по предельным состояниям первой группы), а также усилия и перемещения при заданных силовых и несиловых воздействиях (расчет по предельным состояниям второй группы).

В качестве основного элемента системы принимают балку произвольного сечения на деформируемом основании (рис. 2). Заданным считается единичный вектор силового воздействия \bar{P} при известном деформационном воздействии $q_d \bar{\Delta}$ или единичный вектор деформационного воздействия $\bar{\Delta}$ при заданной нагрузке $q_i \bar{P}$.

Изгибающие моменты в сечениях балки (независимо от схемы опирания) определяют по формуле

$$M_i = M_1 + \left(\frac{L}{n}\right)^2 \sum_{j=1}^{i-1} (i-j) y_j k_j - \bar{M}_{0i} q, \quad (3)$$

где M_1 — момент в заделке при $i=1$; \bar{M}_{0i} — момент в i -том сечении балки от действия заданного единичного вектора внешних сил.

Зависимость между перемещениями точек нейтральной оси балки и действующими в этих точках усилиями, полу-

ченная на основе аппроксимации уравнения изогнутой оси кубическим сплайном, выражается уравнениями:

$$y_i = y_1 + \varphi_1 L \frac{i-1}{n} + \frac{L^2}{6n^2} \times \left[(3i-4) \kappa_1 + 6 \sum_{j=2}^{i-1} (i-j) \kappa_j + \kappa_i \right] + q (\delta_1 - \delta_i); \quad (4)$$

$$\varphi_i = \varphi_1 + \frac{L}{2n} \left(\kappa_1 + 2 \sum_{j=2}^{i-1} \kappa_j - \kappa_i \right), \quad (5)$$

где δ_i — вынужденное перемещение i -той связи при векторе $\bar{\Delta}$; y_i — совместное перемещение i -той точки оси балки и i -той связи; φ_i — угол поворота i -того сечения балки.

На основе исходных предпосылок и зависимостей (2) ... (5) составляют систему, состоящую из уравнений равновесия внешних и внутренних усилий, уравнения, учитывающего условия на концах балки, и дополнительных уравнений совместности перемещений балки и основания, записываемых для каждой узловой (кроме $i=1$) точки и получаемых подстановкой уравнения (3) в выражение (4). Задачу решают методом последовательных приближений.

Эффективность расчетного аппарата подтвердили испытания в НИИСКе на специальной установке более 20 слабо- и сильноармированных балок пролетом 4...6 м при различной жесткости основания и разных схемах силовых и деформационных воздействий. Характерные результаты испытаний балок на сплошном основании и данные расчетов показаны на рис. 3. Аналогичное совпадение опытных и расчетных данных получено и для балок на прерывистом основании.

Составлен алгоритм расчета, отлажена программа и выполнен численный эксперимент в широком диапазоне изменения основных факторов, позволивший выявить важные особенности работы рассматриваемой системы и оценить область наиболее рационального применения расчетного аппарата.

В результате установлено, что применение «упругой» модели железобетона оправданно только при расчете перестроенных балок. Во всех остальных случаях такое упрощение приводит к недооценке несущей способности системы в два и более раза. Увеличение жесткости основания вызывает, как правило, повышение предельной нагрузки.

Одновременно разработана уточнен-

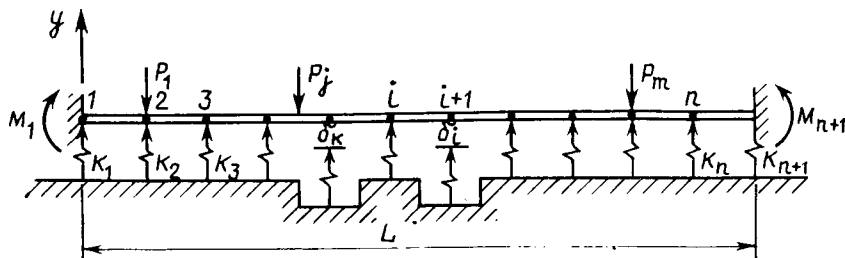
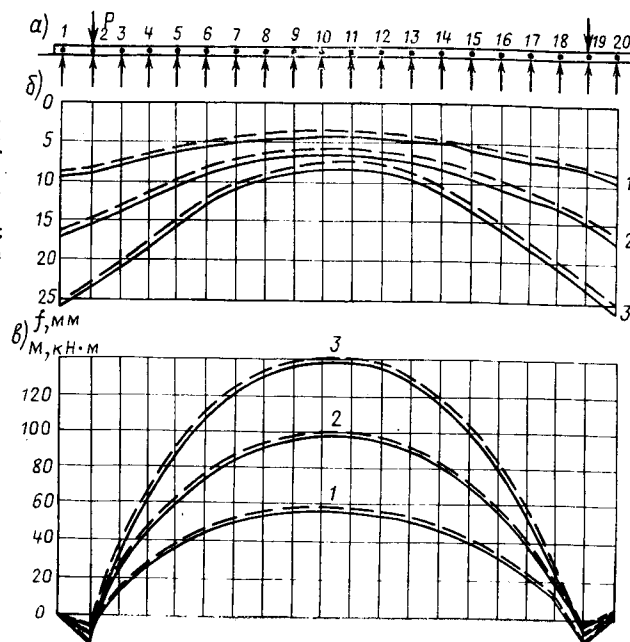


Рис. 2. Схема опирания балки на деформируемом основании (общий случай)

Рис. 3. Схема испытаний (а), эпюры осадок (б) и эпюры моментов (в) в сечениях балки БУ-6-1





УДК 691.327.002.5

Ресурсосберегающие технологии

В апреле этого года на ВДНХ СССР работала межотраслевая выставка «Рациональное использование материальных ресурсов в народном хозяйстве». Видное место на выставке занимал строительный раздел, одна из экспозиций которого представлена Главвладивостокстроем Минвостокстроя СССР. Здесь посетителей выставки заинтересовала технология термообработки железобетонных изделий с применением электрообогрева, разработанная трестом Оргтехстрой Главвладивостокстроя.

Термообработка железобетонных изделий из легкого и тяжелого бетона вместо традиционного пропаривания осуществляется на двухъярусных станах в ямных и щелевых камерах с трубными электронагревателями нижнего расположения. Управление камер двухъярусных станов — автоматическое с термористорными станциями.

Термообработка изделий в ямных и щелевых камерах трубными электронагревателями напряжением 380/220 В дает возможность автоматизировать термообработку, организовать учет электроэнергии, улучшить санитарно-гигиенические условия труда рабочих.

Расход топливно-энергетических ресурсов на 1 м³ изделий: из тяжелого бетона 60...80 кВт·ч, керамзитобетона 50...60 кВт·ч. Термообработка железобетонных изделий разработана трестом Оргтехстрой Главвладивостокстроя и внедрена на заводе ЖБИ-1 Владивостокского ДСК. Экономический эффект 350 тыс. р.

Здесь же информация об агрегатно-поточной технологической линии с немедленной распалубкой отформованных изделий.

Линия предназначена для изготовления всех типоразмеров блоков стен подвалов, бордюрных камней, плит перекрытий смотровых колодцев. Линия включает в себя бетоноукладчик с бункером приема бетонной смеси, вибростолы и пропарочные камеры. На вибростолы устанавливается инвентарная металлическая опалубочная форма. Конструктивной особенностью таких форм является наличие у них съемной внутрен-

ней опалубки и шарнирного соединения поддона наружной опалубки с продольными и торцовыми бортами.

На поддон наружной опалубки устанавливается съемный поддон. В образовавшуюся форму опускают разделяющую вставку. С помощью фиксаторов укрепляют в «затопленном» положении монтажные петли, укладывают бетонную смесь и включают вибростол. После уплотнения смеси извлекают фиксаторы, а затем строительным крапом — разделяющую вставку. Свежеотформованные изделия на съемных поддонах подают в пропарочную камеру.

На поточно-агрегатной линии использованы установки, защищенные авторскими свидетельствами. Линия разработана и внедрена на заводе КПД-300 Владивостокского ДСК. Годовой экономический эффект 199 тыс. р.

Штампованные закладные детали МНШ-1, МНШ-2 предназначены для соединения наружных стен с панелями внутренних стен скобами из арматурной стали класса А-1 без применения сварки. Конструкции деталей выбраны с учетом особенности безотходной штамповки, которая осуществляется на специальных штампах, предусматривающих раскрой детали, вырубку отверстий, штамповку заготовок. Закладные детали изготавливают из полосы листа толщиной 4 мм.

Применение штампованных закладных деталей эффективно за счет уменьшения веса деталей и экономии металла; ликвидации работ по сборке и сварке; исключения потребности в высококвалифицированных электросварщиках; значительного снижения трудоемкости; сокращения расхода электроэнергии; улучшения условий труда.

Штампованные закладные детали разработал ЦНИИЭП жилища г. Владивостока. Внедрены на заводе ЖБИ-3 треста «Железобетон» Главвладивостокстроя. Годовой экономический эффект составляет 14 тыс. р.

На заводе КПД-3 треста № 1 Главтатстроя с 1985 г. применяется термовлажностная обработка изделий КПД из бетонных смесей с добавлени-

ная методика расчета несущей способности плоских железобетонных рам, основанная на использовании полной (с ниспадающей ветвью) диаграммы сжатия бетона, работающего в условиях плоского напряженного состояния и периодического изменения величины и знака напряжений.

Начаты исследования несущей способности и деформативности системы «перекрестные балки — основание» для оценки влияния кручения на распределение усилий в верхнем строении — пространственном каркасе.

Решение всех этих вопросов позволит разработать в итоге прикладную теорию и алгоритмы расчета каркасов зданий, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях, с учетом пространственной работы, нелинейности деформирования и режима нагружения, что будет способствовать их более надежному и экономичному проектированию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации по расчету системы «железобетонная балка — деформируемое основание». — Киев: НИИСК, 1987. — 12 с.
2. Методические рекомендации по определению коэффициентов жесткости оснований зданий и сооружений. — Киев: НИИСК, 1977. — 32 с.
3. Методические рекомендации по учету нелинейных свойств основания при расчете конструкций по реальным диаграммам деформирования грунта. — Киев: НИИСК, 1985. — 60 с.
4. Голышев А. Б., Бачинский В. Я. К разработке прикладной теории расчета железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. — 1985. — № 6. — С. 16—18.
5. Методические рекомендации по уточненному расчету железобетонных элементов с учетом полной диаграммы сжатия бетона. — Киев: НИИСК, 1987. — 16 с.

Новые изобретения

№ 7*

- А. с. 1375757 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/58; 1/24. Узел соединения стыковой колонны и ригелей / А. А. Караваев, В. А. Людмилин (СССР); Свердловское отделение ЦНИИпроектстальконструкций. А. с. 1375758 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/82. Шумозащитный экран / В. Л. Анджелов, Э. А. Даствакян, Л. И. Метт, М. А. Пештим лджян (СССР); Армпроект.
- А. с. 1375761 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/03. Арматурный элемент / Э. К. Кобыляцкий (СССР).
- А. с. 1375462 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/16. Испытательный железобетонный элемент и способ его изготовления / Д. Д. Жуков, И. М. Шуберт (СССР); Белорусский политехнический ин-т.
- А. с. 1375763 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/03. Арматурный стержень периодического профиля / Ю. В. Санкин, М. Г. Поляков, В. С. Блинов и др. (СССР); Магнитогорский горно-металлургический ин-т.

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

ем золы-уноса и комплексной химической добавки (низкотемпературный прогрев).

Проведенные опытные формовки показали, что изделия из бетонной смеси с золой-уносом и комплексной химической добавкой (пластификатор + нитрит натрия), содержащей ускорителя твердения, могут подвергаться изотермической выдержке без подачи пара. При этом температура в металлической установке поддерживается за счет ускоренной экзотермии цемента с золой и комплексной химической добавкой.

Цикл термообработки бетонной смеси с золой-уносом составляет 2,5 ч (подъем температуры и изотермическая выдержка без подачи пара). Удельные нормы расхода теплоты при касетном производстве 0,1 Гкал/м³, наружных стеновых панелей НС 0,8 Гкал/м³. При отсутствии подачи пара во время изотермической выдержки и подъеме температуры только до 40°C расход теплоты существенно сокращается.

Экономический эффект от внедрения термообработки без подачи пара изделий КПД с добавлением золы-уноса и комплексной химической добавки составляет 146 тыс. р., в том числе за счет экономии цемента — 21 тыс. р., теплоты — 46 тыс. р., снижения себестоимости и увеличения выпуска продукции — 79 тыс. р. Более подробные сведения можно получить в тресте Оргтехстрой: 420022, Казань, ул. Ахтямова, 1.

На Новгородском ДСК разработана комплексная добавка МС-Нов-1 для бетонной смеси, состоящая из лигносульфоната технического (ЛСТ) с добавлением модификатора (кубовых остатков производства фурфурола) и воды. Внедрение модификатора позволяет нейтрализовать вредные редуцирующие вещества, входящие в состав ЛСТ, а также утилизировать отходы химических производств.

Состав комплексной добавки, % массы: лигносульфонат технический 0,9...1,1, кубовые остатки производства фурфурола 0,9...1,1, вода 87,5...90,1.

На данный состав в лаборатории коррозии и химических добавок НИИЖБа разработаны технические условия «Пластификатор МС-Нов-1 для бетонных смесей» (ТУ 66-33-001-86).

Отделом стандартизации и научно-исследовательской лабораторией Киришского биохимического завода разработаны временные технические условия, регламентирующие качество кубовых остатков производства фурфурола.

Добавку готовят по следующей схеме. ЛСТ растворяют в воде в указанном соотношении в специальной емкости

и в необходимом количестве дозируют в смеситель, куда также подают кубовые остатки через специальный дозатор. Затем в течение 5...7 мин происходит перемешивание компонентов (500 об/мин). Готовую добавку перекачивают в расходные емкости бетоносмесительного цеха. Добавку дозируют по обычной технологической схеме в количестве 0,1...0,15% массы цемента (в пересчете на сухое вещество). В среднем расход добавки колеблется от 2,5 до 4 кг/м³. Применение комплексной добавки не требует изменения технологических режимов термообработки.

Введение данной добавки в бетонную смесь позволяет сократить время перемешивания бетонной смеси, уменьшить продолжительность вибрирования на 30%, экономить 40 кг цемента в расчете на 1 м³ железобетона, снизить стоимость 1 м³ сборного железобетона на 1 р. 44 к. Стоимость 1 т готовой добавки 5 р. 04 к. Годовой экономический эффект внедрения добавки составляет 66,47 тыс. р.

Комплексная добавка прошла производственные испытания и внедрена на Новгородском ДСК в 1983 г. За период работы с добавкой изготовлено более 20 тыс. м³ сборного железобетона.

Добавка указанного состава признана изобретением и защищена авторским свидетельством № 1258822 (Б. И., 1986, № 35). За дополнительными сведениями следует обращаться по адресу: 173630, г. Новгород, Ленинградская ул., 74, ДСК.

Представляет интерес установка по производству активированного шлакоцементного вяжущего (АШЦВ), применение которого при изготовлении бетонных и растворных смесей позволяет получать экономию цемента до 50%. Установка состоит из блока силосных банок, надсилосных площадок, отделения приготовления и узла осаждения АШЦВ, линий материалопроводов и трубопроводов сжатого воздуха.

Технологический процесс производства вяжущего основан на принципе применения мелющего противоточного смесителя-реактора СРМ-20, позволяющего за счет активизации используемых компонентов (молотого вулканического шлака и цемента М-400) получить значительную экономию цемента.

Прием вяжущего и минерального порошка осуществляют из цементовозов через гофрированный гибкий рукав, присоединяемый с помощью быстротъемного замка к загрузочному трубопроводу, установленному на каждом силосе. Очистка воздуха, вытесняемого из силосов при их загрузке, производится рукавными фильтрами СМ1-169 со встряхивающими устройствами.

Объемными дозаторами цемент и минеральный порошок подаются в смеситель-реактор. Частицы материала, подхватываемые потоком сжатого воздуха (с параметрами $P=0,6$ МПа, $a=30$ м³/мин), сталкиваются друг с другом со скоростью 100 м/с и измельчаются.

Разгрузка силосов склада производится пневморазгрузателями в бункер. При этом запыленный воздух вентилятором вытесняется в силосы и очищается фильтрами. Выдача АШЦВ из бункера склада производится пневмовинтовым насосом.

На основании разработанных Камчатским филиалом Дальневосточного ПромстройНИИпроекта проектно-сметной документации и комплекта нестандартизированного оборудования на заводе КПД ПСО Камчатскгражданстрой изготовлена и внедрена опытно-промышленная установка по производству АШЦВ. Техническая документация находится в Камчатском ЦНТИ по адресу: 683603, Петропавловск-Камчатский, проспект Карла Маркса, 29.

Интересна ресурсосберегающая технология изготовления изделий сборного железобетона с использованием комплексной добавки на основе сульфатных стоков. Добавка состоит из пластификатора и ускорителя твердения бетона, представляющих собой водный раствор сульфатных стоков (сульфат натрия, каустическая сода, алкилсульфаты и изопропиловый спирт). Оптимальное содержание добавки в воде затворения — 0,5...1,0% массы цемента. Стоимость добавки — 0,07...0,10 р/м³ бетона. Пластифицирующая добавка и сульфатные стоки являются промышленными отходами производства.

Предел прочности при сжатии бетонов с такой добавкой 20...40 МПа, морозостойкость F100...F300, водонепроницаемость W4...W8.

Применение добавки в бетонах обеспечивает экономию цемента на 15...20 и энергозатрат на 30% за счет сокращения продолжительности термообработки; повышение долговечности бетона и увеличение срока службы конструкций в 1,5...2 раза; улучшение качества готовой продукции. Возможно использование безотходной технологии.

Внедряющая организация Новочеркасский завод железобетонных изделий и строительных деталей ВПО Союзнефтегазстройконструкция. Экономический эффект 150 тыс. р. Разработчики: ВНИИСТ Миннефтегазстрой СССР, 105058, Москва, Окружной пр., 19; Новочеркасский политехнический институт, 346400, Новочеркасск, Ростовской обл., ул. Просвещения, 132.

УДК 691.327:666:973.2

Г. БАБАЧЕВ, К. КОЛЕВ, инженеры (НРБ)

Золошлаковая смесь для производства легких бетонов

Исследования и практика свидетельствуют о технико-экономической целесообразности использования золошлаковых смесей ТЭЦ в качестве мелкой фракции легких конструктивно-теплоизоляционных бетонов. Использование для указанной цели отходов ТЭЦ способствует решению проблем, связанных с сырьевой и энергетической базами.

В НРБ существуют трудности с выпуском и с использованием мелких фракций заполнителей для легких бетонов. Вопреки доказанной эффективности использования производство их ограничено. Один из способов решения этого вопроса — использование золошлаковой смеси ТЭЦ «Бобов дол». Смесь отвечает требованиям постоянства объема при различных условиях испытания. Содержание несгоревших частиц, выраженное как потери при прокаливании при 1000°C, находится в пределах 3,2..5,4%, содержание соединений серы — 0,1..1,1% и содержание водорастворимых солей — 0,47..1,85%.

Объемная плотность смесей изменяется в границах 580..700 кг/м³ — смеси сравнительно легкие. Объемная плотность зерен 1335 кг/м³ (средняя), коэффициент теплопроводности 0,15..0,17 Вт/(м·°С). Гранулометрический состав приведен на рисунке. Данные показывают, что золошлаковую смесь ТЭЦ «Бобов дол» можно использовать как мелкую фракцию заполнителей легких бетонов.

Из легких заполнителей в НРБ производят керамзитовый гравий и вспученные сланцы в виде гравия фракции 10..20 и 5..20 мм объемной плотностью 500..700 кг/м³. Фракции 0..5 и 5..10 мм производят в незначительных количествах, что затрудняет получение качественных конструктивно-теплоизоляционных бетонов.

В настоящий момент единственная возможность повышения качества легких бетонов — использование золошлаковых смесей ТЭЦ без добавок и в комбинации с воздухововлекающими добавками.

Добавки типа нейтрализованной ка-нифольной смолы (НКС) позволяют вводить не более 4..6% воздуха. Этого недостаточно и в производственных условиях почти невозможно реализовать положительное действие воздухововлекающих добавок на объемную массу легкого бетона. Поэтому на данном этапе оптимизацию составов легкого бетона проводили без учета воздухововлекающих добавок, а усилия специалистов были направлены на создание таких добавок, с помощью которых в легкий бетон на золошлаковой смеси можно вводить 10..12% воздуха.

Лабораторные и производственные исследования позволили разработать составы легких бетонов с золошлаковой смесью ТЭЦ «Бобов дол» для железобетонных элементов ограждающих конструкций жилищного, промышленного и других видов строительства.

В лабораторных условиях использован метод математического моделирования совместного влияния некоторых рецептурных факторов — количества цемента и воды, соотношения (по объему) золошлаковой смеси и керамзитового гравия на основные свойства легких бетонов. Эти факторы изменяются на трех уровнях. Использован план эксперимента, близкий к оптимальному, вида Вз. Опыты проводили при тепловой обработке бетонов паром при атмосферном давлении по режимам, соответ-

ствующим проектным. Режимы аналогичны действующим на предприятиях, выпускающих железобетонные элементы из легких конструктивно-теплоизоляционных бетонов.

Экспериментальные данные позволили получить уравнения регрессии для одиннадцати основных свойств легких бетонов на золошлаковых смесях ТЭЦ «Бобов дол». Анализ показывает, что влияние рецептурных факторов на свойства легкого бетона на золошлаковых смесях удовлетворительно; эти зависимости можно использовать при проектировании и оптимизации конкретных составов.

В таблице приведены составы легкого бетона, полученные в производственных условиях, на заводе строительных конструкций в с. Копиловци (Кюстендилский округ) и на ДСК в г. Софии.

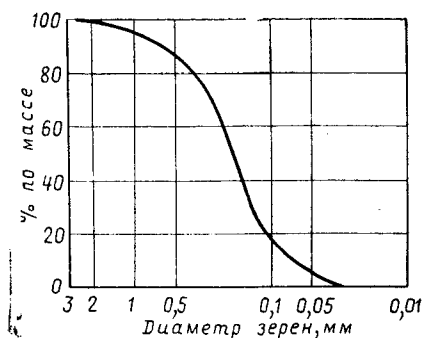
| Состав бетона | Класс бетона | |
|---|--------------|-----------|
| | B5 | B7,5 |
| Керамзитовый гравий фракции 10..20 мм, м ³ | 0,75—0,85 | 0,78—0,9 |
| Золошлаковая смесь, м ³ | 0,55—0,7 | 0,45—0,66 |
| Цемент 20ПЦ марки 350, кг | 270—300 | 270—300 |
| Вода, м ³ | 0,2—0,22 | 0,19—0,22 |

Согласно действующим в НРБ нормативным документам, минимальное количество цемента, расходуемое для получения 1 м³ легкого бетона, составляет 270 кг/м³

Поскольку используется керамзитовый гравий фракции 10..20 мм, необходимо вводить большое количество золошлаковой смеси. Вопреки этому показатели полученных легких бетонов лучше, чем показатели легких бетонов с мелкой фракцией керамзитового или перлитового песка.

Бетонная смесь обладает хорошей удобоукладываемостью и однородностью, не расслаивается при транспортировании, хорошо формируется и уплотняется.

Достигнут значительный эффект при производстве легкого бетона с золо-



Гранулометрический состав золошлаковой смеси ТЭЦ «Бобов дол»

шлаковой смесью на заводе строительных конструкций в Копиловцах и на ДСК в Софии. В обоих случаях достигнуты стабильные прочностные показатели и объемная плотность. Коэффициенты однородности объемной плотности — 0,89 и 0,87, коэффициенты однородности прочности при сжатии соответственно 0,84 и 0,93. Коэффициент теплопроводности при равновесной влажности находится в пределах 0,38...0,42 Вт/(м·°С).

Ниже приведены показатели легких бетонов с золошлаковой ТЭЦ «Бобов дол».

| | |
|---|---------------------|
| Класс в зависимости от прочности при сжатии, МПа | 5—7,5/7,5—10 |
| Объемная плотность, кг/м ³ | 950—1000/1000—1100 |
| Класс в зависимости от прочности при растяжении при изгибе, МПа | 0,5—1,5/0,5—1,5 |
| Модуль упругости 10 ³ , МПа | 7—8,5/9,5—10 |
| Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С | 0,34—0,41/0,30—0,36 |
| Водопоглощение по объему, % | 8—25/20—25 |
| Водопоглощение при относительной влажности воздуха 100%, % | 2—5/4—6 |
| Усадка, мм/м | 0,3—0,6/0,3—0,6 |
| Ползучесть, мм/м | 0,6—1/0,6—1 |
| Водонепроницаемость | 0,2—0,3/0,5—0,7 |
| Морозостойкость | 25—35/25—35 |
| Консистенция (по техническому вискозиметру), с | 10—20/5—12 |

Примечание. Перед чертой — рекомендуемые показатели, после черты — достигнутые в производственных условиях.

При внедрении легких бетонов с мелкой фракцией из золошлаковой смеси ТЭЦ «Бобов дол» достигается значительная экономия. При расстоянии до потребителя менее 100 км экономия составляет около 6...8 левов на 1 м³ бетона в зависимости от конкретных условий.

Экономический эффект на заводе строительных конструкций в Копиловцах за год составляет более 80 тыс. левов (экономия цемента, керамзитового гравия, перлитового песка и электроэнергии). За истекший период на заводе сэкономлено 5000 т цемента, 9500 м³ керамзитового песка и гравия, 9000 м³ перлитового песка, 24000 кВт электроэнергии. На домостроительном комбинате в Софии экономический эффект составил около 8 левов/м³, сэкономлено около 5000 м³ керамзитового песка. Бетоны на золошлаковой смеси будут использоваться и другими строительными организациями.

Выводы

Доказана технико-экономическая целесообразность применения золошлаковой смеси ТЭЦ «Бобов дол» в качестве легкой мелкой фракции заполнителей в легких конструктивно-теплоизоляционных бетонах. Достигнута значительная экономия денежных, сырьевых и энергетических ресурсов.

Информация

Читательская конференция

В апреле в Новосибирске прошла конференция читателей журнала «Бетон и железобетон», в которой приняли участие представители строительных, проектных, научных организаций и вузов городов Западно-Сибирского региона — Братска, Кемерова, Красноярска, Томска, Новокузнецка и Новосибирска.

Выступивший на конференции главный редактор журнала д-р техн. наук, проф. К. В. Михайлов отметил важность выполнения принятой программы решения жилищной проблемы и развития социальной сферы в стране. Большое место в решении этих задач отводится строительной индустрии, которая должна резко увеличить объемы производства бетона и железобетона как сборного, так и монолитного поднять качество и производительность труда в строительстве. В этой связи значительно возрастает роль отраслевой печати в деле освещения передового опыта строительного производства, а также в обобщении теоретической и научно-технической информации.

Редакция журнала стремится к тому, чтобы публикуемые материалы полнее отвечали требованиям и запросам производства. Для этого в различных регионах страны регулярно проводятся читательские конференции, встречи и беседы с читателями журнала, на которых анализируется общая тематическая направленность журнала, обсуждается характер помещаемых в нем публикаций. Все это улучшает работу журнала, позволяет в известной мере наладить обратную связь со специалистами и своевременно выявлять наиболее ценные идеи и разработки, способствующие совершенствованию теории и практики бетона и железобетона.

Далее главный редактор поделился планами редакционной коллегии относительно тематических номеров журнала в 1988—1989 гг.

Участники конференции высказали ряд замечаний и пожеланий в адрес редакции, учет которых, по их мнению, способствовал бы большей популяризации журнала, а также повысил практи-

ческую ценность и эффективность публикуемых материалов.

Начальник отдела СКТБ Стройиндустрия В. В. Габрусенко отметил, что журнал сравнительно мало публикует материалы, посвященные современной технологии и экономике железобетона. По его мнению, в журнале целесообразно открыть рубрику «Письма читателей», а также приводить на последних страницах обложки журнала краткую информацию об издаваемых сборниках трудов, посвященных теории и практическому использованию железобетона. А. Н. Рогилов, представитель Сибкадемстроя, предложил рассказывать в журнале о нестандартных технологических или конструктивных решениях, которые улучшают качество железобетонных конструкций, упрощают технологию их изготовления.

Ряд выступавших остановились на вопросах поднятия роли советов содействия журналу, организации с их помощью рецензирования статей с целью обеспечения быстрой публикации наиболее ценных материалов, отметили необходимость и полезность сообщений об авариях железобетонных строительных конструкций и сооружений.

С предложением об организации в журнале дискуссионной рубрики «Круглый стол» выступил директор Сибирского филиала КТБ НИИЖБа (Кемерово) В. Н. Гаманюк.

Председатель совета содействия журналу по Западной Сибири д-р техн. наук, проф. Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта Г. М. Власов в своем выступлении выразил пожелание шире освещать в журнале вопросы, связанные с использованием железобетонных конструкций в условиях сурового климата, с эксплуатацией сооружений, их долговечностью. Он отметил, что в последние годы журнал практически не публикует материалы, посвященные железобетонным мостам. Поддержав предложение предыдущих выступающих, Г. М. Власов подчеркнул, что публикации об авариях конструкций должны сопровождаться подробным анализом их причин.

Участники конференции отметили также, что в журнале печатается мало статей, авторами которых являются специалисты, работающие в районах Сибири.

В заключение главный редактор отметил, что высказанные участниками читательской конференции замечания и пожелания будут использованы редакцией для выработки мероприятий по дальнейшему улучшению журнала в свете задач поставленных перестройкой перед капитальным строительством.

ВЫСТАВКА-ЯРМАРКА

«НАУКА — СТРОИТЕЛЬСТВУ»

С 14 августа с.г. на территории объединенных павильонов «Строительство» ВДНХ СССР начинает работу Выставка-ярмарка. Ее организатор — Всесоюзный научно-исследовательский институт информации по строительству и архитектуре (ВНИИИС) Госстроя СССР предлагает организациям и предприятиям строительного комплекса наиболее эффективные разработки отраслевой науки.

На Выставке-ярмарке можно приобрести по договорным ценам готовые разработки, заказать нужную продукцию, заключить договоры на выполнение научно-технических и проектно-конструкторских разработок.

Каждый экспонат Выставки-ярмарки — оригинальное научное решение.

Помните, ярмарка предоставляет широкие возможности для заключения взаимовыгодных контрактов.

Адрес Выставки-ярмарки: Москва, Фрунзенская наб., 30.
Телефоны для справок: 251-17-95, 251-17-83, 251-52-28.

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 624.016.5

Сборный железобетонный каркас многоэтажного здания / Г. П. Пастушков, А. В. Зущик, Д. И. Згировский, С. Г. Смирнов // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 4—5.

Предложено конструктивное решение сборного железобетонного каркаса многоэтажного здания, позволяющее при минимальном числе типоразмеров элементов возводить здания различной конфигурации в плане — от круглой до прямоугольной. Каркас состоит из крупногабаритных преднапряженных треугольных ребристых плит перекрытия размером на ячейку и центрифугированных колонн кольцевого сечения. — Ил. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 624.074.4:531.3.001.57

Исхаков Я. Ш. Поведение пологих оболочек при сильных сейсмических воздействиях // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 5—7.

Получен экспериментально и подтвержден расчетом эффект пластического крена в оболочках при сильных сейсмических воздействиях. Выявлены механизмы развития пластических деформаций в конструкции, особенности снижения динамической жесткости, характер и критерии предельных состояний. Разработана программа расчета оболочек для сейсмических районов. — Ил. 6. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 693.554 [69.002.5+65.011.56]

Горский В. В., Глобучик В. Г. Комплексная механизация и автоматизация арматурно-сварочных работ // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 8—10.

Освещен опыт внедрения поточных автоматизированных линий и другого арматурно-сварочного оборудования на Гатчинском сельском ДСК и показана эффективность их использования. — Ил. 5. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.115:674.816.2.061.3

Олехнович К. А., Шахов А. Н. О формировании арболитовых изделий // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 11—13.

Описано устройство и даны результаты исследования режима работы лабораторной ударно-встряхивающей установки, формирования на ней образцов из арболитовой смеси, исследования послужили основанием для проектирования опытного образца ударно-встряхивающей установки грузоподъемностью 12 т. — Ил. 3, табл. 1. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 660.949

Грановский Ю. Л. Невзрывные разрушающие композиции на основе негашеной извести // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 14—15.

Приведены основные характеристики, технология получения и применения невзрывных разрушающих композиций, приготовленных с использованием негашеной извести с добавками, предназначенных для разрушения хрупких прочных материалов (кирпичной кладки, бетона, железобетона, горных пород и др.). — Библиогр.: 7 назв.

УДК 69.059.22

Составы для безвзрывного разрушения старого бетона / В. В. Галкин, В. В. Михайлов, Л. И. Будагянц и др. // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 16—17.

Рассмотрен вопрос использования энергии расширения материала для разрушения бетонных и железобетонных фундаментов, кирпичной кладки, горных пород и пр. Приводятся данные о разрушении материала без взрыва за счет создания в нем разветвленной системы трещин в результате объемного расширения затвердевшей смеси, залитой в предварительно пробуренные шпур. Рассмотрено влияние различных технологических факторов на энергию разрушения. Представлены оригинальная методика измерения энергии расширения, лабораторные и полигонные испытания опытной партии невзрывчатого разрушающего вещества. — Ил. 2, табл. 3. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 624.078.5:624.153.521.012.45.04

Чижевский В. В., Эпп А. А. Расчет стального сопряжения колонны с плитным фундаментом // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 18—19.

На основе проведенных экспериментальных исследований рассмотрены напряженно-деформированное состояние и возможные схемы разрушения стального сопряжения колонны с плитным фундаментом. Выявлено влияние последовательности качественных переходов в работе конструкции на нагрузку раскалывания, выделено предельное состояние по срезу бетона замоноличивания. Предложен общий алгоритм расчета, а также расчетные схемы для определения нагрузки трещинообразования, появления распора и среза бетона. — Ил. 2, табл. 1. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 624.074.2/3.046.5

Гуща Ю. П., Краковский М. Б., Долганов А. И. Надежность изгибаемых элементов прямоугольного сечения // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 20—21.

Расчетами на ЭВМ оценена надежность нормальных сечений изгибаемых железобетонных прямоугольных элементов с одиночным и двойным армированием. Элементы изготавливают из бетонов различных классов и арматуры классов А-II и А-III. Выявлены случаи избыточной надежности. Предложены коэффициенты для корректировки формул СНиПа. — Ил. 2. — Библиогр.: 3 назв.

УДК 691.327:539.4

Мамедов Т. И. Расчет прочности нормальных сечений элементов с использованием диаграммы арматуры // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 22—25.

Предложена аналитическая зависимость для описания диаграммы растяжения всех видов арматурной стали. Представлены данные исследований влияния преднапряжения высокопрочной проволочной арматуры (проволака и канаты) на изменение ее прочностных и деформативных свойств. Предложена общая зависимость для учета влияния преднапряжения стержневой и проволочной арматуры на изменение величины условного предела упругости арматуры. Показана методика расчета прочности нормальных сечений элементов по СНиПу с использованием диаграммы арматуры в явном виде, а также с учетом влияния преднапряжения арматуры на прочность нормальных сечений. — Ил. 3, табл. 2. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 624.072.233+624.131.54

Расчет конструкций, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях / А. Б. Голышев, [В. Я. Бачинский], А. Н. Бамбура, А. И. Голоднов // Бетон и железобетон. — 1988. — № 8. — С. 25—27.

Содержится обоснование актуальности вопросов расчета железобетонных конструкций зданий, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях. Приведены исходные предпосылки и основные уравнения методики расчета несущей способности и деформативности системы «железобетонная балка — деформируемое основание», а также некоторые основные результаты выполненных в НИИСК в последние годы экспериментальных и теоретических исследований. — Ил. 3. — Библиогр.: 5 назв.

Pastushkov G. P., Zushtehik A. V., Zgirovsky D. I., Smirnov S. G. Precast reinforced concrete frame for many-storied building

Iskhakov Ya. Sh. Behaviour of gently sloping envelopes under important seismic actions

Gorsky V. V., Globutchik V. G. Complex mechanization and automatization of reinforcement welding works

Ólekhnovitch K. A., Shakhov A. N. Moulding of articles from arbolithe

Granovsky Yu. L. Explosionless destruction compositions on basis of quicklime

Galkin V. V., Mikhailov V. V., Budaghjants L. I., Bejlina M. I., Tchushkin A. P., Rozman D. A., Mingazutdinova T. V. Compositions for explosionless destruction of ancient concrete

Tchizhevsky V. V., Epp A. A. Calculation of cylindrical conjugating of column with slab foundation

Gushtcha Yu. P., Krakovsky M. B., Dolganov A. I. Safety of bending elements of rectangular sections

Mamedov T. I. Calculation of resistance of elements normal sections with the use of reinforcement diagram

Golyshv A. B., Batchinsky V. Ya., Bambura A. N., Golodnov A. I. Calculation of structures built in complex engineer-geological conditions

Pastouchkov G. P., Zoustchik A. V., Zghirovsky D. I., Smirnov S. G. La carcasse préfabriquée en béton armé d'un bâtiment à plusieurs étages

Iskhakov Ya. Ch. Le comportement des enveloppes en pente douce sous les actions sismiques importantes

Gorsky V. V., Globoutchik V. G. La mécanisation complexe et l'automatisation des travaux de soudage des armatures

Olekhnovitch K. A., Chakhov A. N. Sur la formation des produits en arbolithe

Granovsky Yu. L. Les compositions destructives non-explosives sur la base de chaux non éteinte

Galkine V. V., Mikhailov V. V., Boudaghjants L. I., Bejlina M. I., Tchouchkine A. P., Rozman D. A., Mingasoutdinova T. V. Les compositions pour la destruction sans explosion du béton ancien

Tchizhevsky V. V., Epp A. A. Le calcul de la jonction cylindrique de colonne avec la fondation en dalles

Goustcha Yu. P., Krakovsky M. B., Dolganov A. I. La fiabilité des éléments sollicités en flexion avec sections rectangulaires

Mamedov T. I. Le calcul de la résistance des sections ordinaires des éléments avec d'utilisation de graphique des armatures

Golychev A. B., Batchinsky V. Ya., Bamboura A. N., Golodnov A. I. Le calcul des structures édifiées dans les conditions ingénieurogéologiques complexes

ВНИМАНИЮ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

Напоминаем, что почтамты, отделения связи и предприятия «Союзпечати» продолжают принимать подписку на журнал «БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН» на текущий год. Оформить ее можно с любого предподписного месяца, но не позже 12-го числа.

Уже сейчас можно стать подписчиком и на 1989 г.

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, Ю. В. Волконский, 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, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *Н. А. Шатерникова*

Сдано в набор 13.06.88 Подписано в печать 12.07.88 Т-15356
 Формат 60×90/16. Печать высокая. Бумага книжно-журнальная Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75 Уч.-изд. л. 5,77
 Тираж 12400 экз. Зак. № 197 Цена 60 коп.

Почтовый адрес редакции: 101442, ГСП, Москва, Каляевская, 23а
 Тел. 292-41-34, 292-62-05

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Новые изобретения

№ 1*

А. с. 1364476 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Станок для формования бетонных камней**/Я. Н. Строевой, А. М. Пенкисович, С. К. Жаров и др. (СССР); Гипростроммашина.

А. с. 1364477 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Стопорное приспособление виброплощадки**/Б. С. Атаев, Б. И. Рубин, Г. А. Оленин, Г. В. Королев (СССР); Республиканский межотраслевой ин-т повышения квалификации руководящих работников и специалистов отраслей народного хозяйства.

А. с. 1364478 СССР, МКИ³ В 28 В 5/04. **Устройство для формования бетонных изделий**/В. А. Кочетов, В. А. Ли, Г. Ф. Зыков, Б. Ф. Антипов (СССР); ВНИИтрансстрой и ЦМПКИ при МИСИ.

А. с. 1364479 СССР, МКИ³ В 28 В 7/00. **Поддон**/Л. Г. Курбатов, Ю. И. Ермилов, А. З. Гутман, А. В. Фролов (СССР); ЛенЗНИИЭП, трест № 6 Главленинградстрой.

А. с. 1364480 СССР, МКИ³ В 28 В 21/30. **Составная форма для изготовления центрифугированных изделий из бетонных смесей**/В. И. Чехута, В. В. Чехута (СССР).

А. с. 1364483 СССР, МКИ³ В 28 В 21/34. **Устройство для радиально-прессующих силовых воздействий на бетонную смесь к установке для формования центрифугированием трубчатых изделий**/В. А. Полетик, В. В. Тарасов (СССР); Белорусский политехнический ин-т.

А. с. 1364613 СССР, МКИ³ С 04 В 28/02. **Бетонная смесь**/Г. П. Федин, Г. Ф. Тарасов (СССР); Горьковский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1364614 СССР, МКИ³ С 04 В 28/08. **Активизированная бетонная смесь**/А. М. Гиржель, В. И. Романов, О. А. Пристромко и др. (СССР); Донецкий ПромстройНИИпроект.

А. с. 1364617 СССР, МКИ³ С 04 В 40/00; В 28 В 1/52. **Способ приготовления фиброармированной бетонной смеси**/Ф. Н. Рабинович, В. С. Стерин, В. А. Голубенков и др. (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1364675 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/03. **Арматурная проволока периодического профиля**/Б. А. Никифоров, Вен. А. Харитонов, В. А. Харитонов и др. (СССР); Магнитогорский горно-металлургический ин-т.

А. с. 1364676 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас**/Л. К. Лукша, А. С. Мацкевич, Ф. С. Кравченко, В. Ю. Олляк (СССР); Белорусский политехнический ин-т.

А. с. 1364677 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Пространственный арматурный каркас**/В. Б. Арончик, А. Я. Игнатан, А. Т. Коротов, В. И. Олейник (СССР); ЛатНИИЭС.

А. с. 1364679 СССР, МКИ³ Е 04 Г 21/12; Г 04 В 15/02. **Устройство для подачи строительных смесей**/Б. Г. Лызо,

Л. П. Степанов, Б. И. Коновалов, А. Я. Шипилов (СССР); МНПО Стройдормаш.

А. с. 1364681 СССР, МКИ³ Е 04 С 21/12. **Способ предварительного напряжения арматуры**/С. И. Роговой, Н. Н. Губий, Б. А. Ландарь (СССР); Полтавский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1364733 СССР, МКИ³ Е 21 Д 11/10. **Переставная механизированная опалубка**/В. Т. Сыромкин, О. Н. Долбиков, П. П. Бессолов, Г. С. Бузов (СССР); Трест Союзшахтоспецпромстрой ВСМО Союзспецпромстрой.

А. с. 1364734 СССР, МКИ³ Е 21 Д 11/10. **Способ возведения монолитной бетонной крепи**/О. Н. Долбиков, В. Т. Сыромкин, Г. С. Бузов, В. М. Адякина (СССР); КТБ Союзшахтоспецпромстрой.

№ 2

А. с. 1366402 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Формующий механизм пресс-автомата для изготовления строительных изделий**/И. Ф. Мордвиняк, А. И. Дегтяренко, И. С. Лисовенко, С. И. Матющенко и др. (СССР); ЦНИИпромзданий.

А. с. 1366403 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Вибровкладыш установок для формования пустотелых изделий из бетонных смесей**/В. Н. Власов, Б. Г. Трегубов, Ж. Г. Мухин (СССР); Ин-т горного дела СО АН СССР.

А. с. 1366405 СССР, МКИ³ В 28 В 7/00. **Форма для изготовления образцов бетона**/В. М. Ауэрбах, Б. В. Савранский, В. М. Смолянский (СССР); ВНИИтрансстрой.

А. с. 1366406 СССР, МКИ³ В 28 В 7/38. **Смазка для форм**/Г. С. Агаджанов, Н. И. Кошелева, М. И. Нейман и др. (СССР); НИИмосстрой, комбинат Стройдеталь Мосотделпрома.

А. с. 1366407 СССР, МКИ³ В 28 В 15/00, 13/00, 5/00. **Технологическая линия для изготовления строительных изделий**/Л. И. Эпштейн, Ю. Г. Хаит, В. В. Чувырин и др. (СССР); НИЛ ФХММ и ТЛ.

А. с. 1366409 СССР, МКИ³ В 28 В 21/44. **Установка для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей**/А. Г. Давиденко, В. С. Черепанов (СССР); УкрНИИГиМ.

А. с. 1366496 СССР, МКИ³ С 04 В 28/00, 18/04. **Сырьевая смесь для приготовления жаростойкого бетона**/В. В. Попов, И. С. Карпенко, В. П. Давиденко (СССР); Донецкий ПромстройНИИпроект.

А. с. 1366498 СССР, МКИ³ С 04 В 28/24. **Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона**/Ю. П. Горлов, Е. В. Звезда, П. В. Бородин, Н. И. Мазина (СССР); МИСИ.

А. с. 1366611 СССР, МКИ³ Е 04 С 1/04. **Панель ограждения**/Я. П. Бондарь, С. В. Альперович, М. В. Бородинская (СССР); МосгипроНИИсельстрой.

А. с. 1366613 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/01. **Способ изготовления арматуры для бетонирования**/В. Ф. Черных, А. Ф.

Маштаков, Г. Л. Лошкарев, О. А. Улитин (СССР); Краснодарский политехнический ин-т, Московский ин-т нефти и газа.

А. с. 1366617 СССР, МКИ³ Е 04 Г 11/22. **Подъемно-переставная опалубка**/И. В. Подчуфаров, А. А. Андрачников, М. Б. Поспелов, Д. С. Рабульский (СССР); Проектная контора треста Спецжелезобетонстрой.

А. с. 1366618 СССР, МКИ³ Е 04 Г 11/24. **Устройство для перемещения горизонтально скользящей опалубки**/Г. И. Гескин, Б. Я. Грувер, Р. Н. Красновский, Л. М. Тришкина (СССР); Донецкий ПромстройНИИпроект.

А. с. 1366619 СССР, МКИ³ Е 04 Г 21/02; Г 04 Г 1/02. **Пневматический бетононасос**/А. В. Плузжников, В. М. Телятников (СССР); Краснодарский политехнический ин-т.

А. с. 1368175 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Установка для изготовления изделий из бетонных смесей**/Э. Н. Малышев, Ю. А. Джапаридзе, И. И. Петренас и др. (СССР); ЛИИЖТ.

А. с. 1368177 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. **Устройство для изготовления лестничных маршей**/К. В. Ершов, А. А. Скубыра (СССР).

А. с. 1368178 СССР, МКИ³ В 28 В 7/30. **Пустотообразователь**/Е. Н. Шапкин (СССР); УралНИИстромпроект.

А. с. 1368179 СССР, МКИ³ В 28 В 13/02. **Устройство для уплотнения бетонной смеси**/Б. И. Зыков, П. Н. Савватеев, М. Н. Старостин. Ярославский политехнический ин-т. (СССР);

А. с. 1368182 СССР, МКИ³ В 28 С 9/00. **Смеситель**/В. В. Скрипица (СССР).

А. с. 1368293 СССР, МКИ³ С 04 В 28/02. **Способ приготовления шлакобетонной смеси**/Н. И. Федынин (СССР); Новокузнецкое отделение УралНИИстромпроекта.

А. с. 1368295 СССР, МКИ³ С 04 В 28/14. **Легкобетонная смесь**/А. К. Гармуте, Б. А. Валинчене, А. А. Амбрасас, Б. П. Баляжянцис (СССР); Алитусский завод холодильников, ЛитНИИСиА.

А. с. 1368305 СССР, МКИ³ С 04 В 38/10. **Пенообразователь для поризации бетонных смесей**/А. М. Крохин, А. Т. Баранов, В. С. Костров, А. П. Акимова (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1368397 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/24, 1/38. **Каркас здания**/В. С. Баранов, Г. Д. Мараховский, Ю. В. Рождественский, К. А. Ющенко (СССР); Ростовское отделение ЦНИИпроектстальконструкций.

А. с. 1369390 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. **Стыковое соединение стропильной балки с колонной**/А. А. Кравченко, А. П. Штифанов (СССР); Казахский ПромстройНИИпроект.

А. с. 1368399 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Стыковое соединение трехслойных стеновых панелей с железобетонной колонной**/Ф. И. Белят, Н. Б. Абакумова (СССР); Трест Ленинградоргстрой.

А. с. 1368401 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/02. **Крупнопанельная крыша**/А. М. Ма-

* См.: Открытия. Изобретения. — 1988.

лик-джанян, Р. Г. Айрагетян, Г. Б. Назарян, К. Л. Аванесов (СССР); Ереванский политехнический ин-т.

А. с. 1368403 СССР, МКИ³ Е 04 С 3/20. **Железобетонная балка** / А. И. Мордич, В. И. Соломатов, Н. Н. Маркевич, А. Л. Поляков (СССР); НПО Дорстройтехника.

А. с. 1368404 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас железобетонной балки** / А. И. Мордич, И. А. Дубко, Н. Б. Левашова и др. (СССР); НПО Дорстройтехника.

А. с. 1368405 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/06. **Арматурный каркас** / М. А. Рогатовских, В. Е. Беляев (СССР); Липецкий политехнический ин-т.

А. с. 1368406 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/16. **Устройство для фиксации арматурных каркасов в форме** / Р. А. Луус, О. И. Куллер, А. М. Таммару, В. А. Перов (СССР); НИПИСиликатобетон.

А. с. 1368410 СССР, МКИ³ Е 04 G 9/10. **Термоактивный щит опалубки** / А. С. Бейвель (СССР); ВНИИТрансстрой. А. с. 1368411 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/00. **Способ возведения бетонных конструкций с гидроизоляцией** / В. В. Рудин (СССР).

А. с. 1368412 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/08. **Глубинный виброуплотнитель бетонных смесей** / Ю. Г. Трухин, С. И. Матренинский, А. А. Афанасьев (СССР); Воронежский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1368413 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Анкерное натяжное устройство для арматурных пучков** / Ю. В. Постовой, Г. И. Постовой, (СССР); Государственный ин-т по изысканию и проектированию автомобильных дорог.

А. с. 1368414 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26; Е 04 В 7/10. **Способ возведения покрытия** / Г. П. Иванов, А. Г. Трущев, В. М. Поздников, А. А. Ерин (СССР); Свердловский архитектурный ин-т.

А. с. 1368416 СССР, МКИ³ Е 04 Н 1/00. **Многоэтажное здание** / С. К. Саркисов, А. Е. Конюк, А. В. Мельниченко (СССР); Полтавский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1368417 СССР, МКИ³ Е 04 Н 1/00. **Многоэтажное сборное здание** / Э. Л. Вейсман, Е. Г. Валь, Л. Б. Гендельман и др. (СССР); ЦНИИЭП-жилища.

А. с. 1368418 СССР, МКИ³ Е 04 Н 5/00. **Одноэтажное промышленное здание** / В. А. Божко (СССР); УкрНИИпроект-стальконструкция.

№ 4

А. с. 1369890 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08, 21/14. **Виброплощадка** / В. Л. Эпштейн, Ю. А. Хейло, Ю. Т. Дяченко и др. (СССР); Днепропетровский филиал НИИСП.

А. с. 1369891 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Виброударное устройство для уплотнения бетонных смесей в форме** / А. А. Иванов, Л. М. Кликоцук, В. И. Пильщиков, М. З. Ройтбурд (СССР); Днепропетровский государственный ун-т.

А. с. 1369894 СССР, МКИ³ В 28 В 7/00. **Форма для изготовления железобетонных изделий сложного профиля** / В. А. Валувевич (СССР); Минский филиал КТБ Стройиндустрия.

А. с. 1369895 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. **Бортоснастка для изготовления изделий из бетонных смесей** / Ю. М. Иванов, В. А. Данилов, Ю. А. Попов, С. П. Шипилявский (СССР); РПТТ Казоргтехколхозстрой.

А. с. 1369896 СССР, МКИ³ В 28 В 7/04. **Форма для изготовления изделий из бетонных смесей с выпусками арматуры** / В. Ю. Дембицкий (СССР); Комбинат Братскжелезобетон.

А. с. 1369897 СССР, МКИ³ В 28 В 7/22. **Установка для изготовления железобетонных изделий** / М. С. Лебедев, В. О. Маннинен (СССР); ЦНИИЭП-жилища, Гатчинский сельский ДСК.

А. с. 1369901 СССР, МКИ³ В 28 В 21/34. **Бетоноукладчик установок для формирования тел вращения** / В. В. Тарасов, Е. М. Тукай, А. Д. Прокопович, Н. В. Лазеев (СССР); Белорусский политехнический ин-т.

А. с. 1370111 СССР, МКИ³ С 04 В 28/04. **Бетонная смесь** / Г. М. Спивак, С. Н. Лыс, Р. А. Марусяк, М. А. Саницкий (СССР); Калушский филиал ВНИПИгалургии.

А. с. 1370112 СССР, МКИ³ С 04 В 28/08. **Сырьевая смесь для изготовления легкого бетона** / В. Н. Ярмаковский, Ю. П. Белов, Е. В. Жихович и др. (СССР); НИИЖБ.

А. с. 1370200 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/32. **Складчатый свод** / А. В. Коротич, А. Г. Трущев (СССР); Свердловский архитектурный ин-т.

А. с. 1370201 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/06, 1/32. **Сводчатое покрытие** / Р. В. К. Руткус, А. З. Путраментас, П. П. Гайдамавичюс, М. П. П. Пячюлис (СССР); Литмежколхозстрой, ЛитНИСиА.

А. с. 1370202 СССР, МКИ³ Е 04 В 7/08. **Способ образования стереометрических куполообразных оболочек** / В. В. Зубков, А. В. Мазенков (СССР); Горьковский инженерно-строительный ин-т.

А. с. 1370204 СССР, МКИ³ Е 04 F 21/02. **Сопло для набрызга бетонной смеси** / Л. М. Ерофеев, Л. А. Мирошникова, В. Ю. Масаев (СССР); КузНИИшахтострой.

А. с. 1370207 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12; В 28 В 1/50. **Способ изготовления предварительно напряженных газобетонных изделий** / А. Н. Чернов, В. Н. Золотов, Е. В. Зализовский и др. (СССР); УралНИИСтромпроект.

А. с. 1370208 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Устройство для изготовления арматурных проволочных каркасов на оголовках формы** / С. Б. Кваша, Д. И. Шаповалов, М. А. Лянгер (СССР); СКБ Главстройпрома.

А. с. 1370209 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/26, 23/00. **Способ выравнивания элементов каркаса здания** / Р. С. Зекцер, И. К. Раша (СССР); Ленпроектстальконструкция.

№ 5

А. с. 1371997 СССР, МКИ³ Е 02 В 3/06. **Подпорная стена** / В. Э. Даревский, В. А. Есиновский, В. Ф. Самарин (СССР).

А. с. 1372049 СССР, МКИ³ Е 21 Д 9/06. **Способ сооружения монолитно-прессованной бетонной обделки тоннеля с помощью проходческого щита** / В. М. Ауэрбах, В. Ф. Сарабеев, В. М. Смолянский; Б. В. Савранский (СССР); ВНИИТрансстрой.

А. с. 1372051 СССР, МКИ³ Е 21 Д 11/08. **Сборная железобетонная обделка тоннеля** / Е. А. Демешко, А. Е. Слемзин, А. Н. Сонин (СССР); МИИТ. А. с. 1372052 СССР, МКИ³ Е 21 Д 11/00; Е 21 С 39/00. **Стенд для исследования напряженно-деформированного состояния модели сборной крепи подземной выработки** / В. Ф. Сарабеев (СССР); ВНИИТрансстрой.

№ 6

А. с. 1373576 СССР, МКИ³ В 28 В 1/08. **Виброударная площадка для формования трубчатых изделий из бетонных смесей** / Е. А. Логвиненко, Г. К. Волков, А. А. Иванов и др. (СССР); Днепропетровский государственный ун-т.

А. с. 1373701 СССР, МКИ³ С 04 В 28/04, 18/04. **Сырьевая смесь для изготовления строительных изделий** / А. К. Гармуте, Б. А. Валинчене, М. Й. Зефингис (СССР); ЛитНИСиА.

А. с. 1373774 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Вертикальный стык наружных стеновых панелей** / Ю. А. Хайт, В. М. Логвиненко, К. И. Коренев, А. С. Рябинский (СССР); Донецкий ПромстройНИИпроект.

А. с. 1373775 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38. **Горизонтальный стык наружных стеновых панелей** / В. З. Лещинский (СССР); Крымский филиал РПИ Укржилремпроект.

А. с. 1373776 СССР, МКИ³ Е 04 В 1/38, 1/60. **Стыковое соединение стеновой панели с колонной** / А. П. Коротецкий, Ю. Д. Колодийченко (СССР); Харьковский ПромстройНИИпроект.

А. с. 1373777 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/00. **Способ изготовления дисперсной арматуры** / В. В. Арончик, А. Р. Виленсон (СССР); ЛатНИИЭС.

А. с. 1373778 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/03. **Арматурный стержень периодического профиля** / Ю. В. Гончаров, И. П. Видишев, А. В. Горбов и др. (СССР); Днепропетровский металлургический ин-т.

А. с. 1373779 СССР, МКИ³ Е 04 С 5/08. **Арматурный элемент** / Л. И. Иосилевский, Ю. М. Климов (СССР); МИИТ.

А. с. 1373780 СССР, МКИ³ Е 04 G 21/12. **Приспособление для электронагрева арматурных стержней** / В. А. Воробьев, В. А. Горшков, А. Н. Каледдин и др. (СССР); МАДИ.

А. с. 1373781 СССР, МКИ³ Е 04 21/12. **Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий** / Т. В. Кузнецова, А. Ю. Сичкарева, В. Ф. Сазонова и др. (СССР); Брянский технологический ин-т.