

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Решения XXV съезда КПСС — в жизнь!

Промышленность Главмоспромстройматериалов в десятой пятилетке . . . . . 2

#### Трибуна соревнующихся

Гуревич Е. Л., Болтянский М. Д. Снижение материальных и трудовых затрат — основа заводской пятилетки . . . . . 4

#### Строительство зданий методом подъема этажей и перекрытий

Шахназарян С. Х. Опыт строительства зданий методом подъема этажей и перекрытий в Армянской ССР . . . . . 6

Саакян А. О., Саакян Р. О. Проектирование и исследование зданий, возводимых методом подъема . . . . . 8

Дыховичный Ю. А. Применение метода подъема перекрытий и этажей в московском строительстве . . . . . 11

Шумилин А. Б. Исследование конструкций многоэтажных промзданий, возводимых методом подъема . . . . . 13

Жигус Э. П. Строительство водолечебницы методом подъема перекрытий . . . . . 16

Руф Л. В., Викман Э. А. Преднапряжение в железобетонных перекрытиях, сооружаемых методом подъема . . . . . 18

### Навстречу VIII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

Таль К. Э. О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций . . . . . 20

Гвоздев А. А. Некоторые замечания по поводу статьи К. Э. Таля «О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций» . . . . . 21

#### Наши юбиляры

Михайлов К. В. 50-летие научного центра по железобетону . . . . . 22

К 80-летию А. А. Гвоздева . . . . . 25

#### Конструкции

Матков Н. Г. Особенности работы стыков колонн с боковыми подрезками на внецентренное сжатие в каркасах промзданий . . . . . 26

#### Бетоны

Волженский А. В., Гольденберг Л. Б., Воевода Г. Ф. Влияние несгоревшего топлива на морозостойкость песчаных бетонов с добавкой золы . . . . . 29

Рождественский В. Н., Смолянинов Ю. М., Докторов Е. Г., Белецкий Д. А. Конструктивные свойства бетона на заполнителе из литого доменного шлака . . . . . 30

#### Заводское производство

Олехнович К. А. Опыт применения малозумных виброплощадок большой грузоподъемности . . . . . 32

Кузин В. Н., Боровых В. И. Формование плоских изделий с помощью вибропротяжного устройства . . . . . 34

#### Для сельского строительства

Алексеев С. Н., Степанова В. Ф., Ожгибесов Ю. П., Киселев Д. П. Стеновые панели для животноводческих и птицеводческих зданий из керамзитобетона . . . . . 36

#### Долговечность

Мендельсон Д. И., Топчиев Е. А., Саввина Ю. А., Иванов Ф. М. Сульфатостойкость крупнопористого фильтрационного бетона на шлакопортландцементе . . . . . 37

#### Стандарты

Мякошин Н. В., Королев К. М., Довжик В. Г., Широкова Л. А. Новый стандарт на бетонные смеси . . . . . 39

#### Нам пишут

Доброхотов Э. М., Чайников Н. А., Павлов В. А., Бирг Ф. Ш. Эпоксидные компаунды для уплотнения швов стальных форм . . . . . 40

Постоев А. К., Зимницкий В. А., Брызгалов В. А. Применение электрогидравлических установок для разрушения конструкций . . . . . 41

#### Зарубежный опыт

Королев К. М. Транспортирование и подача бетонной смеси в монолитном строительстве . . . . . 41

#### Библиография

Горяинов К. Э. Книга о прогнозировании долговечности бетона . . . . . 45

#### Информация

Цыганков И. И. Семинары по повышению эффективности заводского производства сборного железобетона . . . . . 45

5

(266)

М А И 1977

★  
1917  
1977



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва  
© СТРОИЗДАТ, 1977



*«Предусмотреть дальнейшее развитие промышленности строительных материалов, промышленности строительных конструкций и деталей. Увеличить объем производства строительных материалов за пятилетие примерно в 1,3 раза.»*

«Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976 — 1980 годы»

УДК [691.327+624.012.35] «71»

## Промышленность Главмоспромстройматериалов в десятой пятилетке

Удельный вес промышленности строительных материалов Москвы в общесоюзном выпуске по многим видам материалов и конструкций довольно значителен. Достаточно сказать, что заводами главка производится свыше 5% сборного железобетона.

Предприятия Главмоспромстройматериалов являются своего рода научно-экспериментальной базой, полигоном новой техники и технологии промышленности строительных материалов, так как часто то, что проходит экспериментальную проверку в Москве, получает широкое распространение в других районах страны. Московская промышленность строительных материалов имеет более высокие технико-экономические показатели производства и более низкие оптовые цены на строительные конструкции и детали, чем в среднем по стране.

Осуществление последующих задач развития промышленности предусматривается в основном за счет дальнейшей реконструкции и технического перевооружения предприятий, организации новых производств, повышения уровня комплексной механизации и автоматизации, использования достижений науки и техники, передового опыта.

Одновременно намечается решить ряд вопросов социального развития коллективов предприятий и организаций: повышение общеобразовательного и профессионального уровня работающих, более полное обеспечение их жильем, улучшение культурно-бытового и коммунального обслуживания, условий труда и быта, усиление политико-воспитательной и культурно-массовой работы.

Общий объем капитальных вложений по Москве в десятой пятилетке планируется на 250 млн. р. больше, чем в девятой пятилетке. В значительных объемах предусматривается осуществление культурно-бытового и коммунального строительства с одновременным повышением качества. Капитальные вложе-

ния на строительство жилых домов сохраняются на уровне истекшей девятой пятилетки. За 1976—1980 гг. планируется ввести в эксплуатацию 22,2 млн. м<sup>2</sup> общей жилой площади. Выполнение намеченных объемов капитального строительства в целом по Москве во многом зависит от объема производства строительных конструкций и материалов.

Для удовлетворения потребностей строительства Москвы в материальных ресурсах, выпускаемых предприятиями главка, намечено объем производства продукции в 1980 г. увеличить до 969 млн. р., с приростом против 1975 г. на 203 млн. р., что составит 26,5%.

В 1980 г. выпуск сборного железобетона и заполнителей планируется увеличить против 1975 г. (см. таблицу).

Производительность труда в 1980 г. планируется повысить против 1975 г. на 23,8%. Вследствие этого будет обеспечен прирост продукции на 92%. Почти 42% прироста производительности труда намечается осуществить за счет внедрения научно-технических достижений.

Средняя заработная плата с учетом выплат премий из фондов материального поощрения за пятилетие возрастет на

11%, в результате среднемесячная заработная плата одного работающего составит 185 р. в 1980 г. против 168 р. в 1976 г., а соотношение темпов роста производительности труда и средней заработной платы — 2,1 : 1.

Намечается некоторое увеличение фондов экономического стимулирования: фонд материального поощрения должен возрасти с 15 до 15,9 млн. р., а средства на культурно-массовую работу и жилищное строительство — с 3,4 до 4,8 млн. р.

В десятой пятилетке предусмотрено осуществить комплекс мероприятий плана социального развития коллективов, направленный на закрепление рабочих кадров, улучшение труда и быта. Так, намечается построить 18 столовых на 1480 мест, 500 тыс. м<sup>2</sup> жилой площади, 3 профтехучилища с общежитиями на 3 тыс. мест, два новых пионерлагеря и детские сады-ясли на 700 мест и т. д.

В результате осуществления заданий десятой пятилетки по объему производства и производительности труда, а также осуществления мероприятий по экономии материальных и трудовых ресурсов и финансовых средств прибыль по промышленности в целом возрастет с 118 млн. р. в 1976 г. до 186 млн. р. в 1980 г., или на 158%, затраты на рубль товарной продукции снижаются соответственно с 85 до 82 коп., а общая рентабельность производства (отношение прибыли к производственным фондам) повышается с 16 до 17,1%.

Дальнейшее укрупнение мелких и средних предприятий, подготовка к созданию автоматизированных систем управления, организация производственных объединений, которые планируются в текущем пятилетии, приведет к еще большей концентрации производства — выпуск валовой продукции в среднем на одно предприятие увеличится с 9,3 млн. р. в 1975 г. до 11,5 млн. р. в 1980 г., или в 1,2 раза.

Для улучшения комплектации строек предусматривается трехменная постав-

| Продукция  | Базовый<br>1975 г. | 1980 г. | 1980 г. в<br>% к 1975<br>г. |
|--|--------------------|---------|-----------------------------|
| Сборные железобетонные конструкции и детали, тыс. м <sup>3</sup> | 4570               | 5005    | 109,5                       |
| В том числе:   |                    |         |                             |
| трубы безнапорные диаметром 400 мм                               | 9,06               | 9,8     | 108,2                       |
| то же, диаметром 500 мм  | 3,37               | 9,4     | В 2,8<br>раза               |
| трубы напорные   | 14,5               | 27      | 186,2                       |
| тиюбинги   | 4,1                | 29,3    | В 7,1<br>раза               |
| преднапряженные конструкции                                      | 1368,3             | 1454,3  | 106,3                       |
| Нерудные материалы, тыс. м <sup>3</sup>                          | 16 108             | 17 740  | 110,1                       |
| в том числе щебень и гравий                                      | 9481,4             | 11000   | 116                         |
| Керамзитовый гравий, тыс. м <sup>3</sup>                         | 1799,6             | 2100    | 116,7                       |

ка по транспортно-монтажным графикам железобетонных деталей и конструкций на стройплощадки; в районах массовой застройки будут созданы опорные диспетчерские пункты; расширены существующие и созданы новые подкомплектовочные базы; осуществлено внедрение (на базе ЭВМ «Минск-32») автоматизированного оперативного контроля за выполнением планов по выпуску всей номенклатуры изделий, комплектовочных графиков и учета остатков изделий на складах предприятий.

В десятой пятилетке намечается провести реконструкцию и техническое перевооружение ряда предприятий главного управления, это позволит постепенно перейти на изготовление унифицированных изделий для всех видов строительства. Планируется создать новые предприятия и расширить действующие производственные мощности. Для этой цели предусмотрено 183 млн. р. капитальных вложений.

Особенно актуальной проблемой для промышленности сборного железобетона Москвы является повышение качества, заводской и монтажной готовности продукции.

Будут совершенствоваться конструкции и детали для полносборного домостроения: возрастет их заводская готовность, качество отделки, разнообразие станет облицовка фасадов. Для интерьеров жилых домов и зданий культурно-бытового и общественного назначения будут использованы новые материалы, отвечающие современным требованиям бытовой эстетики и комфорта.

Предусматривается рост производства наружных панелей из керамзитобетона с облицовкой фасадных поверхностей крупноформатной керамической плиткой, стекломозаикой, декоративными бетонными плитами на цветном цементе с рельефной поверхностью. Будет продолжена отработка технологии изготовления панелей наружных стен с внутренним слоем из гипсоперлитобетонной штукатурки для повышения их теплоизоляционных свойств.

В десятой пятилетке предусматривается расширить выпуск панелей перекрытий из конструктивного керамзитобетона до объемов, обеспечивающих их применение в домах жилой площадью свыше 500 тыс. м<sup>2</sup>.

Наряду с однослойными панелями из керамзитобетона будет развиваться производство трехслойных панелей из асбоцементных листов, а также крупноформатных плит типа 2Т с эффективными полимерными утеплителями.

Для панельных жилых зданий будут применяться сплошные панели перекры-

тий (размером не менее чем на комнату) с поверхностью, подготовленной под укладку чистых полов.

В каркасно-панельных жилых зданиях, кирпичных домах и зданиях культурно-бытового назначения будут по-прежнему использовать многопустотные настилы перекрытий, но укрупненные, шириной 3 м, с верхней поверхностью, подготовленной под укладку чистого пола.

В 2,5 раза увеличивается выпуск объемных элементов шахт лифтов для домов из деталей унифицированного каталога; будет осуществляться переход на производство объемных санитарно-технических кабин увеличенных габаритов, повышенной заводской готовности.

Значительно расширяется производство укрупненных железобетонных элементов для строительства тепловых сетей, туннелей для тоннельных обделок (в 4,3 раза), свай с преднапряженным армированием (в 5 раз), унифицированных колодцев для водосточных, канализационных, водопроводных и газопроводных сетей.

Изготовление напорных железобетонных труб диаметром от 700 до 1600 мм, получаемых методом виброгидропрессования, возрастет с 15 до 26 тыс. м<sup>3</sup>. Во второй половине пятилетки начнется выпуск напорных железобетонных труб с применением мономера и самонапрягающегося бетона.

Намеченная программа развития промышленности Главмоспромстройматериалов в десятой пятилетке успешно выполняется. Первый год десятой пятилетки отмечен выполнением всех основных запланированных показателей. Коллективы предприятий и организаций главка досрочно, 27 декабря, выполнили план и социалистические обязательства 1976 г.

План по реализации продукции выполнен на 101,3%, т. е. обеспечен прирост к объему реализации за 1975 г. на 105,2%. Строители Москвы получили дополнительно к плану конструкций и материалов более чем на 10 млн. р. Сверх плана изготовлено много строительных материалов, изделий и конструкций. Это позволило бесперебойно обеспечивать стройки Москвы всей необходимой продукцией.

Большой эффект получен от рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов. За счет реконструкции и технического перевооружения предприятий получено более 75% прироста всех мощностей в 1976 г. Освоен и начат серийный выпуск 25 видов новых промышленных изделий, созданы и введены в эксплуатацию 22 механизированные и автоматизиро-

ванные поточные линии, модернизировано 70 единиц производственного оборудования. Общая сумма экономического эффекта от внедрения новой техники, изобретений и рационализаторских предложений превысила 11 млн. р.

Систематически увеличивается выпуск продукции со Знаком качества. По сравнению с 1975 г. он возрос на 102,1% и составил в 1976 г. 8,5% в общем объеме производства. Производительность труда повысилась на 4,1%. Промышленность в целом работает рентабельно, систематически и своевременно обеспечивает поступление в городской бюджет запланированной прибыли.

Со второй половины 1975 г. на предприятиях главка ведется соревнование за экономию трудовых ресурсов и закрепление рабочих кадров. Существо этого почта заключается в том, чтобы весь прирост продукции в десятой пятилетке получить при той же или меньшей численности рабочих, т. е. за счет роста производительности труда.

В движении за коммунистическое отношение к труду в 1976 г. участвовало более 65 тыс. человек. Звание Ударника коммунистического труда присвоено 33 342 работникам, звание «Коллектив коммунистического труда» носят 2029 бригад, 417 цехов, 557 смен, 158 участков, 257 отделов и служб.

Обязательства по экономии трудовых ресурсов, взятые на 1976 г., выполняются. Условно высвобождено свыше трех тысяч рабочих, получена годовая экономия более 4 млн. р. с учетом воспроизводства рабочей силы. Важным залогом успешного повышения эффективности производства и снижения материалоемкости продукции является экономия материальных и топливно-энергетических ресурсов.

Осуществляя широкую программу мероприятий по экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов, коллективы предприятий промышленности в истекшем году сэкономили 26 тыс. т цемента, 3,5 тыс. т металла, 6,5 тыс. м<sup>3</sup> пиломатериалов, 145 т смол, 14,5 тыс. т усл. топлива и 18,9 кВт·ч электроэнергии.

Промышленность Главмоспромстройматериалов вступила в новый, 1977-й год — год 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции. Программа этого года напряженная, но она реальна и безусловно выполнима. Общий объем производства утвержден в сумме 838 млн. р. и должен возрасти против минувшего года на 104,5%. Задание по росту производительности труда установлено в размере 104,1%. Предусмотрен рост объемов важнейших

видов продукции в натуральных показателях. Организационно разработаны и доведены до каждого коллектива плановые задания по всем утверждаемым показателям. Широко обсуждены и приняты на партийно-хозяйственном активе главка социалистические обязательства на 1977 год и в честь 60-летия Великого Октября, которые направлены на мобилизацию коллективов предприятий с целью досрочного выполнения плана и достойную встречу славного юбилея.

На основе принятых встречных планов и вовлечения в социалистическое соревнование всех рабочих, инженеров, техников и служащих намечено выполнить годовой план по объему производства досрочно, 28 декабря и реализовать сверх плана строительных материалов, конструкций и деталей для московских строителей на 5 млн. р., выпустить сверх плана значительное количество важнейших видов продукции в натуральном выражении.

Развивая инициативу передовых предприятий, предусмотрено осуществить широкую программу организационно-технических и социально-экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования трудовых ресурсов и закрепление кадров, что даст возможность промышленности получить весь прирост производства в 1977 г. в размере 4,5% в основном за счет роста производительности труда, т. е. без привлечения дополнительной рабочей силы. Путем совершенствования организации производства и труда, механизации и автоматизации технологических процессов, повышения коэффициента использования оборудования и рабочего времени намечено поднять производительность труда сверх установленного плана на 0,3%.

Развивая возникшее на предприятиях главка движение за снижение материалоемкости продукции и усиление режима экономии, намечено сэкономить в 1977 г.: цемента — 23 тыс. т, металла — 2,8 тыс. т, пиломатериалов — 5,6 тыс. м<sup>3</sup>, смол — 150 т, топлива условного — 16 тыс. т, электроэнергии — 20 млн. кВт.ч.

Осуществляя программу повышения качества продукции, предусмотрено аттестовать и перееаттестовать на Знак качества 24 изделия и выпустить за 1977 г. этой продукции на 75 млн. р. Социалистическими обязательствами на юбилейный 1977 г. и десятую пятилетку предусмотрено решение и ряда других проблем, выполнение которых будет способствовать дальнейшему повышению эффективности производства и улучшению качества работы предприятий стройиндустрии столицы.

*«Широко развернуть в 1977 году социалистическое соревнование за достойную встречу 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции, вовлечь в него всех рабочих, колхозников, специалистов с тем, чтобы значительно превзойти в юбилейном году плановые задания, создать надежную гарантию для успешного выполнения пятилетки в целом».*



Из постановления ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О Всесоюзном социалистическом соревновании за повышение эффективности производства и качества работы, успешное выполнение заданий десятой пятилетки»

## Трибуна соревнующихся

Директор завода ЖБИ № 7 инж. Е. Л. ГУРЕВИЧ,  
зам. главного инженера канд. техн. наук М. Д. БОЛТЯНСКИЙ

УДК 69.003:658.387.64

### Снижение материальных и трудовых затрат — основа заводской пятилетки

Завод железобетонных изделий № 7 ордена Ленина Главмоспромстройматериалов добился значительных успехов в выполнении плана и высоких социалистических обязательств в девятой пятилетке, завершив ее на 2 мес раньше срока по всем технико-экономическим показателям и обеспечив экономию 14 тыс. т цемента, 600 т металла, 440 тыс. кВт·ч электроэнергии и 450 т условного топлива.

За годы предыдущей пятилетки было освоено 5 комплексно механизированных линий, установлено 12 единиц нового высокопроизводительного оборудования, автоматизирована тепловая обработка изделий в камерах, внедрено более 400 рационализаторских предложений. Это позволило на тех же площадях увеличить объем выпуска сборного железобетона почти на 50 тыс. м<sup>3</sup>, а средняя выработка на одного работающего возросла на 27,6% и в 1975 г. составила 16,5 тыс. р.

Инициатор Всесоюзного социалистического соревнования за снижение материалоемкости выпускаемой продукции, экономии сырья и материалов, коллектив завода успешно выполнил все намеченные мероприятия. За годы 9-й пятилетки разработано и смонтировано оборудование и отработана технология применения жестких бетонных смесей при массовом выпуске блоков

внутренних стен с пустотами по новому каталогу для домов повышенной этажности серии П-68. Изготовление облегченных блоков позволило на 20% снизить массу конструкций и соответственно сократить расход цемента и инертных материалов. Предложения рационализаторов по совершенствованию армирования изделий, рациональному раскрою и стыковке металла в арматурном и ремонтно-механическом цехах ежегодно обеспечивали экономию до 100—120 т металла. Введение статистического метода контроля однородности прочности бетона позволит сберечь 290 т цемента.

Успешное освоение пластифицирующей добавки ССБ, создание установки для автоматизированного введения ее в дорожный бетон (экономический эффект 20,6 тыс. р.), а затем внедрение совместно с Пензенским инженерно-строительным институтом более эффективного пластификатора — молочной сыворотки (отход молочной промышленности) также дало значительный технико-экономический эффект.

Дальнейшие экспериментально-промышленные исследования, проведенные в содружестве с Днепропетровским институтом инженеров транспорта и Московским автодорожным институтом по использованию нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК) в качестве комплекс-

ной добавки в дорожный и конструктивный бетоны, сыграли существенную роль в расширении объема применения отходов химической промышленности в строительной индустрии. Экономия до 10% цемента при стабильном сохранении заданной прочности, сокращение времени изотермического прогрева, снижение расхода тепловой энергии обеспечивают ежегодный эффект порядка 27,7 тыс. р.

Переход на строительство в Москве зданий из деталей унифицированного каталога потребовал усовершенствования технологии изготовления железобетонных изделий повышенного качества. Для улучшения лицевых поверхностей была предложена новая смазка форм на основе смеси эмульсола, воды и раствора извести-пушонки. Смонтирована установка для приготовления и разработана система подачи ее к постам сборки форм. Внедрена и освоена заглаживающая машина с затирочным диском. Отработана технология применения жестких смесей и внедрена двухстадийная термообработка изделий.

Специалисты КТБ «Мосоргстройматериалов» совместно с рационализаторами завода успешно освоили высокоэффективную ударно-вибрационную технологию формования железобетонных изделий на резонансных асимметричных низкочастотных виброплощадках ВРА-8. Резкое снижение шума, а следовательно, улучшение условий труда рабочих, простота конструкции и удобство в эксплуатации — вот основные достоинства новых машин. В перспективе все технологические линии формовочного цеха № 1 будут переведены на резонансные виброустановки.

Техническое перевооружение и капитальный ремонт цехов и транспортных коммуникаций, установка нового оборудования, контейнеризация арматурных каркасов и закладных деталей, упорядочение и жесткий контроль за складированием готовой продукции значительно подняли производственную культуру заводского персонала. Это в значительной мере изменило облик завода и позволило коллективу бороться за превращение его в образцовое предприятие.

Коллективы девяти предприятий главного управления, в том числе завод ЖБИ № 7, выступили с инициативой «Обеспечить выполнение производственных заданий и социалистических обязательств в десятой пятилетке в основном за счет повышения производительности труда без привлечения дополнительной рабочей силы, при всемерной экономии трудовых ресурсов, закреплении кадров, сокращении текучести».

На базе основных направлений главка специалистами разработана широкая программа мероприятий по заводу ЖБИ № 7, которой предусмотрено покрытие потребности в дополнительной численности рабочей силы на планируемое увеличение объема производства в десятой пятилетке и обеспечение более высокого темпа роста производительности труда.

В результате выполнения организационно-технических мероприятий в десятой пятилетке будут условно высвобождены 154 человека. В том числе путем внедрения новой техники и передовой технологии — 28 чел.; механизации и автоматизации производства — 24 чел.; мероприятий по научной организации труда — 9 чел.; изменения объема и структуры производства, увеличения объема выпуска эффективных и технологичных изделий и конструкций — 29 чел.; внедрения передовых методов и приемов труда — 5 чел.; повышения удельного веса технически обоснованных норм с 41,9 до 65% — 9 чел.; улучшения организации труда и управления, сокращения внутрисменных потерь рабочего времени — 10 чел.; установления нормированных заданий рабочим-повременщикам и совмещения профессий — 12 чел.; повышения коэффициента сменности и улучшения использования оборудования — 16 чел.; повышения квалификации рабочих, улучшения условий труда, быта и других социально-экономических мероприятий — 12 чел.

Социалистические обязательства коллектива завода ЖБИ № 7, обеспечивающие прирост объема производства без привлечения дополнительной численности рабочих, приняты с учетом осуществления реконструкции полигонов цеха № 2. При формовании железобетонных изделий намечено широко использовать механизированное разравнивание бетонной смеси. Перевод всех технологических линий формовочного цеха № 1 на механизированное разравнивание и заглаживание бетонной смеси значительно снизит затраты труда, улучшит качество отделяемых поверхностей и условно высвободит за пятилетку 14 человек.

Успешно решается вопрос автоматизации с помощью диспетчерской службы, заказ и доставка бетонной смеси из бетоносмесительного цеха к постам формования изделий станут осуществляться с помощью автоматически управляемых бетоновозов, что позволит высвободить 8 человек.

В заводском производстве, особенно при агрегатно-поточной технологии, зна-

чительную долю затрат ручного труда составляет распалубка изделий. Работы, проведенные заводскими специалистами совместно с КТБ «Мосоргстройматериалов», позволили найти решение по совмещению операций распалубки, сборки, чистки, смазки и сборки форм в одной конвейерной линии. Внедрение линии позволит улучшить условия труда, так как механизированы трудоемкие операции открывания бортов форм, а также используется вместо нанесения жидкой смазки распылением втирание специальным кордовым валиком консистентной стеарино-вазелиновой смазки, рекомендованной НИИЖБ.

Применение полуавтоматической конвейерной линии по распалубке, смазке и сборке форм изделий блоков внутренних стен (серия П-68) для домов массового строительства в Москве условно высвобождает 19 человек. Значительный эффект в повышении уровня механизации трудоемких работ достигается путем контейнеризации арматурных сеток, каркасов и закладных деталей. В текущей пятилетке контейнеризация арматурных элементов составит 88%.

Значительный вклад в борьбу за экономию трудовых ресурсов и улучшение условий труда в десятой пятилетке внесут заводские изобретатели и рационализаторы. За пятилетие намечено внедрить четыре изобретения и 350 рационализаторских предложений.

При заводе намечено создать учебно-материальную базу по подготовке квалифицированных рабочих кадров. С этой целью в 1978—1980 гг. будет построено среднее профессионально-техническое училище с общежитием на 720 мест. Училище станет опорной базой для воспитания достойного пополнения заводской рабочей семьи квалифицированными специалистами строительной индустрии.

Разработанные и представленные на обсуждение коллектива завода ЖБИ № 7 основные направления повышения эффективности использования трудовых ресурсов нашли широкий отклик у рабочих, инженерно-технических работников и служащих. Производственные бригады завода приняли новые социалистические обязательства, в которых разработаны конкретные мероприятия, направленные на экономию материально-технических ресурсов и закрепление рабочих кадров.

Наглядным отражением этого патристического почина являются результаты работы завода в первом году 10-й пятилетки.

Без увеличения численности промышленно-производственного персонала перевыполнены основные показатели деятельности предприятия, и коллектив завода решил основную задачу обеспечения строительства в столице жилых, общественных и гражданских зданий, инженерных сооружений, детских садов,

яслей и объектов Олимпийского комплекса. При этом за 1976 г. сэкономлено 2344 т цемента, 130 т металла, 284 т условного топлива, 185 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Есть уверенность, что в ответ на постановление ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О

Всесоюзном социалистическом соревновании за повышение эффективности производства и качества работы, успешное выполнение заданий десятой пятилетки» коллектив завода успешно справится с заданием второго года десятой пятилетки.

## Строительство зданий методом подъема этажей и перекрытий

Канд. техн. наук С. Х. ШАХНАЗАРЯН (СПЭКБ Минпромстроя АрмССР)

УДК 69.057.3(479.25)

### Опыт строительства зданий методом подъема этажей и перекрытий в Армянской ССР

В Армянской ССР метод подъема этажей и перекрытий осваивался еще в 1961—1967 гг. при строительстве 4-, 5- и 9-этажных зданий (рис. 1). Это дало возможность проверить ряд конструктивных решений, выявить рациональные архитектурно-планировочные решения, наметить пути совершенствования систем подъемного оборудования, подготовить кадры для строительства зданий по принципиально новой технологии.

В системе Минпромстроя АрмССР в 1967 г. были созданы Специализированное проектно-экспериментальное конструкторское бюро (СПЭКБ) и строительномонтажный трест Высотстрой, в задачу которых входила комплексная разработка вопросов, связанных с возведением зданий методом подъема этажей и перекрытий, и внедрение результатов в практику строительства. К этому же времени относится и начало строительства экспериментальных 10- и 12-этажных жилых домов в Ереване, Ленинкакане и Абовяне (рис. 2). Научно-исследовательские, проектно-конструкторские и опытно-экспериментальные работы, выполненные в СПЭКБ, показали целесообразность широкого применения метода подъема этажей и перекрытий как одного из перспективных направлений жилищно-гражданского строительства.

За истекший период СПЭКБ разработаны и внедрены новые архитектурно-планировочные и конструктивные решения зданий для сейсмических и обычных условий; внесены коренные усовершенствования в технологию и механизацию возведения зданий. Совместно с институтом Гипростроммаш созданы и внедрены высокопроизводительные системы электромеханического оборудования, надежно работающего в любых климатических условиях и исключающего многократный монтаж и демонтаж

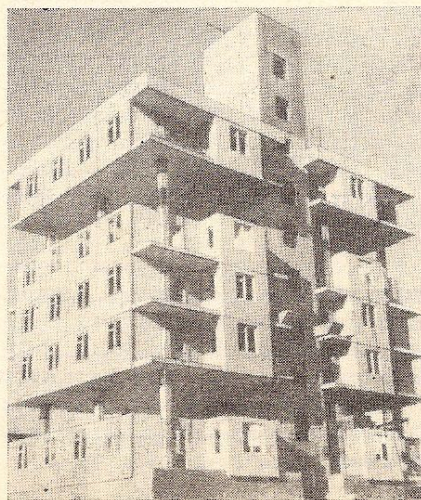


Рис. 1. Подъем готовых этажей в проектное положение

подъемников при наращивании колонн в процессе строительства, и издана «Инструкция по монтажу и эксплуатации системы электромеханического подъемного оборудования». На основе комплекса исследований в натуре и на моделях разработан способ расчета многоэтажных каркасных зданий с ядрами жесткости и безбалочными плитами перекрытий при воздействии сейсмических нагрузок; разработаны методы расчета и эффективные способы обеспечения сейсмостойкости высотных зданий с применением демпферных устройств; обоснована и практически доказана технико-экономическая целесообразность широкого внедрения метода подъема в практику строительства Армянской ССР.

Во исполнение указаний Госстроя СССР и Госгражданстроя накопленный опыт проектирования и строительства передается различным проектным и строительным организациям Москвы, Киева, Львова, Ташкента, Душанбе, Вильнюса, Каунаса и других городов страны, выполняются шефмонтажные работы и выделяется необходимое подъемное оборудование. Осуществляется научно-техническое сотрудничество с научно-исследовательскими, проектными и строительными организациями зарубежных стран.

По проектам СПЭКБ в республике

методом подъема построены и сданы в эксплуатацию здания общей площадью более 200 тыс. м<sup>2</sup>. В Ереване, Ленинкане, Абовяне в настоящее время строятся 12—16-этажные жилые здания общей площадью около 300 тыс. м<sup>2</sup>, возводится корпус полуфабрикатов и холодильника Ереванского мясокомбината (по проекту ЦНИИпромзданий, Гипромясо с участием СПЭКБ).

Осуществляются проекты с оригинальными архитектурно-планировочными и конструктивными решениями: 16-этажного 120-квартирного жилого дома типа «Крест», 16-этажного 90-квартирного типа «Трилистник», многоэтажного гаража-стоянки для 500 легковых автомобилей, круглой формы с перекрытием в виде восходящей спирали, 2-этажного детского сада-яслей на 320 детей, 4-этажного школьного комплекса на 4700 учебных мест (рис. 3). Разрабатывается проект 25-этажного жилого дома с гибкой планировкой для сейсмических условий Еревана. Проектируется образцово-перспективный жилой район столицы Армении, рассчитанный на 23 тыс. жителей, с использованием в застройке новых проектов.

СПЭКБ совместно с ЦНИИЭП лечебно-курортных зданий разработали проекты спального корпуса пансионата на 270 мест в Тишково (Московской обл.) и туристской гостиницы на 500 мест в Архипо-Осиповке; проектируются санаторные комплексы на 4200 мест в районе Сочи, а также на 2000 мест в Геленджике.

В настоящее время СПЭКБ выполняет комплекс научно-исследовательских, проектно-экспериментальных и конструкторских работ, связанных с дальнейшим развитием и совершенствованием строительства домов методом подъема этажей и перекрытий.

Технико-экономический анализ выявил

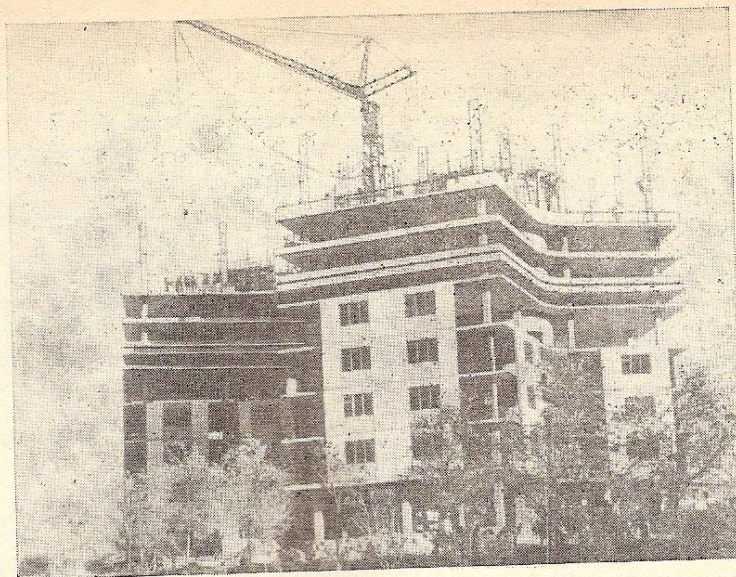


Рис. 2. Монтаж наружных стеновых панелей в пределах первых четырех этажей и подъем пакета плит с помощью «скользящих» подъемников в верхней части здания

в условиях Армянской ССР значительное снижение стоимости, трудоемкости, сроков, сокращение расхода основных строительных материалов при возведении зданий этим методом.

Экономический эффект обусловлен более полным использованием преимуществ возведения зданий и сооружений этим методом во время их проектирования и строительства, более полным учетом их характерных особенностей. Сроки и трудоемкость существенно зависят от последовательности выполнения подъемно-монтажных работ. Стоимость, расход стали, цемента, леса и затраты труда снижаются за счет общестроительных работ в результате уменьшения физических объемов конструкций и видов работ. Применение каркаса с безбалочными плитами перекры-

тий и пространственного ядра жесткости позволяет разрабатывать рациональные архитектурно-планировочные решения зданий, используя свободную планировку этажей, выбор конфигурации плана здания и др. Технико-экономические показатели значительно улучшаются также благодаря безопалубочному изготовлению на уровне земли пакета безбалочных плит перекрытий на этаж.

Метод подъема этажей и перекрытий является универсальным, позволяющим возводить здания и сооружения различного назначения и этажности, любого размера и конфигурации в плане, с разной высотой этажей и архитектурно-планировочными решениями. Здания различного назначения возводятся с помощью одного и того же подъемного

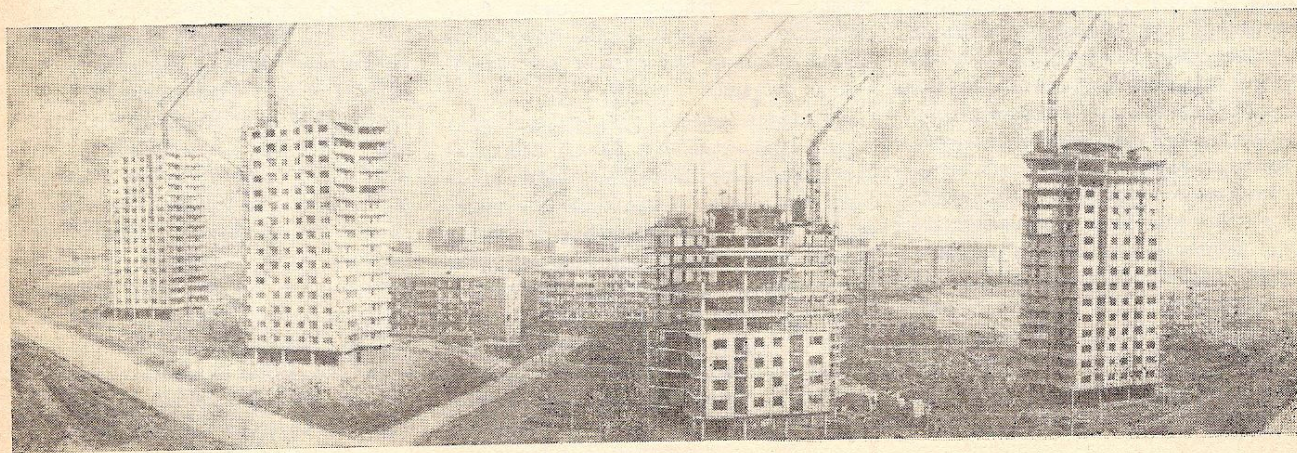


Рис. 3. Общий вид строительства группы 16-этажных зданий методом подъема

оборудования, что позволяет обойтись без больших капитальных вложений по развитию материально-технической базы строительства при сокращении сроков их окупаемости. Метод подъема предоставляет возможность свободной планировки этажей в связи с применением плоских плит перекрытий и расстановкой колонн каркаса в соответствии с функциональным назначением здания. Строительство может осуществляться на стесненных участках, а также со сложным рельефом местности при сохранении окружающей природы. Плиты перекрытий изготавливаются на уровне земли, с совмещением смежных строительного-монтажных работ, при обеспечении благоприятных условий труда и техники безопасности. Обеспечивается сейсмостойкость зданий, обусловленная наличием ядер жесткости и неразрезных, цельных на этаж плит перекрытий.

Метод подъема позволяет создавать многоэтажные здания с винтообразным объемно-планировочным решением, где плиты перекрытий, образующие винт, имеют незначительный уклон. Такое решение целесообразно для многоэтажных

гаражей (см. 2-ую стр. обложки), универсамов, рынков и других общественных зданий. При массовом строительстве этот метод может гармонически сочетаться с полносборным строительством из унифицированных конструкций заводского изготовления.

Использование метода подъема целесообразно в труднодоступных районах, а также в районах с недостаточно развитым производством сборного железобетона, в обычных и сейсмических районах, он эффективен при строительстве зданий общественного назначения с оригинальными объемно-планировочными решениями. Этот метод находит применение для различных объектов промышленного назначения.

Деятельность Минпромстроя Армянской ССР по строительству жилых и общественных зданий в сборно-моноконструкциях, возводимых методом подъема этажей и перекрытий, обсуждалась на заседании Госгражданстроя СССР. Был отмечен большой вклад министерства в развитие этого вида домостроения.

Для широкого внедрения метода подъема в практику жилищно-гражданского и промышленного строительства необходимо решить ряд организационно-технических вопросов:

с целью стимулирования этого метода строительства как одного из эффективных способов существенного сокращения трудовых затрат разработать новую систему исчисления стоимости работ, осуществляемых с его помощью, с введением условных цен;

включить в план Минстройдормаша серийное производство подъемного оборудования и технологической оснастки, необходимых для строительства зданий и сооружений методом подъема, в объемах, обеспечивающих внедрение метода в практику строительства страны;

расширить и углубить научно-исследовательские, опытно-конструкторские и проектные работы, направленные на дальнейшее совершенствование и повышение экономической эффективности метода.

Кандидаты техн. наук А. О. СААКЯН, Р. О. СААКЯН  
[СПЭКБ Минпромстроя АрмССР]

УДК 69.057.3

## Проектирование и исследование зданий, возводимых методом подъема

Опыт проектирования и строительства зданий повышенной этажности, накопленный СПЭКБ, показывает, что связевой каркас в сочетании с ядром жесткости экономичнее каркаса с диафрагмами. К тому же ядро жесткости (лифтовая шахта) в процессе монтажных работ обеспечивает устойчивость связевого каркаса. Жилые дома целесообразно проектировать с одним ядром жесткости, расположенным в центральной части здания, что позволяет избежать значительных температурных напряжений и сделать относительно легкую привязку проекта к условиям сложного рельефа. Протяженная застройка может быть обеспечена блокировкой системы зданий с одним ядром жесткости.

Для эффективного восприятия усилий от кручения (без закладных элементов и сварки) сечение ядра жесткости следует проектировать в виде многогран-

ника. Внутри него целесообразно располагать лифты и другие вертикальные коммуникации. Освещение лестничных клеток естественным светом осуществляется через дверные проемы. Перемычки над проемами должны быть настолько жесткими, чтобы ядро жесткости работало как единая пространственная система.

Элементы связевого каркаса, плит перекрытий, колонн и ядра жесткости необходимо компоновать таким образом, чтобы при изгибе свести к минимуму усилия, возникающие в плитах перекрытий при их деформации. При значительных величинах изгибающих моментов необходимо увеличить коньковые вылеты плит перекрытий в зоне ядра жесткости. В этом случае ядро жесткости, воспринимающее вертикальные нагрузки от плит перекрытий, целесообразно возводить с опережением с таким расчетом, чтобы использо-

вать перемычки над проемами шахт в качестве опор для подъемников. Такое решение принято в проекте 25-этажного здания. Пригружение ядра жесткости перекрытиями повышает его устойчивость при действии горизонтальных нагрузок.

Для обеспечения противопожарных мероприятий в зданиях 16—25 этажей необходимо входы в квартиры осуществлять через воздушные зоны, а входы в лестнично-лифтовую группу — из воздушных зон через зоны подпора. Такое решение реализовано при строительстве 16-этажных зданий.

Для предотвращения значительных температурных напряжений целесообразно все колонны в зданиях высотой 16 этажей и выше размещать в отапливаемых зонах. Необходимо также лимитировать максимальные прогибы, так как в зданиях повышенной этажности в ряде случаев предельное состояние определяется не прочностью, а чрезмерными деформациями. Соответственно должны быть ограничены поэтажные смещения в горизонтальной плоскости.

Возможности и преимущества метода подъема необходимо использовать максимально, чтобы в проектируемых зданиях создать предпосылки для уменьшения физических объемов конструкций и видов работ с получением высоких экономических показателей. В частно-



сти, в жилых зданиях высотой 16 и более этажей целесообразно сосредоточить возможно большее число квартир в одной лестнично-лифтовой группе.

Необходимо также использовать технологические особенности метода подъема, исключающие применение скользящей или переставной опалубки, и силами общестроительных организаций обеспечить его внедрение в массовое строительство. При возведении зданий повышенной этажности метод подъема позволяет эффективно использовать краны и механизмы, предназначенные для малозэтажного строительства (рис. 1).

Особенности конструктивной схемы зданий с ядрами жесткости и отсутствие надежных методов их расчета стимулировали проведение комплекса экспериментально-теоретических исследований. Актуальной является разработка эффективных мероприятий по обеспечению сейсмостойкости зданий. В СПЭКБ с помощью мощной вибромашины (рис. 2) проводились натурные испытания ядер жесткости, а также зданий при различных этапах их возведения, в упругой стадии и за пределами упругости.

Сейсмостойкость зданий повышалась при включении в систему демпферных устройств (рис. 3). Были проведены экспериментальные исследования шахт и зданий на железобетонных моделях при различных стадиях их работы вплоть до разрушения на основе теории расширенного подобия. Уточнялись и совершенствовались методики расчетов конструкций зданий при действии сейсмических и ветровых нагрузок с учетом полученных результатов.

Исследования натуре и моделей показали, что при действии изгибающих и крутящих усилий ядро жесткости как в упругой стадии, так и за пределами упругости можно представить в виде обычной консольной балки, при этом величины изгибных и крутильных жесткостей шахт следует определять с учетом ослабления их стен проемами. Последние существенным образом уменьшают изгибную и, в еще большей мере, крутильную жесткость. На крутильную жесткость ощутимое влияние оказывают утолщения стенок по контуру проемов и изменение расположения проемов по вертикали.

Рис. 3. Узел соединения стальных V-образных (а) и песочных (б) демпферов  
1 — шахта; 2 — плита кар-каса; 3 — стальной V-образный демпфер; 4 — чашка; 5 — внутренний стержень; 6 — песок

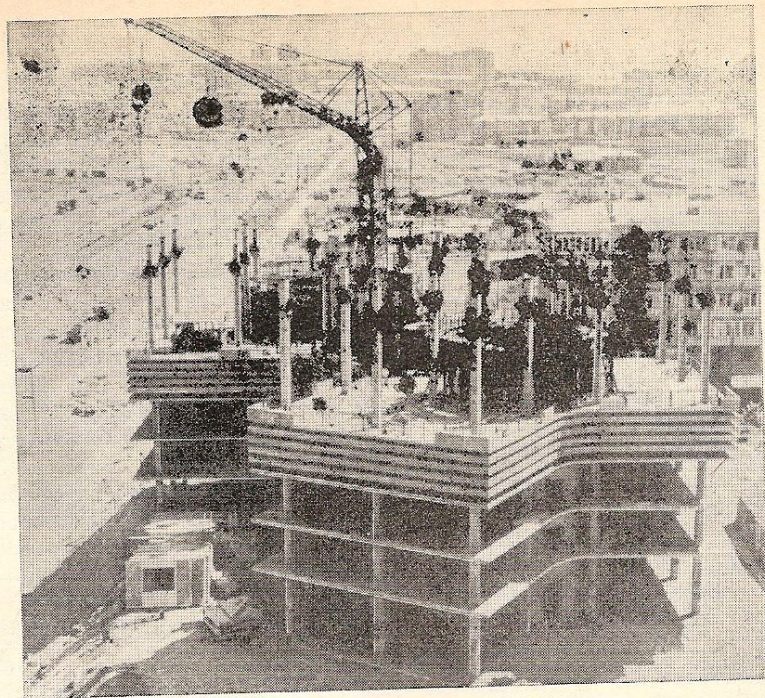
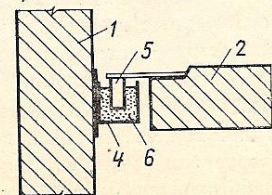


Рис. 1. Подъем плит перекрытий с помощью электромеханического подъемного оборудования и возведение несущих шахт с плиты кровли

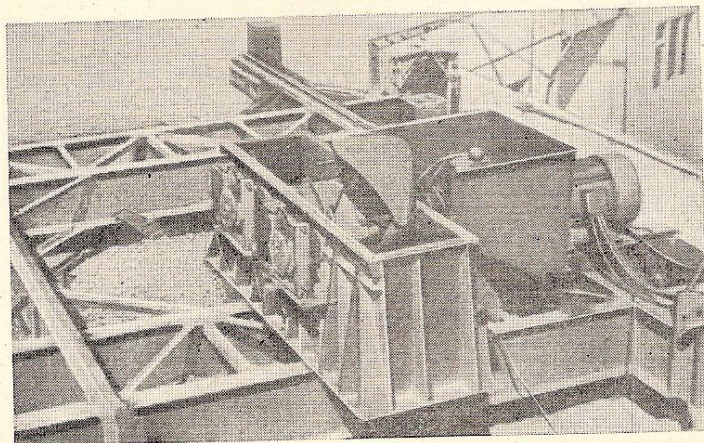


Рис. 2. Вибромашина, установленная на уровне кровельной плиты 12-этажного здания

Работа ядер жесткости за пределами упругости характеризуется существенным уменьшением изгибных и крутильных жесткостей по сравнению с соответствующими жесткостями в упругой стадии. При этом крутильная жесткость более резко уменьшается, чем изгибная. Величина изгибной жесткости в стадии, близкой к разрушению, в 2—2,5 раза меньше, чем в упругой стадии. Крутильная жесткость при этом уменьшается в 10—12 раз.

Исследованиями моделей на основе теории расширенного подобия установлена достаточная несущая способность шахт с проемами при действии расчетных сейсмических нагрузок. Соотноше-

ние собственных частот первого, второго и третьего тонов колебаний практически остается неизменным как для упругой стадии, так и в стадии, близкой к разрушению.

При горизонтальных нагрузках первые трещины в моделях железобетонных шахт с проемами появились на растянутой грани, а затем в соединительных перемычках при 0,6—0,8 расчетной сейсмической нагрузки. Увеличение нагрузки приводило к развитию имеющихся и появлению новых трещин и, как следствие, к уменьшению сжатой зоны сечения. Характер трещин и их развитие, вплоть до стадии разрушения моделей, свидетельствует о достаточности сечения ядра жесткости при действии расчетных сейсмических нагрузок. При действии горизонтальных нагрузок (эквивалентных сейсмическим) совместно с крутящими моментами несущая способность железобетонных шахт с проемами уменьшается примерно на 10% по сравнению с несущей способностью тех же шахт, работающих только на изгиб. Однако при совместном действии горизонтальных нагрузок и крутящих моментов характер образования и развития трещин практически остается таким же, как и при простом изгибе.

На основании динамических исследований 9- и 12-этажных зданий сделаны следующие основные выводы.

Экспериментальные значения периодов и форм колебаний ядра жесткости и каркаса практически получаются одинаковыми, что свидетельствует о работе здания как цельной пространственной конструкции. Соотношение собственных частот поступательных колебаний составляет ряд 1:3,4:6,3, а для крутильных колебаний — 1:3:5. С увеличением возбуждающей силы собственные частоты колебаний зданий уменьшаются, а значения логарифмических декрементов колебаний увеличиваются.

Расчетную схему таких зданий можно представить в виде рамно-связевой системы, где изгибным элементом является ядро, а сдвиговым — каркас с заполнением. Отличительной особенностью конструкций зданий является применение в качестве ригелей каркаса неразрезных, цельных на этаж, безбалочных плит перекрытий. Совместная работа ригелей такого типа с введенным внутрь каркаса ненесущим заполнением приводит к значительному увеличению жесткости здания. Общая приведенная жесткость за счет заполнения увеличивается в 2—2,5 раза по сравнению с жесткостью здания без заполнения.

Крутильная жесткость каркаса без заполнения ничтожно мала по сравнению с крутильной жесткостью шахты. Заполнение каркаса, поэтажно связанного с неразрезными плитами перекрытий, приводит к созданию дополнительной крутильной жесткости, величина которой соизмерима с жесткостью шахты.

Установлено, что величины логарифмических декрементов затуханий высших форм колебаний зданий значительно превышают величину логарифмического декремента по основному тону колебаний. При этом между тоном колебаний и декрементом затухания наблюдается зависимость, близкая к линейной. Отношение средних значений логарифмических декрементов затуханий второго тона к первому и третьего тона к первому оказались в пределах: 1,9—2; 2,8—3,3.

Для повышения сейсмостойкости каркасных зданий с несущими шахтами предложено в поэтажные технологические зазоры между плитами перекрытий и несущей шахтой ввести стальные V-образные или песочные демпферы, способные существенно увеличить поглощение энергии механических колебаний всей системы.

На одноэтажной и трехэтажной крупномасштабных железобетонных моделях (высота 4,5 м, размеры в плане 4×4 м) каркасных зданий с ядром жесткости при вынужденных и свободных изгибно-сдвиговых колебаниях, возбуждаемых вибромашиной типа В-1, была установлена высокая эффективность V-образных и песочных демпферов в гашении резонансных колебаний. В результате испытаний одноэтажной модели установлено, что наличие V-образных демпферов в кольцевом зазоре между шахтой и плитой перекрытия уменьшает амплитуду резонансных колебаний в 8 раз по сравнению с жестким соединением. Коэффициент поглощения энергии колебаний системы с демпферами почти в 5 раз больше, чем при жестком соединении шахты с каркасом. Исследования на трехъярусной модели позволили установить высокую эффективность песочных демпферов как при основной, так и при высших формах колебаний. При наличии песочных демпферов, в отличие от жесткого соединения, колебания каркаса и шахты происходят с разными амплитудами, но при единой частоте всей системы. Собственная частота системы зависит от количества песка в демпфере. С его увеличением собственные частоты возрастают и в пределах достигают значения, которое они имели бы при жестком соединении шахты с каркасом.

Устройство демпферов между плитами каркаса и шахтой приводит к образованию новой пространственной системы, с динамическими характеристиками, отличными от характеристик системы при жестком соединении. Для определения периодов и форм свободных поступательных колебаний многоэтажных зданий при наличии демпферных устройств в зоне соединения шахт с каркасом разработана методика расчетов и составлена программа на ЭВМ «Раздан-3». Получены компактные формулы для определения периодов свободных колебаний системы.

Разработана также методика расчета и составлена программа для ЭВМ «БЭСМ-6» для решения задачи гармонических и сейсмических колебаний многоэтажных зданий с демпферами, упругогистерезисные характеристики которых на основании экспериментальных данных представлены в виде параллелограмма.

Расчеты для 12-этажного здания показали, что устройство между несущей шахтой и каркасом песочного демпфера приводит, по сравнению с жестким соединением ядра с каркасом, к одновременно уменьшению прогибов ядра жесткости примерно в 9 раз и прогибов каркаса примерно в 4 раза при резонансных колебаниях системы по основному тону. При этом логарифмический декремент затухания здания с песочными демпферами примерно в 5 раз больше, чем при жестком соединении. Таким образом, теоретические и экспериментальные работы подтверждают целесообразность применения демпферов в многоэтажных каркасных зданиях с несущими шахтами, возводимых в сейсмических районах.

Результаты исследований легли в основу проектирования сейсмостойких многоэтажных каркасных зданий с ядрами жесткости, возводимых методом подъема. Для расширения области применения метода подъема необходимо, помимо разработки руководств, пособий, каталогов унифицированных конструктивных решений, уточнять и дополнять действующие СНиП описаниями специфики этого метода.

В десятой пятилетке СПЭКБ в содружестве с ведущими институтами страны продолжает исследования и совершенствование существующих и разработку новых архитектурных, конструктивных и технологических решений, а также разработку унифицированных конструкций зданий различного назначения, сооружаемых методом подъема этажей и перекрытий.

## Применение метода подъема перекрытий и этажей в московском строительстве

Подъем перекрытий и этажей является одним из наиболее прогрессивных методов производства работ по возведению монолитных железобетонных конструкций (см. 1-ю стр. обложки).

В Москве этот метод нашел применение при возведении здания архива на Профсоюзной ул., построенного в 1973 г. Здание архива высотой в 15 этажей рассчитано на хранение 3,5 млн. условных единиц документов. Размеры его в плане 33×33 м, общая высота 42 м, а каждого этажа — 2,7 м. Строительный объем здания 56 тыс. м<sup>3</sup>. Помещения для хранения материалов герметичны, благодаря кондиционированию воздуха в них поддерживается постоянная температура 14°C и влажность до 65%.

Конструктивная схема представляет собой каркас с пространственным ядром жесткости с модульной ячейкой 6×6 м и монолитные железобетонные безбалочные перекрытия, рассчитанные на полезную нагрузку 1 т/м<sup>2</sup>.

Плиты перекрытий толщиной 22 см выполнены консольными, выступающими за пределы осей крайних колонн на 1,2 м по всему периметру здания, что способствует разгрузке крайних пролетов плит. Наружные стены — из сборных керамзитобетонных навесных панелей. Подъем плит перекрытий осуществлен электромеханическими подъемниками конструкции Гипростроммаша.

Первоначально здание архива намечалось возвести методом подъема этажей. В дальнейшем, учтя реальные условия обеспечения подъемным оборудованием, было решено строить его методом подъема плит перекрытий. Технология строительства была принята следующая. После устройства фундаментной плиты и завершения основных работ нулевого цикла установили колонны, возвели ядра жесткости. На земле изготовили 15 железобетонных плит перекрытий в виде пакета и подняли их на проектные отметки, после чего установили панели стен и выполнили внутренние работы. Управление 36 подъемниками осуществлялось с центрального пульта.

Подъем перекрытий и монтаж каркаса здания (без подготовительных ра-

бот) были осуществлены за 89 дней. Таким образом, в среднем каждый этаж монтировали в течение 6 дней.

Как показали исследования ЦНИИ-ОМТП, разработавшего проект производства работ на этом объекте, общая трудоемкость возведения несущих и ограждающих конструкций здания Центрального архива в расчете на 1 м<sup>2</sup> полезной площади на 20% ниже, чем подобных зданий в сборном варианте.

Опыт строительства здания архива показал, что трест Моспромонтаж Главмосстроя, впервые выполнявший работы по подъему перекрытий, успешно освоил этот метод. Благодаря надежному подъемному оборудованию и хорошей оснастке все подъемно-монтажные работы были проведены без перебоев.

В развитие этого метода Главмосстрой приступил в 1976 г. к строительству здания Дома книги на ул. Гарибальди, а Главмоспромстрой — здания Центрального конструкторского бюро Минэнерго на Мосфильмовской ул. На этих объектах должна получить дальнейшее развитие технология подъема перекрытий и этажей.

В комплексе Всесоюзная книжная палата, редакция Комитета по делам изда-

тельств, полиграфии и книжной торговли, а также книгохранилище. Дом книги будет крупнейшим в мире научным учреждением, занимающимся вопросами информации, библиографии, книжной торговли. Общий объем здания около 200 тыс. м<sup>3</sup>, полезная площадь — 40 тыс. м<sup>2</sup>, сметная стоимость — 14 млн. р.

Конструктивное решение комплекса Дома книги запроектировано с учетом его сооружения методом подъема этажей, заранее смонтированных на уровне перекрытия над подвалом. По сравнению с методом подъема перекрытий это позволяет снизить трудоемкость строительства за счет выполнения больших объемов работ в наиболее удобных условиях. Использование метода подъема этажей обусловлено стесненностью строительной площадки и большими полезными нагрузками на перекрытия книгохранилища — 2 т на 1 м<sup>2</sup>.

Конструктивная схема высотного 15-этажного корпуса — безбалочные перекрытия, опертые на колонны каркаса, расположенные с шагом 6×6, 6×7,8 и 7,8×7,8 м. Высота этажей определяется технологическими требованиями и составляет 6; 4,8; 3,6 и 3,3 м.

Общая устойчивость здания обеспечивается совместной работой горизон-

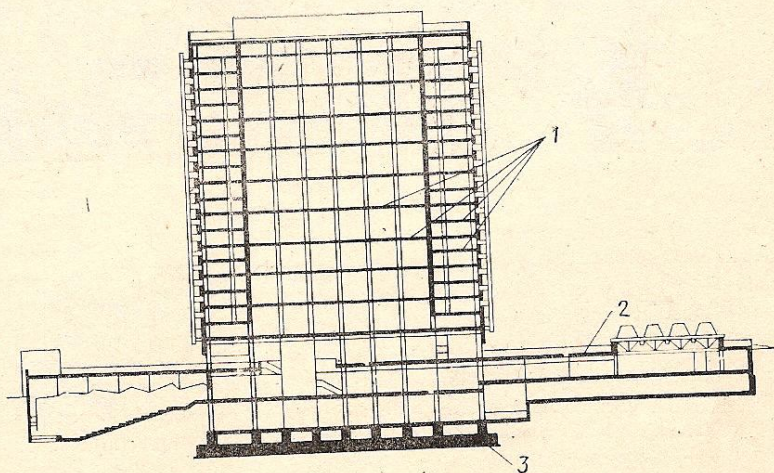


Рис. 1. Дом книги на ул. Гарибальди в разрезе  
1 — монолитные безбалочные перекрытия; 2 — стилобатная часть; 3 — фундаментная плита, на которой выполняется пакет перекрытий

тальных дисков перекрытий и вертикальных пространственных ядер жесткости. Колонны — стальные, что обусловлено высокими полезными нагрузками на перекрытия. Усилие в колонне достигает 2000 т. Плиты перекрытий выполняются толщиной 25 см из бетона марки М300. Ядра жесткости — монолитные железобетонные толщиной 20—40 см; их возведение будет осуществлено в скользящей опалубке.

Наружные стены — из керамзитобетонных панелей, входящих в комплект московского унифицированного каркаса. Внутренние стены, ограждающие книгохранилище, также из керамзитобетонных панелей, приняты с учетом противопожарных и теплотехнических требований (в книгохранилище должна обеспечиваться строго определенная заданная температура воздуха).

Строительно-монтажные работы выполняются в такой последовательности. При помощи двух кранов КБ-404 возводится монолитная фундаментная плита; кранами КБ-404 и КБ-160-2 с навеской металлических воротников монтируют колонны 1-го и 2-го ярусов. Затем в скользящей опалубке возводят ядра жесткости и бетонируют пакет плит перекрытий. Монтируют стеновые

панели наружных и внутренних стен и перегородки с помощью автопогрузчиков грузоподъемностью 4 т. Подъем готовых этажей на проектные отметки осуществляется с помощью комплекта оборудования, состоящего из 80 электромеханических подъемников. После этого монтируют колонны 3—6 ярусов краном МКГ-10, установленным на плите покрытия. С кровли краном МКГ-10 демонтируют электромеханические подъемники, а затем демонтируют и сам кран при помощи поворотной стрелы конструкции ЦНИИОМТП.

Дальнейшее совершенствование метода подъема этажей и связанных с ним конструктивных решений намечено осуществить при возведении 8-этажного лабораторного корпуса Центрального конструкторского бюро Минэнерго (рис. 2). Особенностью конструктивно-планировочного решения здания является сведение к минимуму вертикальных опор: принята однопролетная в поперечном направлении схема каркаса и две группы связевых диафрагм. Максимальное освобождение от опор обеспечило свободную планировку. Кроме того, уменьшение количества опор снижает трудоемкость изготовления и монтажа конструкций, т. е. строительства здания в целом.

Перекрытия — плоские безбалочные, толщиной 16 см. Расположение колонн в плане создает оптимальные условия для статической работы плиты. Электротехнические разводки и светильники заложены в плиту перекрытия; пол выполняется непосредственно по плите, что обеспечивает минимальную строительную высоту перекрытия и наименьшую трудоемкость выполнения конструкций полов.

Капители перекрытий предложены в виде сборных железобетонных преднапряженных элементов, круглых в плане. Сборные капители укладывают в плиту перекрытия до бетонирования. Эффективная статическая работа такой конструкции позволяет на 25% онизить толщину плиты перекрытия и получить значительную — до 40% экономию стали по сравнению с обычно применяемыми стальными капителями (воротниками). Проведенные в НИИЖБ в 1976 г. испытания капителей показали их высокую несущую способность.

Усовершенствованы конструкции наружных ограждений: они запроектированы в виде легких алюминиевых панелей с эффективным утеплителем (пенопластом). Это позволяет уменьшить нагрузки на плиту перекрытия и колонны каркаса, снизить расход металла и облегчить подъем этажей.

Дальнейшее развитие метода подъема этажей и перекрытий должно быть направлено на совершенствование основных конструктивных элементов зданий — перекрытий, колонн, связевых систем, наружных ограждений.

Анализ показывает, что значительный расход бетона и стали (до 45% общей потребности этих материалов на здание) приходится на перекрытия, что вызывает необходимость в совершенствовании их конструкций. Один из вариантов совершенствования — уменьшение толщины безбалочных плит, что может быть достигнуто при установлении оптимальной величины пролетов плит перекрытий. Поскольку объем железобетона в колоннах составляет 4,5% (в плитах перекрытий — 45%), при уменьшении пролетов плит перекрытий за счет увеличения количества колонн можно добиться уменьшения общего объема железобетона в каркасе. Другой вариант уменьшения толщины плит — использование преднапряженных капителей в опорных частях перекрытий, что может снизить расход бетона на 20—25%.

Для сокращения расхода арматуры желательно сетку колонн приблизить к квадратной. При шаге колонн более 8 м целесообразно применять преднапряженный железобетон, что позволит

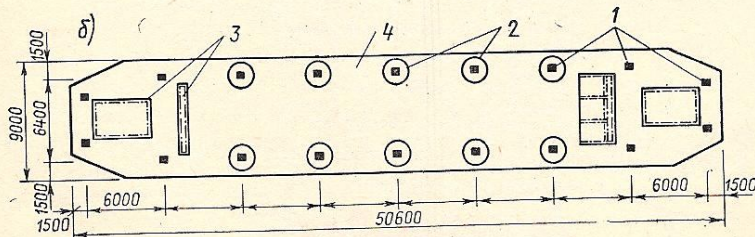
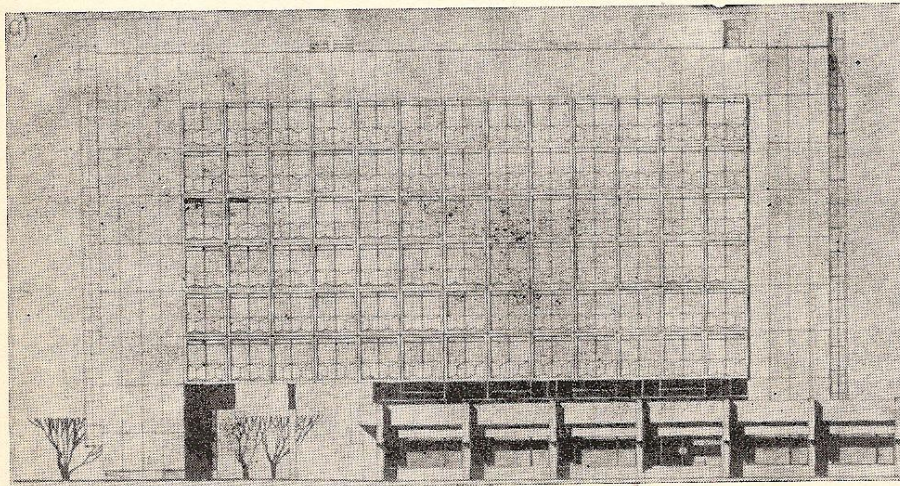


Рис. 2. Лабораторный корпус ЦКБ Министерства энергетики и электрификации СССР  
а — фасад; б — конструктивная схема; 1 — сборные железобетонные колонны; 2 — сборные преднапряженные капители; 3 — диафрагмы жесткости; 4 — безбалочная плита перекрытия

уменьшить толщину плит и расход стали. Напряжение может быть выполнено как предварительным, так и последующим натяжением арматуры на бетон плит после достижения им проектной прочности.

Технико-экономические показатели зданий, возводимых методом подъема этажей и перекрытий, могут быть улучшены также за счет использования легкого бетона, и, прежде всего керамзитобетона, благодаря снижению массы перекрытий. Вертикальные конструкции целесообразно решать в виде сборных железобетонных колонн высотой в 5—6 этажей, элементы жесткости — в виде пространственных ядер жесткости.

Конструктивная схема, в которой сочетаются пространственные монолитные ядра жесткости и безбалочные перекрытия, выполняемые методом подъема, является оптимальной. Выгодная статическая работа ядра жесткости обеспечивает высокую жесткость здания при минимальном расходе бетона и стали (экономия этих материалов может достигать 30—40% по сравнению с плоскими системами связевых диафрагм). В ядре удачно размещаются лестнично-лифтовые узлы, вентиляционные шахты, мусоропроводы и другие коммуникации.

Конструкции наружных ограждений следует всемерно облегчать. Для общественных зданий должны найти применение легкие панели на основе алюминиевых конструкций с эффективным утеплителем, для изготовления которых в последние годы создана производственная база.

Наряду с развитием панельного и каркасно-панельного строительства в Москве намечается расширить применение метода подъема этажей и перекрытий, для чего представляется необходимым провести комплекс организационно-технических мероприятий. Метод подъема этажей и перекрытий отличается спецификой в технологии производства работ, использовании оборудования, имеются особенности при конструировании зданий и сооружений, выборе архитектурно-планировочных решений. В связи с этим для развития применения в Москве монолитного железобетона, и в частности одного из наиболее эффективных методов — метода подъема перекрытий и этажей, намечено создать техническую базу, оснащенную подъемным оборудованием, располагающую производством для изготовления опалубки, оснастки, арматурных сеток и каркасов, пригото-

вления, транспортирования и укладки бетона и т. п.

Наиболее рациональным представляется создание, по опыту ереванских строителей, специализированной комплексной фирмы — объединения по строительству из монолитного железобетона, в состав которого должны входить: строительно-монтажная организация; проектировщики, разрабатывающие проекты зданий и сооружений, проекты организации строительства и производства работ; производственная и комплектующая база (механический и арматурный цеха, цех по изготовлению опалубки и оснастки, база механизации), располагающая необходимыми механизмами, оборудованием, материалами. Такое объединение может выполнять весь комплекс работ по возведению здания, включая сантехнические, электротехнические и отделочные, со сдачей объекта в эксплуатацию, либо работать на субподрядных началах у общестроительных трестов Главмосстроя и Главмоспромстроя.

Решение всех организационно-технических вопросов откроет широкую дорогу использованию в Москве прогрессивного и высокоэффективного метода строительства — подъемом перекрытий и этажей.

Инж. А. Б. ШУМИЛИН (ЦНИИпромзданий)

УДК 69.032.2:69.057.3.001.2

## Исследование конструкций многоэтажных промзданий, возводимых методом подъема

Работы, связанные с исследованием и внедрением в практику проектирования и строительства конструкций несущих каркасов многоэтажных промышленных зданий, возводимых методом подъема перекрытий и этажей, проводились ЦНИИпромзданий по нескольким направлениям. Были разработаны конструкции сплошных плоских перекрытий под временную нормативную нагрузку 1000 и 2000 кгс/м<sup>2</sup> при сетке колонн 6×6 м. Особое внимание уделялось вопросам прочности на продавливание опорных участков перекрытий [1].

Совместно с технологическими проектными институтами Гипромясо, Моспроект, Мосгражданпроект и другими проводились исследования для выявле-

ния области рационального применения для многоэтажных промышленных зданий каркасов с монолитными железобетонными перекрытиями, возводимыми методом подъема. Такие каркасы рациональны для зданий, требующих по условиям технологии гладких потолочных поверхностей (в пищевой и легкой промышленности, точном приборостроении) в тех случаях, когда отсутствуют типовые конструкции с безбалочными перекрытиями. Как показало вариантное проектирование, замена каркасов с «балочными» перекрытиями и подвесными потолками, каркасами с плоскими монолитными перекрытиями, возводимыми методом подъема, может обеспечить снижение приведенных затрат на 8—10%.

Метод подъема перекрытий и этажей может оказаться эффективным при строительстве промышленных зданий с неунифицированной сеткой колонн, при расширении или реконструкции действующих предприятий, при возведении многоэтажных этажерок в замкнутых объемах, куда затруднена доставка крупногабаритных сборных элементов и грузоподъемных механизмов (например, при использовании горных выработок под склады и т. п.).

Для проверки на практике разработанных решений осуществлялось строительство экспериментальных объектов. В 1973 г. впервые в Москве методом подъема перекрытий построено 15-этажное здание складского типа (рис. 1).

Рис. 1. Здание Центрального Государственного архива (Москва)

Благодаря применению в каркасе плоских гладких плит толщиной 22 см емкость хранилищ удалось увеличить на 18% (при сохранении неизменного общего объема здания). Годовой экономический эффект от внедрения новой конструкции каркаса составил 55,5 тыс. р.

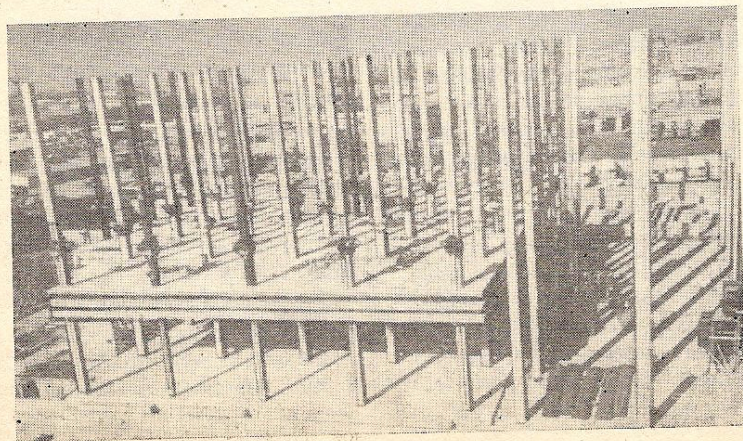
В 1976 г. в г. Электросталь Московской области методом подъема этажей построен 7-этажный административно-производственный корпус книжной фабрики (рис. 2). Плоские гладкие перекрытия толщиной 22 см из бетона марки М 300 и М 200 рассчитаны на временную нормативную нагрузку 1000 и 400 кгс/м<sup>2</sup> (при сетке колонн 6×6 м). Здесь впервые применено усиление опорной зоны безбалочного перекрытия за контуром стального ворстника дисперсно расположенной вертикальной арматурой<sup>1</sup>, что позволило на 10% сократить расход металла на воротники.

В Ереване по проекту, разработанному Гипромясо и ЦНИИПромзданий, при участии СПЭКБ Минпромстроя Армянской ССР, в настоящее время методом подъема перекрытий строится 4-этажный корпус цеха полуфабрикатов с холодильником Ереванского мясокомбината (рис. 3). Его размеры в плане 82,8×38,4 м, высота этажей 4,8 м, сетка колонн 6×6 м. Каркас здания — связевой, с передачей горизонтальных (сейсмических и ветровых) нагрузок на вертикальные фермы с К-образной решеткой, расположенные по крайним рядам колонн каждого температурного блока. Колонны сборные железобетонные, сечением 450×450 мм из бетона

<sup>1</sup> Авт. свид. № 307169 на имя В. В. Бургмана, М. Ф. Фишеровой, А. Б. Шумилина, опубл. в «Б.И.», № 20, 1971.



Рис. 2. Административно-производственный корпус книжной фабрики № 1 в г. Электросталь



марок М 400 и М 300 приняты на всю высоту здания без стыков. Плиты корпуса безбалочные, бескапитальные, сплошного сечения, под временную нормативную нагрузку 2000 и 1000 кгс/м<sup>2</sup>, приняты из тяжелого бетона марки М 250, толщиной 280 и 220 мм.

Как показало вариантное проектирование и экспериментальное строительство, при применении плоских сплошных перекрытий с обычным армированием в каркасах многоэтажных промышленных зданий, возводимых методом подъема, в ряде случаев обеспечивается снижение стоимости и трудоемкости по сравнению со зданиями, каркасы которых возводятся из типовых сборных конструкций традиционными способами. Улучшаются также архитектурно-эстетические и эксплуатационные качества промышленных зданий. Однако по расходу материалов такие перекрытия уступают сборным.

В последнее время экономия материалов приобрела особо важное значение, поэтому изыскиваются пути снижения материалоемкости перекрытий, возводимых методом подъема. Существенным фактором, влияющим на материалоемкость таких перекрытий, является их деформативность.

Для проверки эксплуатационных качеств, и прежде всего деформативности и трещиностойкости безбалочных перекрытий, автором были проведены натурные испытания фрагмента перекрытия здания Центрального государственного архива Москвы [2]. Нормативной нагрузкой было загружено 4 поля перекрытия, при этом исследовалось влияние неодновременного нагружения полей. Загрузка осуществлялась четырьмя гидравлическими домкратами. Через систему распределительных балок нагрузку от каждого домкрата передавали на 16 точек поля. При испытании замерялись прогибы, осадки опор, ширина раскрытия трещин, а также напряжения на верхней и нижней поверхностях бетона. Были установлены 41 прогибомер Аистова, 47 индикаторов с ценой деления 0,01 и 0,002 мм и 36 тензодатчиков Гугунбергера с базой 200 мм.

Испытания показали, что перекрытие обладает достаточной трещиностойкостью. Деформации, определенные расчетным путем по предложениям [1], превышают фактические примерно в 1,5 раза, а, следовательно, уточнение методики определения их величин позволит снизить металлоемкость пере-

Рис. 3. Строительство корпуса полуфабрикатов с холодильником Ереванского мясокомбината. Подъем перекрытий на первой захватке

крытий. С точки зрения деформативности наиболее невыгодным является сплошное загрузивание равномерной нагрузкой всех полей перекрытия. Длинные стальные воротники существенно повышают трещиностойкость опорных зон перекрытий.

Автором совместно с А. А. Кулагиним был разработан расчет безбалочных бескапитальных железобетонных перекрытий с учетом изменения жесткостных характеристик в процессе нагружения, обусловленного свойствами железобетона и трещинообразованием [3]. Подобно тому как это сделано в работе [4], задача решалась методом конечных разностей, ее линеаризация осуществлялась шагово-итерационным методом. Принятие некоторых упрощающих предпосылок и особенности алгоритмизации задачи позволили существенно упростить ее решение.

Рассмотрено перекрытие, опертое на произвольно расположенные точечные или конечные размеры опоры при следующих граничных условиях на контуре: условия симметрии по рядам колонн; край перекрытия шарнирно оперт; край перекрытия жестко защемлен; перекрытие со свободным краем (консоль). Возможно произвольное сочетание этих граничных условий.

При разработке задачи учитывались особенности решения, связанные с применением ЭВМ. Для всех точек конечно-разностной сетки, вне зависимости от их положения относительно контура, использовано одно разрешающее уравнение. Подчинение решения требованиям первых трех краевых условий осуществлено путем матричного преобразования каждого разрешающего уравнения, без добавления в систему дополнительных уравнений, выражающих эти граничные условия. Подчинение решения условиям опирания на колонны выполнено путем матричного преобразования системы сформированных уравнений. Деформации перекрытия здания архива, определенные по описанной методике, хорошо совпали с данными, полученными из эксперимента.

За рубежом для облегчения безбалочных перекрытий широко применяется преднапряжение арматуры, а также вытеснение части бетона с использова-

нием различных пустот и кессонообразователей. Во многих странах арматуру плит укладывают в каналобразователи и напрягают на затвердевший бетон перед подъемом перекрытия. В ЧССР используется конструкция перекрытия, опорные участки которых выполнены в виде круглых сборных плоских, на толщину плиты, преднапряженных дисков — скрытых капителей. Эти капители изготавливают из бетона высоких марок и напрягают путем навивки высокопрочной проволоки по периметру.

Железобетонные конструкции с арматурой, укладываемой в каналобразователях и напрягаемой на затвердевший бетон, не нашли в нашей стране широкого распространения. В настоящее время наиболее реальным путем внедрения у нас преднапряжения в конструкции безбалочных перекрытий зданий, возводимых методом подъема, является применение сборных скрытых капителей, исследования которых ведутся в НИИЖБ и ЛенЗНИИЭП.

В ЦНИИПромзданий, на ЭВМ М-222 с использованием расчетной модели плиты переменной жесткости автором было исследовано влияние конструктивных параметров опорных участков на работу плоских железобетонных безбалочных перекрытий. Изучалось изменение распределения поля моментов и деформативности среднего поля бесконечного перекрытия, опертого на квадратную сетку колонн и нагруженного равномерно распределенной нагрузкой, в зависимости от изменения соотношения жесткостей опорных и пролетных участков перекрытия при различных размерах и форме участков повышенной жесткости.

Анализ результатов показал, что на перераспределение поля моментов и снижение прогибов заметное влияние оказывают скрытые капители, диаметр которых составляет более 0,35 пролета, а погонная жесткость капители в 2,5—3 раза превышает погонную жесткость пролетных участков плиты (такого соотношения жесткостей можно добиться за счет обеспечения трещиностойкости капители в эксплуатационной стадии). При этом опорный момент надколонной полосы увеличивается на 18—21% за счет уменьшения пролетного момента

надколонной полосы на 20—26% и пролетного момента пролетной полосы на 15—20%. Прогиб центра панели перекрытия уменьшается на 25—40%.

Применение скрытых капителей, работающих в эксплуатационной стадии с трещинами, нецелесообразно.

Были сопоставлены технико-экономические показатели двух вариантов плоского перекрытия под временную нормативную нагрузку 2000 кгс/м<sup>2</sup> при сетке колонн 6×6 м, в одном из которых плита была принята толщиной 26 см из тяжелого бетона марки М 300 с обычным армированием, а во втором — из бетона марки М 300 толщиной 22 см с преднапряженными скрытыми капителями диаметром 2,2 м из бетона марки М 600. Второй вариант оказался выгоднее по расходу стали на 20,0%; бетона — на 15,4%; по сметной стоимости — на 15,3%; приведенным затратам — на 15,6%; трудоемкости — на 20,0%. По расходу материалов этот вариант приближается к типовым сборным конструкциям.

Результаты работы института по рассматриваемой проблеме были обобщены в «Рекомендациях по конструктивным решениям многоэтажных промышленных зданий, возводимых методом подъема перекрытий (этажей)». (М., Стройиздат, 1972). В 1976 г. разработано и подготовлено к печати «Пособие по проектированию каркасов многоэтажных зданий, возводимых методом подъема перекрытий, с примерами решений конструкций».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бургман В. В., Фишера М. Ф. Перекрытия многоэтажных промышленных зданий, возводимых методом подъема. «Бетон и железобетон», 1972, № 6.
2. Бургман В. В., Шумилин А. Б. Натурные испытания безбалочного бескапитального перекрытия здания Центрального государственного архива Москвы, возведенного методом подъема. В сборнике «Труды ЦНИИПромзданий», вып. 27 «Конструктивные решения многоэтажных производственных зданий», М., Стройиздат, 1975.
3. Кулагин А. А., Шумилин А. Б. Расчет на ЭВМ безбалочных бескапитальных перекрытий с учетом процесса трещинообразования. В реферативном сборнике ЦНИИС «Строительное проектирование промышленных предприятий». Серия III, вып. 9, 1976.
4. Карпенко Н. И. Теория деформирования железобетона с трещинами. М., Стройиздат, 1976.

## Строительство водолечебницы методом подъема перекрытий

В 1975 г. на курорте Друскининкай методом подъема перекрытий было начато строительство водолечебницы на 200 ванн (автор проекта арх. Р. Шилинскас) на участке площадью 4 га, густо озелененном большими хвойными, лиственными и фруктовыми деревьями.

Три кольцевых корпуса А, Б, В ансамбля водолечебницы соединены между собой центральной частью, что придает зданию оригинальность и делает его удобным в эксплуатации. Сооружение в целом двухэтажное, с подвалом, а корпус В имеет дополнительный этаж в соответствии с пониженным рельефом к реке Нямунас. Диаметр каждого корпуса 61 м, высота этажа 4,5 м. Вход в центральную часть — из трех корпусов (см. рисунок на 2-й стр. обложки).

Объем здания 80 000 м<sup>3</sup>, оно имеет сложную конфигурацию в плане, сложную технологию, высокие требования предъявляются к качеству работ.

Друскининкайское СУ в поисках возможностей возведения здания в срок с минимальными затратами рабочей силы и материальных ресурсов приняло решение применять для его сооружения метод подъема перекрытий (рис. 1 и 2). Конструктивная и строительно-технологическая части проекта исполнялись при консультации СПЭКБ Минпромстроя АрмССР.

Применение метода подъема позволило корпус диаметром 61 м полностью установить на консоль с выносом 1,4 м. При общей небольшой высоте (около 12 м) такое решение придает зданию легкость. У главных входов спроектированы пластиковые навесы-козырьки. В потолках центральной части выполнен сложный рельефный декоративный рисунок, гармонично увязанный с куполом диаметром 20 м, венчающим центральную часть. Купол — из армоцемента со сложной системой геометрических лекальных форм, которые изменяются при дневном и вечернем освещении. Проектируется новая водонапорная башня высотой более 40 м и емкостью 2500 м<sup>3</sup> для минеральных вод.

Архитектура здания получила гармоничное решение, отвечающее сущности метода подъема. Здание приобрело большую пластическую выразительность как в целом, так и в деталях (рис. 3).

Волистая поверхность фасадов создает игру лекальных горизонтальных поверхностей, которые по вертикали касательно соединяются между собой. Это создает сложные теневые переходы и различные композиционные перспективы. Главные мотивы комплекса повторяются и в водонапорной башне, также возводимой методом подъема. Отделка фасадов предусмотрена в белом цвете, специальными долговечными

красками. Коридоры второго этажа корпусов будут освещены верхними фонарями.

В проекте используются новые прогрессивные строительные материалы: цветной стеклопрофилит, пластмассовые детали и изделия. Появилась возможность сделать пол для всего здания индустриальными методами перед монтажом перегородок и оборудования. Это улучшит качество работ.

Применение для данного объекта метода подъема перекрытий позволило создать современное архитектурное решение, улучшить эксплуатационные качества, не выходя за рамки сметной стоимости и других показателей первоначального варианта здания.

В конструктивном отношении здание расчленено на несвязанные блоки — центральную часть и три кольцевые. Каждая из кольцевых частей, имеющих в плане незамкнутую круговую форму, рассечена центральным блоком на два симметричных крыла. Крыло отделено деформационными швами от других частей здания и является самостоятельным конструктивным элементом. Размещение колонн нерегулярное из-за кругового очертания крыла и стремления ограничить неравенство пролетов.

Для достижения архитектурного эффекта и удовлетворения некоторых функциональных требований торцевые

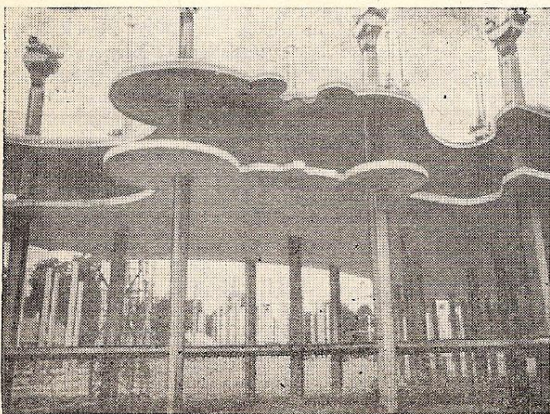


Рис. 1. Подъем плит перекрытий корпуса А

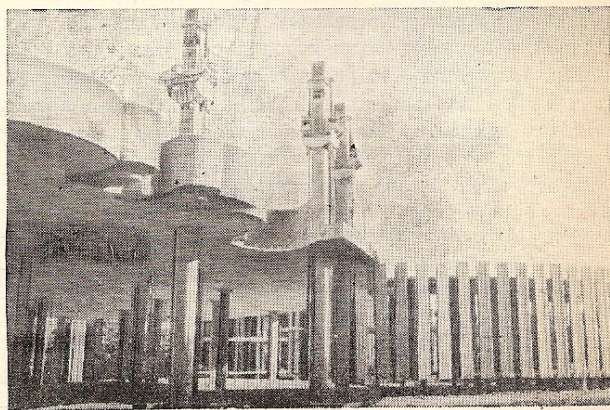


Рис. 2. Подъем изготовленной на земле плиты крыши с карнизом для корпуса Б



зоны каждого крыла имеют сложный криволинейный контур в плане. Сложная нерегулярная форма перекрытия и отсутствие системы в размещении колонн определили особенности их проектирования. Оказалось невозможным применить обычную методику проектирования безбалочных перекрытий. Сплошная плита перекрытия была заменена упругой стержневой системой радиально-круговой структуры. Соединение плиты с колоннами шарнирное. Стержневая сетка вписана в контур перекрытия и повторяет ее очертания, количество узлов ее составило около 700.

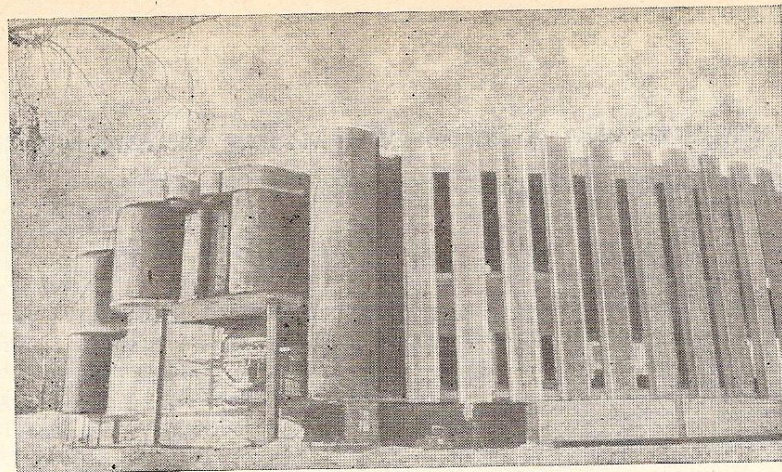


Рис. 3. Фрагмент фасада корпуса А

Расчет перекрытий произведен при помощи ЭВМ, с использованием известных и специально разработанных программ. Суммарная расчетная распределенная нагрузка для междуэтажных перекрытий равна  $1600 \text{ кг/м}^2$ , толщина плит перекрытий 20 см, бетон марки М300, его расход на одно перекрытие 120—140 м<sup>3</sup>. Опорные реакции плиты достигают 60 т; расчетные пролеты — до 7 м.

Рабочее армирование плит осуществляется стержнями диаметром 12—16 мм класса А-III, соединенными в две сетки радиально-круговой структуры. Нижняя сетка без разрывов, верхняя — имеет «окна» в средней части пролетов плиты. Сетки — вязаные, арматурные стержни удлиняются при помощи контактной сварки. Поперечное армирование производится скобами из проволоки диаметром 5 мм класса В-I. Расход арматуры 27—33 кг/м<sup>2</sup>.

Плиты перекрытий центральной части здания имеют толщину 58 см, на нижней их поверхности при формировании предусматривают кессонные выемки глубиной до 50 см. Увеличение толщины перекрытий вызвано большой величиной их пролетов над вестибулями в центральной части здания.

При дальнейшем развитии в республике метода подъема следует уделить внимание улучшению экономических параметров перекрытий. Добиться этого, на наш взгляд, можно переходом к применению керамзитобетона и керамзитобетонных вкладышей, а также устройством ребристых перекрытий, при необходимости совмещая ребра с перегородками.

Фундаменты монолитные, под каждую колонну, высотой 90 см. Колонны сечением  $40 \times 40$  см неразрезные, для корпусов А и Б их длина равна 12 м, для центральной части — 13,5 м, для корпуса В — 15,5 м.

Стеновые панели — длиной 10,5 м с плавными ребрами с фасада шириной 1,2 м. Кантование и монтаж произво-

дится при помощи специального кондуктора. Масса стеновой панели 5,8 т. Она утеплена перлитом в полиэтиленовых мешках. Панель к перекрытиям здания крепят в четырех местах с помощью сварки. К верхней части панели после монтажа присоединяют армоцементные криволинейные крылья длиной 2,2 м, толщиной 6 см, изготовленные на площадке в железобетонной матрице.

В торцевых зонах крыльев здания стены толщиной 18 см делают легкими, применяя эффективные материалы: минеральную вату, армоцемент. Стены подвала — многослойные из кирпичной и газосиликатной кладки.

Монолитные стаканы фундаментов бетонировали в инвентарной металлической переставной опалубке. Колонны изготавливали в паренных металлических формах (по 4 шт. в день), стеновые панели формировали в железобетонных матрицах (по 2 шт. в день) и подвергали термообработке паром.

Плиты перекрытий объемом 120—140 м<sup>3</sup> непрерывно бетонировали за 12—13 ч, выравнивая их верхнюю поверхность цементным раствором марки М200. Благодаря такой отделке потолки не нуждаются в оштукатуривании, требуются лишь шпаклевка и окраска их.

Строительство обслуживает кран марки РДК грузоподъемностью 25 т. Для подъема перекрытий объект разделили на 9 захватов, каждый примерно по 30 колонн. Комплект подъемников был арендован у Минстроя АрмССР.

Перенесение проектных работ на стройплощадку оказалось весьма эффективным. Постоянные контакты проектировщиков и строителей позволили

принимать согласованные оптимальные решения. Присутствие проектировщиков позволило отказаться от большей части рабочих чертежей, что наряду с использованием ЭВМ значительно ускорило проектные работы. Постоянный авторский надзор оказался очень важным для строительства столь сложного здания. Малый разрыв во времени между проектированием и строительством позволил возвести современное по архитектуре и конструкциям здание.

Опыт проектирования и возведения здания методом подъема перекрытий, различные сопоставления и анализы показали, что в условиях Литовской ССР этот метод может оказаться эффективным и оправданным для возведения зданий различных типов: высоких жилых домов, гостиниц, спальных санаторных корпусов, больниц, гражданских и промышленных зданий сложной формы в плане. При этом предполагается улучшение показателей экономии материалов и рабочей силы, сроков ввода в эксплуатацию и стоимости. Станет возможным появление новых, более совершенных архитектурно-композиционных решений по сравнению со строительством обычными методами.

## Преднапряжение в железобетонных перекрытиях, сооружаемых методом подъема

Использование метода подъема этажей и перекрытий открывает новые резервы снижения материалоемкости в строительстве.

Неразрезная плоская плита перекрытия, изготавливаемая при этом методе, является экономичным решением за счет взаимно разгружающего влияния опорных и пролетных изгибающих моментов. Наиболее нагруженными и, следовательно, наиболее ответственными зонами перекрытия являются приопорные участки, в которых размещают сварные или штампованные металлические воротники, существенно увеличивающие общий расход металла на перекрытие.

Использование в приопорных участках плоской плиты преднапряженных железобетонных сборных капителей позволяет дополнительно и существенно уменьшить материалоемкость перекрытий — более чем на 20% уменьшается расход бетона и на 46% снижается масса металлического воротника, охватывающего колонну.

Первая попытка создания преднапряженной скрытой капители (квадратной в плане) была осуществлена ЛенЗНИИЭП. Стержневая арматура натягивалась в двух взаимно перпендикулярных направлениях на упоры и после достижения бетоном соответствующей прочности усилия натяжения передавались

на бетон. Эффект от применения в приопорных зонах таких капителей оказался незначительным: всего на 5—7% сократился расход стали, что не могло окупить более сложную технологию изготовления.

В НИИЖБ были разработаны и исследованы круглые преднапряженные капители с навитыми по периметру арматурными канатами диаметром 6—9 мм или высокопрочной арматурной проволокой диаметром 6 мм. Скрытые капители такой конструкции позволили сократить для жилищного строительства толщину перекрытия с 18 до 14 см и примерно вдвое уменьшить расход стали на металлический воротник, охватывающий колонну.

Такой эффект стал возможным в связи с тем, что сборные капители диаметром 2,2 м соответственно уменьшили расчетный пролет монолитной части перекрытия (более чем на  $\frac{1}{3}$  при шаге колонн 6 м), а также благодаря более рациональному размещению материалов. В приопорной зоне, где в период эксплуатации действуют наибольшие усилия, сосредоточены и более прочные материалы.

В лаборатории преднапряженных конструкций института были разработаны капители под нагрузку 300 и 1100 кН на одну колонну (рис. 1 и 2), арматурные выпуски в обоих случаях не сделаны, так как это опытные образцы. Толщина капителей составила соответственно 14 и 20 см. По периметру капители расположены выпуски ненапрягаемой радиальной арматуры и опорный выступ, воспринимающий нагрузку от монолитного перекрытия.

Экспериментальное исследование капителей проводилось на образцах, отличающихся количеством навитой арматуры и величиной ее предварительного натяжения.

Для выявления специфики двухосного обжатия для данной конструкции были изготовлены также и капители с ненапряженной навитой арматурой, которые разрушались по изгибной схеме, в то время как капители с навитой напрягаемой арматурой разрушались от продавливания. Таким образом было установлено, что наличие кольцевой

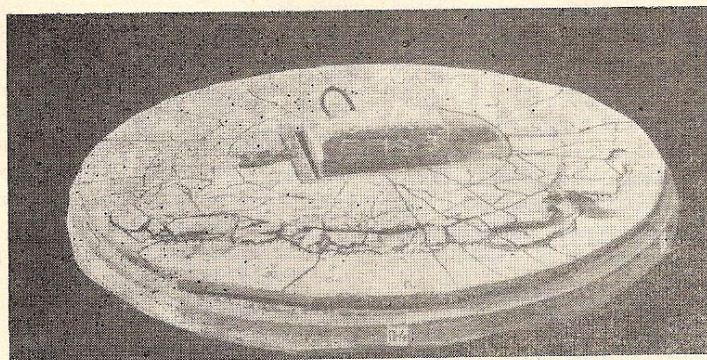


Рис. 1. Испытанная капитель под нагрузку 300 кН

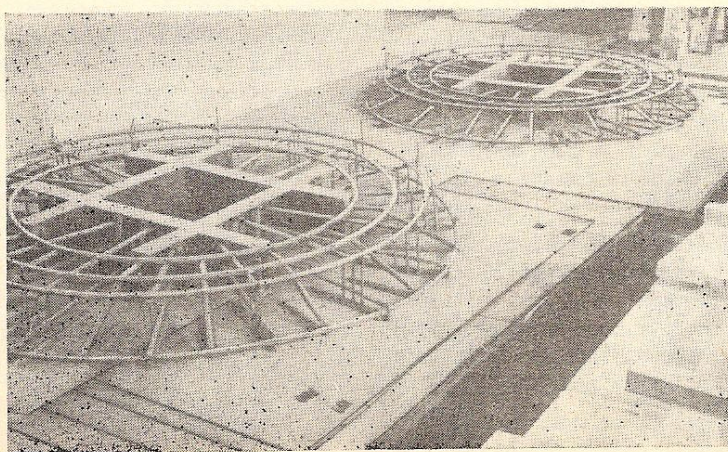


Рис. 2. Каркасы капителей под нагрузку 1100 кН

преднапряженной арматуры принципиально изменяет характер работы элемента и существенно повышает его несущую способность. Например, капитель с ненапряженной высокопрочной кольцевой арматурой разрушалась при нагрузке 0,72 разрушающей по сравнению с аналогичной капителью, у которой кольцевая арматура имела предварительное напряжение.

Как показали эксперименты, прочность бетона мало влияет на работу капители; решающим фактором является количество навитой арматуры, а также величина двухосного обжатия бетона. В качестве примера в таблице показаны результаты испытания трех однотипных капителей (всего испытано 12 шт.).

Характерной особенностью преднапряженных капителей является высокая жесткость, благодаря которой перекрытия будут иметь меньшие эксплуатационные прогибы. На рис. 3 представлен график прогибов опытного образца капители, параметры которой наиболее близки к параметрам капителей, рекомендованных для включения в проекты зданий.

НИИЖБ с учетом ЦНИИПромзданий разработал рекомендации по расчету и конструированию непрерывно армированных круглых капителей, которые были использованы институтом Моспроект-1 при проектировании лабораторного корпуса ЦКБ Минэнерго СССР в Москве. Применительно к перекрытию этого корпуса в ЦНИИПромзданий на ЭВМ-222 был выполнен расчет как для упругой пластинки (пятупролетной в одном и однопролетной двухконсольной в другом направлении),

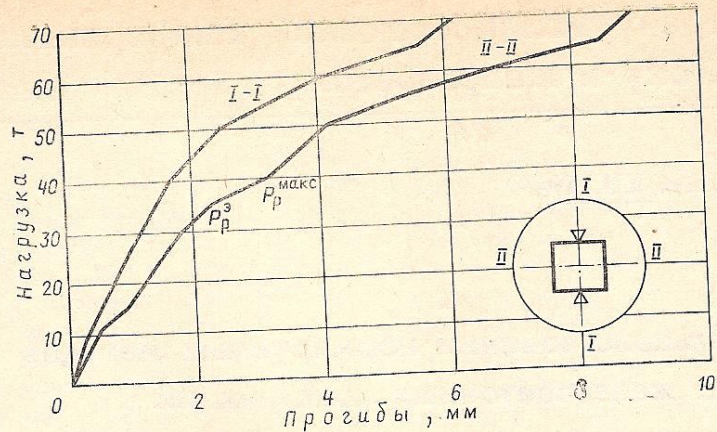


Рис. 3. График зависимости прогибов капители К-4 от нагрузки

| Марка капители | Число витков арматуры диаметром 5 мм | Прочность бетона, кгс/см <sup>2</sup> | Опытная разрушающая нагрузка $R_{op}$ , т | Прочность на растяжение бетона $R_{pH}$ , кгс/см <sup>2</sup> | Появление трещин при нагрузке, т |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| К-1            | 30                                   | 270                                   | 54  | 19  | 25                               |
| К-3            | 30                                   | 400                                   | 54  | 25  | 25                               |
| К-4            | 60                                   | 400                                   | 86  | 25  | 45                               |

шарнирно опертой по контуру круглых капителей диаметром 2,2 м, закрепленных на колоннах, на воздействие равномерно распределенной нагрузки.

ЛенЗНИИЭП и СПЭКБ Минпромстроя АрмССР с участием НИИЖБ и ЦНИИПромзданий подготовили «Временные указания по проектированию гражданских зданий, возводимых методом подъема перекрытий и этажей» (СН 451-72), в которых содержатся

рекомендации по проектированию преднапряженных железобетонных скрытых капителей.

Совместно с СПЭКБ Минпромстроя АрмССР в Ереване возведен фрагмент перекрытия жилого дома размером в плане 10,4×16,8 м, результаты испытания которого позволят выявить дополнительные резервы за счет совместной работы сборной и монолитной части перекрытия.

В настоящее время в лаборатории преднапряженных конструкций НИИЖБ продолжаются работы по совершенствованию конструкций капителей. Изыскиваются возможности предварительного напряжения всего поля перекрытия, что позволит сделать его еще более эффективным, расширить область применения метода подъема перекрытий, так как появится возможность увеличить сетку колонн в сравнении с традиционными решениями.

#### Вышли в свет:

Абрамов Д. С. Управление качеством изготовления сборных железобетонных изделий. Методы и средства. М., «Знание», 1977. 64 с., 28 000 экз., 12 к.  
 Барашиков А. Я. Расчет железобетонных конструкций на действие длительных переменных нагрузок. Изд. 2-е, перераб. и доп. Киев, «Будівельник», 1977. 156 с., 15 000 экз., 51 к.  
 Бетонные работы на строительстве Красноярской ГЭС имени 50-летия

СССР. Авт.: А. Е. Бочкин и др. М., Стройиздат, 1977. 127 с., 2700 экз., 48 к.  
 Дубинский А. М. Расчет несущей способности железобетонных плит и облочеч. Киев, «Будівельник», 1976. 158 с., 10 000 экз., 58 к.  
 Кувалдин А. Н. и Клевцова Г. С. Примеры расчета железобетонных конструкций зданий. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1976. 288 с., 25 000 экз., 67 к.

# Навстречу VIII Всесоюзной конференции по бетону и железобетону

Канд. техн. наук / К. Э. ТАЛЬ

УДК 624.012.41

## О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций

Исследования работы железобетонных конструкций и методов их расчета по предельным состояниям становятся все более обширными и глубокими как у нас в стране, так и за рубежом, и их полезные результаты, естественно, целесообразно учитывать в практических расчетах. В данной статье нет возможности рассмотреть результаты всех многочисленных работ, и основное внимание уделяется лишь некоторым принципиальным положениям.

До последнего времени в нормативных документах не было четкого определения марки бетона. Имелось в виду, что при подборе состава бетона необходимо получить его прочность не ниже численного значения марки. С введением вероятностной оценки прочностных характеристик понятие проектной марки должно приобрести более определенный смысл. Согласно СНиП, а также ГОСТ 18105-72, проектной марки бетона является средняя величина кубиковой прочности бетона при принятом (условном) значении коэффициента вариации, равном 13,5%. При других значениях коэффициента вариации требуемая средняя прочность бетона отличается от проектной марки. Поэтому последняя не является определенной характеристикой бетона и может рассматриваться лишь как условная, «нормируемая» или ожидаемая величина. Во избежание встречающихся еще случаев неправильного истолкования понятия проектной марки целесообразно было бы заменить марки классами (1, 2, 3 и т. п.) или обозначить марки не числами прочности, а порядковыми номерами. Принципиально правильнее было бы характеризовать бетон и его марки величиной нормативного сопротивления, имеющего определенную (заданную) вероятность или обеспеченность.

Аналогичное положение создается с так называемой «отпускной» прочностью бетона. По ГОСТ 18105-72 отпуск-

ной прочностью считается «нормируемая прочность бетона сборных изделий к моменту отпуска их с предприятия». В изменении № 1 к ГОСТ 13015-67, утвержденном Госстроем СССР 13/IV 1972 г., устанавливается в зависимости от местных условий наименьшее значение отпускной прочности в 50, 70, 80 и 100% проектной марки.

Можно только догадываться, что эти цифры являются «номинальными» или «нормируемыми» (по ГОСТ 18105-72), т. е. ожидаемыми и, следовательно, допускающими случайные отклонения, так же как это допускается для фактической прочности бетона по отношению к проектной марке. Во избежание ошибок здесь также необходимо было бы подчеркнуть возможность указанных отклонений. В связи с этим расчеты конструкций, выполненные для стадии выпуска изделий, должны учитывать необходимые «запасы», вводимые к указанной выше «нормируемой» отпускной прочности, аналогично тому, как это делается при расчете в стадии эксплуатации исходя из проектной марки.

До последнего времени расчет прогибов железобетонных конструкций выполнялся по средним значениям прочности бетона, его модуля упругости, геометрических размеров и другим параметрам без введения в явном виде каких-либо «запасов». Так как формулы расчета прогибов таких конструкций содержат значительное число изменчивых, в том числе эмпирических, параметров, то естественно, что фактические прогибы реальных конструкций могут в ту и другую сторону отличаться от расчетных, а следовательно, и от их предельных значений. Отклонение фактических прогибов в неблагоприятную сторону от их предельных значений наблюдается в ряде случаев и при эксплуатации, что необоснованно воспринимается как «криминал». Это происходит по причине вероятностной неопределенности ограничений «не менее» или «не более»,

часто фигурирующих в нормах проектирования (СНиП).

Несмотря на то, что указанные нормы являются чисто проектным документом, эти слова («не менее» или «не более») часто непосредственно переносятся в правила изготовления или эксплуатации, где они без оснований воспринимаются как безусловный предел. Очевидно, что в современных условиях любые изменчивые параметры должны базироваться на вероятностной основе. В нормах проектирования, как правило, должно указываться их номинальное, т. е. «ожидаемое» значение. Если же в отдельных случаях дается другое значение, то оно должно сопровождаться указанием требуемой его обеспеченности.

В отечественных нормах, выпущенных за последние десятилетия, усматривается постепенное увеличение числа эмпирических приемов расчета, эмпирических формул и коэффициентов. Конечно, без использования опытных параметров и коэффициентов в расчетах обойтись невозможно. Более того, эти параметры являются необходимым связующим звеном между теорией и опытом, поскольку без них теория может оказаться мертвой. Однако применение эмпирических формул и даже методик может привести и зачастую приводит к потере ими физического смысла и, следовательно, к механическому их применению на практике с вытекающими из этого отрицательными последствиями.

Известно, что при переходе в 1938 г. на расчет по разрушающим усилиям из расчетов прочности был исключен учет зависимости между напряжениями и деформациями, т. е. была принята схема работы материалов как идеально упругопластических. Многочисленные опыты подтвердили полную пригодность такого приема. Это и не удивительно, поскольку в то время в качестве арматуры применялись главным образом так называемая «мягкая» сталь, имеющая явно выраженную и протяженную площадку текучести, и бетон относительно низкой прочности, у которого доля неупругих деформаций весьма существенна. Правда, для расчета сечений при малых относительных эксцентриситетах пришлось все же уже тогда прибегнуть к чисто эмпирическому приему.

В настоящее время все большее применение находят арматура, не имеющая площадки текучести, и бетон повышенных и высоких марок, более близких по своим свойствам к «упругим» материалам. Использование одних условий равновесия (без привлечения связи напряжений и деформаций) с

введением в расчет условного предела текучести, не характеризующего предельное сопротивление арматуры, приводит в этих случаях к искаженному представлению о несущей способности и вынуждает для корректировки вводить к расчетному сопротивлению арматуры эмпирические поправочные коэффициенты, усложняющие расчет.

Реальной характеристикой предельного сопротивления такой арматуры является ее временное сопротивление, имеющее определенный физический смысл. Вопрос о переходе на расчет по временному сопротивлению арматуры (вместо условного предела текучести) заслуживает тщательного рассмотрения еще и вследствие того, что это может дать существенный экономический эффект.

Рассмотрим принятую в нормах обеспеченность расчетных сопротивлений арматуры в сопоставлении с обеспеченностью расчетных сопротивлений бетона. Нормативные сопротивления материалов, согласно главе СНиП II-A.10-71, устанавливаются исходя из теоретической обеспеченности, не меньшей 95%. Расчетные сопротивления определяются путем деления нормативных сопротивлений на коэффициент безопасности по материалу, равный для бетона  $K_b=1,3$ , а для разных классов арматуры  $K_a$  — от 1,1 до 1,25. При этом, однако, вопрос о фактической обеспеченности расчетных сопротивлений арматуры и бетона недостаточно ясен. В дальней-

шем ему следует уделить серьезное внимание.

Дискуссия о применимости так называемой гипотезы плоских сечений для расчета несущей способности железобетонных элементов ведется давно. Многими авторами проведены обширные опыты и теоретические исследования, результаты которых трактуются по-разному. Это и естественно, поскольку измеряемые деформации арматуры, так же как и бетона, зависят от базы измерений: чем меньше база, тем различнее могут быть полученные деформации, так как измерительный прибор может попасть на структурные элементы материала с существенно различными свойствами (например, на растворную часть бетона или крупный заполнитель). Поэтому любая подобная гипотеза, в том числе и гипотеза плоских сечений, является условной.

Однако, если исходить из подходящих масштабов измерений, а также из того основного положения, что рассматриваемая гипотеза служит лишь в качестве «рабочего аппарата», то можно найти целесообразную область ее применения с тем, чтобы грубых ошибок в результатах расчета не было. Опыт и исследования показывают, что эта гипотеза может с успехом применяться для расчета несущей способности элементов при так называемом «разрушении по сжатой зоне», а при арматуре, не имеющей площадки текучести, — во всех случаях. При

этом речь идет только о вычислении условной высоты сжатой зоны и напряжений в растянутой арматуре.

Для расчета изгибаемых элементов с арматурой, имеющей площадку текучести, когда применение этой гипотезы может привести к существенным погрешностям, использовать ее нет необходимости, так как напряжения в растянутой арматуре в предельном состоянии фиксированы, и для расчета достаточно одних условий равновесия.

Принятие изложенного подхода позволило бы привести расчет несущей способности в более строгую и логичную систему. Это избавило бы также от применения множества эмпирических приемов и формул, которыми насыщены нормы. Можно указать на то, что практически во всех зарубежных нормах и рекомендациях международных организаций гипотеза плоских сечений сохранила свое значение как рабочий прием.

Максимально возможный отказ от эмпирических приемов расчета и замена их гипотезами, имеющими определенную геометрическую и физическую основу, способствовали бы существенному сокращению в нормах количества частных формул и коэффициентов, едва ли могущих претендовать на «обязательность». При этом можно было бы в нормах уделить основное внимание нормированию принципиальных положений.

Д-р техн. наук, проф. А. А. ГВОЗДЕВ (НИИЖБ)

УДК 624.012.41

## Некоторые замечания по поводу статьи К. Э. Талья «О совершенствовании нормируемых методов расчета железобетонных конструкций»

В своей статье К. Э. Талья высказал немало справедливых суждений, однако по некоторым вопросам представляется полезным дать те или иные пояснения или дополнения, а также выразить ряд возражений.

Замена марок бетона классами будет, видимо, осуществлена через несколько лет. Международная организация по стандартизации ISO разрабатывает

шкалу классов бетона и обозначает их дробями, в числителе которых стоит выраженное в МПа значение нормативного (характеристического) сопротивления бетона при испытании цилиндрических образцов, а в знаменателе — такая же величина, отвечающая испытанию кубов с ребром 150 мм.

К. Э. Талья отмечает, что нормативная и отпускная прочность бетона представ-

ляет собой ожидаемые величины, значения которых допускают случайные отклонения. Надо добавить для ясности, что вероятность таких отклонений в меньшую сторону не должна превышать 5%. Что касается передаточной прочности, то установленные для нее минимальные значения (не менее 140 кгс/см<sup>2</sup> во всех случаях и не менее 200 кгс/см<sup>2</sup> при проволочной арматуре и стержневой класса Ат-VI) являются жесткими ограничениями.

Можно согласиться с тем, что предельные значения прогибов и ширины раскрытия трещин, указанные в нормах, даны лишь для проектирования и не должны использоваться при оценке состояния эксплуатируемых конструкций. Это специально оговорено в п. 1.10 главы СНиП II-21-75.

Справедливо также, что при использовании арматуры, не имеющей физического предела текучести, недостаточно задать для расчета значение  $\sigma_{0,2}$ . Но

также недостаточно было бы и задание значения временного сопротивления  $\sigma_b$  вместо условного предела текучести. В принципе для такой арматуры надо знать всю диаграмму  $\sigma - \epsilon$ . В главе СНиП II-21-75 это учтено, хотя и приближенно: принято, что до напряжения, составляющего 80% от  $R_a$ , неупругими деформациями арматуры можно пренебречь, что при напряжении, равном  $R_a$ , пластическая деформация достигает 2%; при промежуточных значениях расчет ведется по интерполяции. При значениях деформаций, превышающих  $\frac{R_a}{F_a} + 0,002$ , вводится коэффициент условной работы  $m_{a4} > 1$ , отражающий повышение напряжений за условным пределом текучести.

Надо признать нелогичной установившуюся у нас традицию считать нормативной величиной для стержневой арматуры, не имеющей физического предела текучести, условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$ , а для проволочной — временное сопротивление  $\sigma_b$ . Из-за этого для двух упомянутых видов арматуры существенно различаются значения коэффициентов безопасности по материалу, что затрудняет понимание принятого подхода к выбору значений расчетных сопротивлений.

К. Э. Таль высказывается в пользу широкого применения гипотезы плоских сечений. Надо напомнить, что для расчетов, относящихся к бетонным и железобетонным элементам без трещин, гипотеза эта постоянно используется в наших нормах и в практике проектирования. Но в железобетонных элементах с трещинами, как известно, напряжения и деформации арматуры в местах трещин и между ними отличаются друг от друга даже на участках с постоянным значением изгибающего момента, а это противоречит гипотезе плоских сечений. Более правильному освещению поведения элементов с трещинами положили начало работы В. И. Мурашева. Надо ли о них забыть? Применение гипотезы плоских сечений, бесспорно, не может быть универсальным. Можно построить расчет прочности сечений с трещинами, принимая условно гипотезу плоских сечений наряду с некоторыми дополнительными положениями, и получить приемлемый результат. Однако картина реального напряженно-деформативного состояния конструкции с трещинами была бы при таком расчете искажена. Выбор расчетной схемы (или, как теперь предпочитают говорить, математической модели) железобетонного стержня должен определяться главным образом соображениями дидактического характера.

## Наши юбиляры

*В эпоху научно-технической революции история развития отечественной науки представляет значительный общественный интерес.*

Директор НИИЖБ, д-р техн. наук, проф.,  
Заслуженный деятель науки и техники РСФСР К. В. МИХАЙЛОВ

## 50-летие научного центра по железобетону

3 мая 1927 г. Председатель ВСНХ СССР В. В. Куйбышев утвердил положение о Государственном научно-экспериментальном институте гражданских, промышленных и инженерных сооружений (ГИС), который был образован в Москве постановлением Президиума ВСНХ СССР от 2 апреля 1927 г. Директором института был назначен инженер Г. Б. Красин.

Основными задачами вновь организованного института было обоснование применения новых приемов и методов производства строительных работ путем всестороннего изучения практики строительства и разработки новых материалов и конструкций. Одновременно от коллектива ГИС требовалось широко знакомить технические круги с научными достижениями и содействовать подготовке квалифицированных специалистов-строителей.

Организация комплексного научно-исследовательского института по строительству явилась важной вехой в становлении советской строительной науки. В то время завершался восстановительный период, советский народ приступил к социалистической индустриализации на базе реконструкции всего народного хозяйства. В порядке подготовки первого пятилетнего плана (1928—1932 гг.) надо было укрепить научную базу строительства, что решало успех быстрого развития действующих заводов и фабрик и возведения новых промышленных предприятий, необходимых нашей стране.

ГИС развернул широкую деятельность: организовал лаборатории для исследования строительных материалов и конструкций, проводил полевые наблюдения за состоянием возводимых зданий, участвовал в проектировании опытных зданий и сооружений, оказывал помощь

строителям в научно-технической и экономической оценке имеющихся материалов, конструкций и механизмов. Была развернута работа по стандартизации и механизации строительного дела, изданию научных трудов, сборников, статей, библиографических справок и специальной литературы. Институт активно участвовал в организации съездов, конференций и совещаний по различным вопросам строительства.

По указанию ВСНХ СССР ГИС создал сеть научных отделений на местах. Так, к 1930—1931 гг. институт имел отделения в Ленинграде, Новосибирске, Свердловске, Тифлисе, Симферополе, Саратове, Самаре, Ростове-на-Дону, Нижнем Новгороде, Ташкенте и Харькове, т. е. там, где велось интенсивное строительство.

Партия и советское правительство уделяли большое внимание развитию ГИСа: в 1927/1928 финансовом году институту было выделено 300 тыс. р., что тогда являлось большой суммой.

После XVI съезда ВКП(б), который поставил новые задачи в части перехода на индустриальные методы строительства и ликвидации сезонности, ГИС в 1932 г. был реорганизован во Всесоюзный научно-исследовательский институт промышленных, гражданских и инженерных сооружений (ВИС), и из него выделились подразделения, на основе которых были организованы институты Фундаментстрой и Гипроорстрой. В это же время в стране создаются, по примеру ГИС, новые научно-исследовательские институты по строительству.

В 1933 г. ВИС придается Главстройпрому Наркомата тяжелой промышленности СССР и переименовывается в Центральный научно-исследовательский институт промышленных сооружений

(ЦНИПС). В течение последующих 25 лет институт многое сделал для строительства.

В 1957 г. ЦНИПС был разделен на несколько институтов, из которых основными являются Научно-исследовательский институт бетона и железобетона (НИИЖБ) и Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций (ЦНИИСК) Госстроя СССР — наиболее мощные научные организации нашей страны по строительству, вклад которых в развитие строительной науки был особенно велик. Создание НИИЖБ диктовалось велением времени, так как бетон и железобетонные конструкции заняли ведущее положение среди других строительных материалов. В институте выполнялись теоретические работы, оказавшие существенное влияние на проектирование строительных конструкций.

Чрезвычайно важным по последствиям был пересмотр теории железобетона, начатый в 1931 г. заместителем директора института по научной части А. Ф. Лолейтом. В то время во всем мире все конструкции, в частности и железобетонные, рассматривались как упругие и рассчитывались по допускаемым напряжениям. А. Ф. Лолейт предложил вести расчет железобетонных сечений по стадии разрушения, введя для перехода к эксплуатационной стадии нормируемый коэффициент запаса. Новый метод был подробно разработан в институте под руководством А. А. Гвоздева и включен в 1938 г. в нормы проектирования железобетонных конструкций. В его разработке активно участвовали научные сотрудники М. С. Борищанский, С. А. Дмитриев, Н. Н. Лессиг, А. С. Щепотьев и др.

Другим серьезным достижением института надо считать создание теории предельного равновесия и ее использование в проектировании. Обоснование метода и его основные экстремальные теоремы были впервые сформулированы А. А. Гвоздевым в 1938 г., тем самым была подведена научная база под некоторые ранее применявшиеся способы расчета.

Помимо обеспечения несущей способности, теория железобетона должна была дать оценку состояния конструкций в эксплуатационной стадии, чтобы избежать чрезмерных прогибов, недопустимого раскрытия трещин, то есть тех нежелательных явлений, которые называются теперь предельным состоянием второй группы. Теория, разрешившая эту задачу, была предложена и разработана В. И. Мурашевым. Открывшаяся возможность достаточно достоверно определять деформации желе-

зобетонных элементов с трещинами позволила развить методы расчета статически неопределимых конструкций с учетом изменения жесткости, вносимого трещинообразованием и неупругими деформациями (С. М. Крылов).

Значительным шагом в совершенствовании железобетонных конструкций и расширении области их применения явилось использование предварительного напряжения. Над теорией расчета предварительно напряженных конструкций работала и работает большая группа ученых. Основоположником этого направления является В. В. Михайлов, значительный вклад внесен Г. И. Бердичевским.

Теоретические работы, относящиеся к оболочкам, были начаты в первые годы существования института А. А. Гвоздевым, А. Л. Гольденвейзером и В. З. Власовым. Последний вскоре возглавил и успешно развивал теорию упругих оболочек и тонкостенных стержней; его работы получили мировое признание. Широкий круг исследований железобетонных оболочек выполняется в институте в последние годы под руководством Г. К. Хайдукова.

С благодарностью следует вспомнить В. А. Бушкова, бессменного на протяжении многих лет председателя секции совета института, рассматривавшей проводимые исследования в области железобетонных и каменных конструкций, а также зам. директора В. М. Келдыша, и члена этой секции П. Л. Пастернака. Советы и критические замечания этих ученых оказали немалое влияние на направление и результаты работ в упомянутой области.

С самого начала образования в ГИС велись также исследования в области материаловедения и технологии бетона и железобетона. В состав института была введена лаборатория стройматериалов, руководимая Е. В. Костырко, работы которой по созданию керамзита и бетона на его основе получили наибольшее развитие и известность. В дальнейшем обширные исследования бетонов на различных пористых заполнителях и легкого железобетона были проведены Н. А. Поповым, Н. А. Корневым и Г. А. Бужевичем, что дало возможность широко применить эти бетоны на практике.

Лаборатория бетона была создана в ВИС в 1932 г., где под руководством Б. Г. Скрамтаева проводились основополагающие работы по технологии бетона. Главными направлениями работ начального периода существования этой лаборатории были: методы подбора состава бетона, изучение его свойств, производство бетонных работ в зимнее время и влияние низких температур на

свойства бетона (С. А. Миронов, В. М. Медведев, Ю. В. Вегенер), химическая стойкость, коррозия бетона, создание кислотоупорного и жаростойкого бетонов (В. М. Москвин, К. Д. Некрасов, Н. А. Мощанский, К. Д. Красильников).

К этому периоду следует также отнести работы по использованию шлаков в бетонах (Г. Н. Сиверцев), получению бетонов высоких марок и др. Все эти работы отвечали насущным вопросам развивающегося строительства восстановительного периода и периода первых пятилеток. В большинстве случаев результаты работ сразу же использовались в практике.

Одним из основных направлений в работе Государственного института сооружений с момента его образования явилось развитие методов индустриализации строительства, что отвечало насущным потребностям реализации заданий первой пятилетки.

Дефицитность металла обуславливала требование максимальной замены его в строительных конструкциях, что резко повышало роль железобетона в строительстве. Однако при возведении монолитных железобетонных конструкций в том объеме, который диктовался планами строительства, трудоемкость работ и затраты лесоматериалов на подмости и опалубку оказались столь велики, что это ставило под угрозу возможность выполнения строительных объектов первой пятилетки в плановые сроки.

Решение задачи было найдено в применении сборного железобетона. По сравнению с монолитным железобетоном сборные конструкции требовали в 4—5 раз меньше лесоматериалов и в 2 раза сокращали затраты труда.

В 1928 г. в институте были разработаны рабочие чертежи сборных железобетонных конструкций многоэтажного жилого дома, возведенного в Москве на ул. Б. Полянка в 1928—1929 гг., который стал первенцем сборного домостроения. С начала тридцатых годов сборный железобетон получает широкое применение при строительстве промышленных зданий.

В те годы ЦНИПС принадлежала ведущая роль в создании новых конструктивных форм, диктуемых требованиями сборности железобетонных сооружений, в создании основных типов сборных железобетонных элементов и их стыков (А. П. Васильев).

Были разработаны сборные железобетонные колонны, подкрановые балки, ригели, ребристые плиты покрытий пролетом до 3 м, фундаменты стаканного типа.

Исследованиями были установлены условия создания нового класса железобетонных конструкций, получивших название сборно-монолитных и открывших возможность применения сборного железобетона в широком диапазоне эксплуатационных требований.

В середине тридцатых годов в институте были разработаны и экспериментально исследованы первые железобетонные фермы с обычным и предварительно напряженным армированием. Одним из первых объектов применения железобетонных ферм явилось вагонное депо московского метрополитена (1936 г.).

Характерной особенностью сборных конструкций тридцатых годов явилось отсутствие стальных закладных деталей в элементах и отсутствие или малое применение сварки в стыках.

В первые дни Великой Отечественной войны значительная группа научных сотрудников ЦНИПС, возглавляемая директором института Н. М. Гусевым, была направлена на строительство оборонительных рубежей. Оставшиеся ученые института много сделали для создания промышленной базы на Урале и в Сибири при эвакуации в эти районы предприятий с запада страны. В период эвакуации руководство институтом осуществлял В. И. Киселев.

По возвращении из эвакуации институт сыграл большую роль в послевоенном восстановительном строительстве. Для института было развернуто строительство новой экспериментальной базы в дер. Вязовка (теперь Волгоградский район г. Москвы).

В послевоенный период вопросы материалоемкости и заводской технологии железобетонных изделий получили значительное развитие в исследовательских работах ЦНИПС, а затем и НИИЖБ. Особое внимание в период четвертой-восьмой пятилеток было уделено разрешению вопросов, связанных с созданием индустриальной базы производства железобетонных изделий массового применения (А. Е. Десов, А. Н. Попов, А. А. Светов и др.).

Были разработаны основные требования к эффективным арматурным сталям и проведена их унификация, при этом ориентировались на создание специальных видов стали, предназначенных только для армирования обычных и преднапряженных железобетонных конструкций (К. В. Михайлов, Н. М. Мулин). На базе широкого применения сварки были разработаны принципиально новые индустриальные формы армирования.

В 1954 г. была принята обширная про-

грамма создания промышленности сборного железобетона в нашей стране.

С этого времени тематика разработки и исследования сборных конструкций становится доминирующей в планах работ НИИЖБ. Для эффективной работы заводов ЖБК потребовалось создание типовых сборных железобетонных конструкций основных элементов и частей зданий: фундаментов, колонн, ферм, балок, плит покрытий и перекрытий стеновых панелей, лестничных маршей и проч.

Типизация элементов конструкций была осуществлена на базе разработки единых модульных систем объемно-планировочного решения зданий.

Для исследования типовых конструкций и участия в их разработке совместно с ведущими проектными институтами в НИИЖБ в 1957 г. был создан ряд конструктивных лабораторий.

Были разработаны и проверены экспериментальными исследованиями многочисленные типовые сборные железобетонные конструкции для самых различных зданий, обеспечившие эффективность их выполнения, интенсивный рост объема применения сборного железобетона в СССР (с 3 млн. м<sup>3</sup> в 1954 г. до 117 млн. м<sup>3</sup> в 1976 г.).

Значительная доля этих конструкций выполняется с предварительным напряжением, что существенно снижает их материалоемкость. Существенное развитие получили экономические исследования в области железобетона (В. Г. Михайлов).

После войны институтом последовательно руководили В. С. Туркин, Б. Г. Скрамгаев, К. Н. Карташов, В. В. Макаричев.

Совершенствование сборных железобетонных конструкций, повышение прочности бетона и арматуры, развитие предварительного напряжения элементов и эффективных методов их изготовления обеспечили расширение областей применения сборного железобетона в различных отраслях строительства. Кроме вышперечисленных ученых, значительный вклад в решение этой проблемы внесли Б. А. Крылов, А. Ф. Милованов, С. В. Александровский, Л. А. Малинина, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, В. В. Патуроев, И. М. Френкель, И. Г. Людковский и многие другие.

Учеными института выполнены глубокие исследования физико-химических процессов твердения и структурообразования бетона, что позволило предложить новые эффективные методы интенсификации его твердения и повышения долговечности при возведении и эксплуатации конструкций в различных условиях.

Была создана теория коррозионной стойкости бетона (В. М. Москвин), разработаны различные виды жаростойкого бетона.

Прогресс в технике сборного строительства обеспечил применение железобетонных изделий практически для конструкций любых нагрузок и габаритов. Так, при строительстве главных корпусов теплоэлектростанций сборные железобетонные колонны котельного пролета достигают размера в 100 м по высоте при нагрузке в несколько тысяч тонн; при строительстве торговых центров в Челябинске и Минске из сборных элементов выполнены оболочки с размерами в плане 100×100 м.

Сборный железобетон стал основным материалом для несущих конструкций в нашем строительстве.

НИИЖБ и работы его сотрудников хорошо известны за рубежом, их высоко ценят. Специалисты института представляют страну в пяти международных организациях, участвуют в сотрудничестве с рядом стран.

Неоценима роль института в подготовке научных кадров высшей квалификации. Сотни специалистов закончили аспирантуру НИИЖБ и теперь успешно работают практически во всех республиках страны.

В настоящее время в тысячном коллективе института работает 23 доктора технических наук и 170 кандидатов технических наук, в том числе 7 Заслуженных деятелей науки и техники РСФСР, 11 лауреатов Государственных премий.

НИИЖБ является головной организацией, которая координирует комплексные исследования железобетона в нашей стране, проводимые многочисленными научно-исследовательскими организациями и высшими учебными заведениями. В 10-й пятилетке эти работы направляются на дальнейшее совершенствование железобетонных конструкций, повышение их качества и эффективности.

Коллектив института развернул широкие исследования для решения поставленных Коммунистической партией задач, и его работы несомненно будут способствовать дальнейшему развитию бетона и железобетона, возводимых из этих материалов зданий и инженерных сооружений.



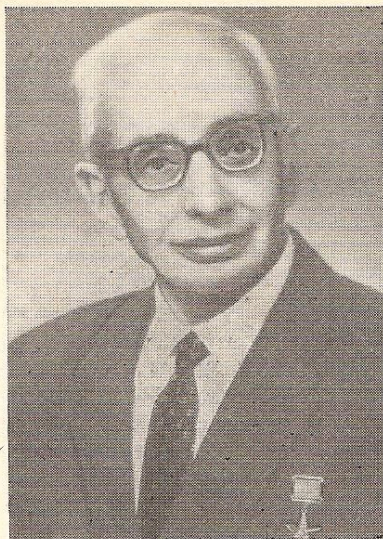
## К 80-летию А. А. Гвоздева

В мае 1977 г. исполняется 80 лет со дня рождения и 55 лет научной, инженерной, педагогической и общественной деятельности Героя Социалистического Труда, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, лауреата Государственной премии, доктора технических наук, профессора Алексея Алексеевича Гвоздева.

А. А. Гвоздев широко известен в нашей стране и за рубежом как крупный ученый в области теории железобетона, железобетонных конструкций и строительной механики. Более 45 лет он является бессменным руководителем Центральной лаборатории теории железобетона НИИЖБ.

Весьма широк круг научных вопросов, в которые А. А. Гвоздев внес свой фундаментальный вклад. Это разработка смешанного метода расчета статически неопределимых конструкций, теория и расчет оболочек, вопросы устойчивости оболочек, разработка и обоснование метода предельного равновесия и доказательство двух фундаментальных теорем о предельной нагрузке (статический и кинематический способы), расчет конструкций на действие импульса, исследования по теории ползучести, в том числе и применительно к расчету сооружений, расчет конструкций по предельным состояниям и ряд других теоретических вопросов. За разработку и доказательство двух теорем о предельной нагрузке в 1967 г. Бельгийское инженерное общество присудило А. А. Гвоздеву медаль Гюстава Тразенстера, которой награждаются выдающиеся ученые мира.

Особенно велик вклад А. А. Гвоздева в развитие теории железобетона. Он является основоположником советской школы расчета и проектирования железобетонных конструкций, им разработаны оригинальные методы экспериментально-теоретических исследований бетона, арматуры, железобетонных эле-



ментов и статически неопределимых конструкций при различных видах воздействий. Идеи расчета железобетонных конструкций по стадии разрушения, предложенные А. Ф. Лолейтом, были развиты и распространены А. А. Гвоздевым на сложные виды силовых воздействий (поперечные силы, внецентренное сжатие, кручение, изгиб с кручением и др.). Большую работу ведет А. А. Гвоздев по совершенствованию теории прочности и деформативности бетона и железобетона. Много внимания он уделяет развитию сборного железобетона, индустриализации строительства и созданию эффективных видов бетонов и арматуры.

Под руководством А. А. Гвоздева и при его непосредственном участии разрабатываются основные нормативные и инструктивные документы по проектированию железобетонных конструкций, обобщающие достижения науки и практики строительства, учитывающие применение новых эффективных видов

бетона и арматуры и прогрессивных конструктивных форм. В 1975 г. Госстроем СССР утверждена новая глава СНиП II-21-75, разработку которой возглавил А. А. Гвоздев.

Алексей Алексеевич принимал и принимает участие в создании типовых и уникальных сооружений из железобетона. Его богатым опытом и обширными знаниями пользуются многие проектные и исследовательские организации. Более 10 докторов и 100 кандидатов наук — ученики Алексея Алексеевича. Тысячи студентов МИСИ изучали его лекции по строительной механике и железобетонным конструкциям.

А. А. Гвоздев участвует в работе Научно-технического совета Госстроя СССР, научно-технического и специализированного советов НИИЖБ, секции строительных конструкций Комитета по Ленинским премиям и др. Он достойно представляет советскую строительную науку в международных организациях — в комиссиях по строительству СЭВ, в Европейском комитете по бетону (ЕКБ), является членом Американского института бетона. Как общепризнанному авторитету в области теории железобетона, А. А. Гвоздеву присужден почетный диплом Будапештского технического университета.

Плодотворная научная, инженерная, педагогическая и общественная деятельность Алексея Алексеевича Гвоздева высоко оценена Советским правительством. Ему присвоены звание Героя Социалистического Труда. Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР и лауреата Государственной премии. Он награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Красной Звезды и медалями.

Желаем Алексею Алексеевичу крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов.

Канд. техн. наук Н. Г. МАТКОВ (НИИЖБ)

УДК 624.078

## Особенности работы стыков колонн с боковыми подрезками на внецентренное сжатие в каркасах промзданий

В последние годы при возведении многоэтажных гражданских зданий широкое распространение получили железобетонные стыки колонн с поперечным армированием сетками и полуавтоматической ванной сваркой выпусков продольной арматуры с универсальными угловыми и боковыми подрезками бетона с последующим замоноличиванием зоны соединения. Комплексные исследования [1, 2] и накопленный опыт позволили Госгражданстрою связевый каркас с такими стыками утвердить как

ков колонн в монтажной и эксплуатационной стадиях. Для проверки методов расчета и выявления особенностей работы таких стыков провели специальные исследования на фрагментах колонн при

совместном действии обжатия и кратковременной нагрузки. Во время опытов выявляли влияние начальных напряжений при обжатии стыка до и после замоноличивания на его конечную несущую способность. Конструкция железобетонного стыка с распределительным листом приведена на рис. 1. Боковые подрезки стыка армировали узкими сварными сетками  $\mu_k^c = 0,039$  (образец ОБ-3), которые устанавливали пакетом перед монтажом верхней колонны и после сварки выпусков арматуры распределяли их по высоте, закрепляя к вертикальным монтажным стержням. Были испытаны два составных фрагмента сечением  $40 \times 40$  см ( $8\varnothing 28$  мм) с односторонними консолями по концам. После сварки выпусков арматуры опытный образец помещали на подвижные опоры вверх консолями, на которых монтировали специальную установку, состоящую из отшлифованных торцевых плит, четырех тяжей с концевыми нарезками и пружин с домкратом. Нагрузку определяли по осадке тарированных пружин. Центрировку начального эксцентриситета в момент предварительного обжатия ( $e_1$ ) выполняли через шаровую опору домкрата в торцевой плите подтягиванием гаек на тяжах. При этом замеряли прогиб образца, деформации на выпусках арматуры и на поверхностях бетона. Усилия в 37 и 34 тс соответствовали изгибающим моментам 18,5 и 17 т·м. Напряжения в сжатой арматуре были близки к пределу текучести, а прогиб достигал 0,5 мм. При нагрузке около 20 т на растянутой грани колонны появились поперечные трещины шириной до 0,01 мм.

С повышением нагрузки податливость сварных выпусков увеличивалась, происходило заметное искривление стержней с одновременным более интенсивным включением в работу центрирующей прокладки. Этому способствовали неплотности между прокладками, кото-

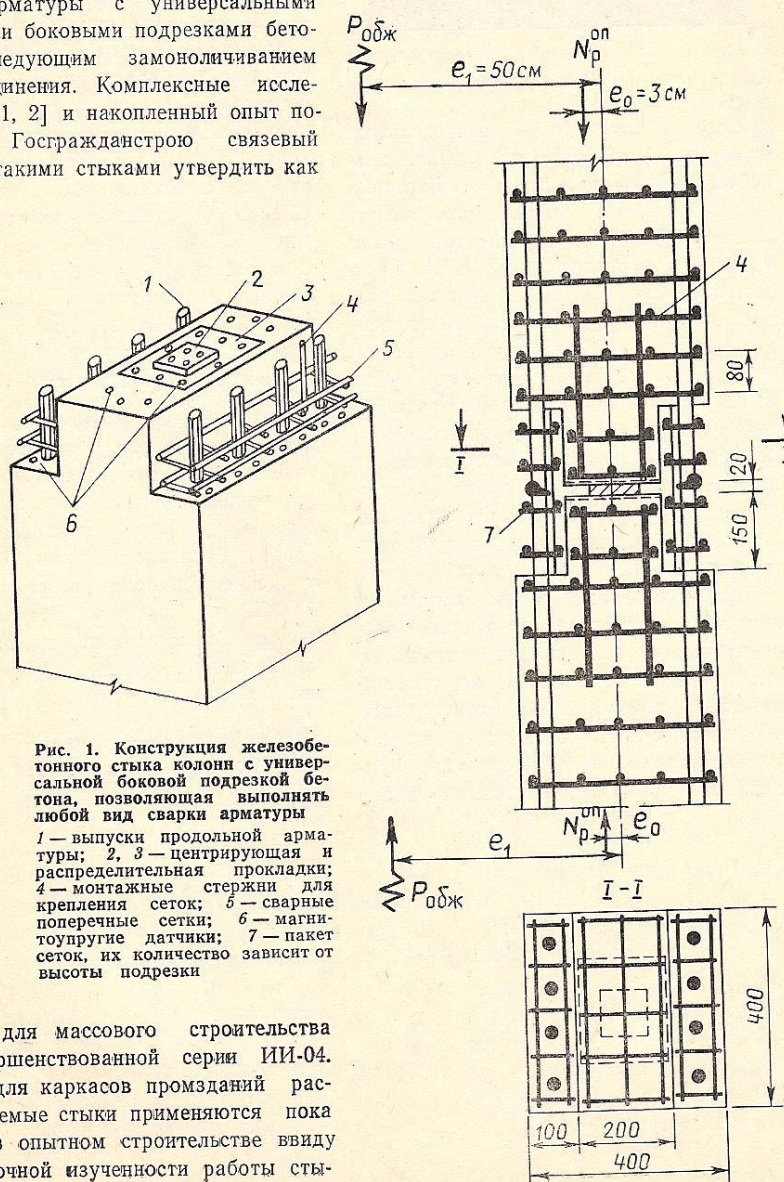


Рис. 1. Конструкция железобетонного стыка колонн с универсальной боковой подрезкой бетона, позволяющая выполнять любой вид сварки арматуры  
1 — выпуски продольной арматуры; 2, 3 — центрирующая и распределительная прокладки; 4 — монтажные стержни для крепления сеток; 5 — сварные поперечные сетки; 6 — магнитоупругие датчики; 7 — пакет сеток, их количество зависит от высоты подрезки

типовой для массового строительства по усовершенствованной серии ИИ-04. Однако для каркасов промзданий рассматриваемые стыки применяются пока только в опытном строительстве ввиду недостаточной изученности работы сты-

ые постепенно исчезали за счет их податливости под нагрузкой. Как видно из рис. 2, замеренные деформации арматуры и бетона в подрезках стыка значительно превышают деформации по целому сечению.

Исследования [1, 2] и анализ работы незамоноличенных стыков под нагрузкой позволили предложить метод расчета стыков в стадии монтажа в соответствии с методикой СНиП II-21-75. Расчет основывается на совместной работе бетона на местное сжатие (смятие) под центрирующей прокладкой [3], учете приведенного расчетного сопротивления бетона, армированного поперечными сетками ( $R_{см}^*$ ), и сварной арматуры на сжатие с коэффициентом условий работы  $m_{a.c.} = 0,5$ , включая несоосность стержней. При этом продольный изгиб необетонированных выпусков арматуры принимается по СНиП II-B.3-72 (в зависимости от диаметра стержня и высоты подрезки).

Расчетная нагрузка в монтажной стадии подсчитывается по формуле

$$N = \mu F_{см} (R_{пр} \gamma_6 + k \mu_k^c R_a^c \gamma_k) + m_{a.c.} \varphi R_{a.c.} (F_a + F_a'), \quad (1)$$

где 
$$\gamma_6 = \sqrt[3]{\frac{F_p}{F_{см}}} \leq 3,5;$$

$$\gamma_k = 4,5 - 3,5 \frac{F_{см}}{F_p},$$

причем  $F_p$  — расчетная площадь торца колонны при местном смятии принимается по [3] в зависимости от размеров прокладок.

Формула (1) предусматривает цент-

ральное сжатие, поскольку стыки в этом состоянии способны воспринимать наибольшие изгибающие моменты. В системе рамного каркаса в стыках колонн до замоноличивания выпуски арматуры уже при небольших нагрузках получают большую податливость вследствие выгиба, обусловленного начальным искривлением и несоосностью. В этих условиях в местах расположения стыков колонн образуются пластические шарниры рамы. При дальнейшем нагружении моменты в стыке возрастать не могут, а нормальные усилия передаются в основном через центрирующую прокладку. Величина эксцентриситета приложения нормальной силы уменьшается и в стадии, близкой к разрушению; характер работы незамоноличенных стыков в системе рамы приближается к центральному сжатию.

После обжатия образцов-колонн зону стыка замоноличивали под нагрузкой бетоном марки М 150. Прочность элементов колонн к моменту испытаний составляла 300—320 кгс/см<sup>2</sup>. После набора бетоном замоноличивания необходимой прочности в обжатом состоянии образцы испытывали внецентренной нагрузкой ( $e_0$ ) на 1000-т прессе по ступенчатой методике вплоть до разрушения. При этом начальная нагрузка, приложенная по консолям с эксцентриситетом по отношению к оси колонны, сохранялась постоянной в процессе нагружения. Выгиб образцов под нагрузкой пресса заметно уменьшался, а трещины в связи с их предварительной перегрузкой закрывались при нагрузке  $0,5 N_p^{оп}$ .

В зоне стыка по сжатой грани появились продольные трещины шириной до 0,5 мм при нагрузке  $0,8 N_p^{оп}$ . Прогнбы в средней части возрастали незначительно и к моменту разрушения были не более 0,6 мм.

Как следует из рис. 3, для замоноличенных стыков относительные предельные деформации бетона в зоне сопряжения и по целой колонне различны в связи с заниженной прочностью замоноличенного бетона, армированного сетками, хотя в таких стыках происходит четкая передача усилий с бетона на бетон и перераспределение их в зоне стыка. Абсолютная величина продольной деформации в зоне стыка перед разрушением не превышала 2 мм (с учетом деформации шва — 0,15 мм). Поперечные деформации стыка и бетона колонны составили в среднем  $60 \times 10^{-5}$  и  $40 \cdot 10^{-5}$ . Деформации арматуры достигали предела текучести.

Разрушение замоноличенных стыков колонн произошло по сечению сопряжения при 600 и 650 тс. Снижение несущей способности первого образца объясняется отсутствием сеток в зоне подрезок по боковым граням колонн по сравнению со вторым. Это позволило выявить работу сеток. По расчету на долю бетона с поперечным армированием в подрезках приходится до 55 т. Постановка сеток в боковых подрезках повышает прочность стыка. Для обеспечения совместной работы и устойчивости стыка необходимо устанавливать комут в шве между торцами.

Разрушение стыков характеризовалось раздроблением сжатой зоны бето-

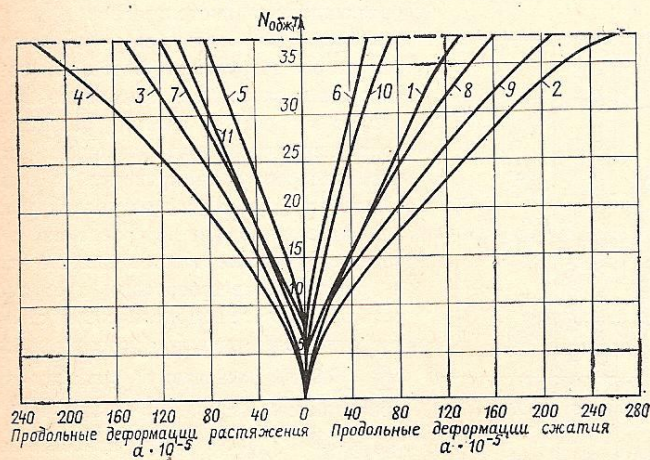


Рис. 2. Относительные деформации бетона и арматуры в момент обжатия образца до замоноличивания  
1—4 — бетона в подрезках стыка по показаниям индикаторов; 5, 6 — арматуры в гнездах по целому сечению колонны по показаниям тензорезисторов; 7—9 — в сварных выпусках арматуры в подрезках стыка; 9, 10 — бетона по целому сечению колонны

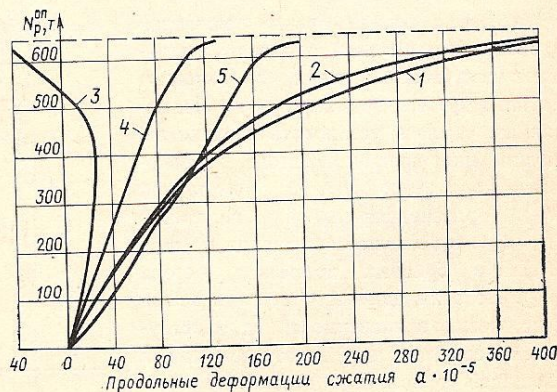


Рис. 3. Графики относительных продольных деформаций бетона замоноличивания стыка и по целому сечению колонн для образца ОБ-3 (по данным индикаторов)  
1—3 — по стыку с учетом неплотностей в контакте подрезок замоноличивания; 4, 5 — по целому сечению колонны

на, армированного сетками, и потерей устойчивости сварными стержнями продольной арматуры (рис. 4).

Теоретические разрушающие нагрузки для сечения по замоноличенному стыку  $N_T^p$  рассчитывали по формуле (2) с учетом опытного прогиба ( $f_{оп}$ ), замеренного до и после замоноличивания. Построение расчетной формулы по прочности нормального сечения колонн в зоне стыка соответствует общей методике, принятой в СНиП II-21-75 и руководстве [3]

$$N_p^T e_0 = R_{пр}^{*k} S_{б.я}^k + R_{пр}^{*s} S_{б.я}^s + \sigma_T S_a, \quad (2)$$

где  $e_0$  — суммарный эксцентриситет нормального усилия в стыке с учетом фактического прогиба при обжатии и при испытании на прессе. Остальные обозначения даны в [3].

Расчет по формуле (2) без учета монтажной перегрузки арматуры дает хорошую сходимость с опытом. Однако на практике прочность бетона замоноличивания, укладываемого на месте, может оказаться пониженной, поэтому рекомендуется вводить в формулу (2) коэффициенты условий работы  $m_{б.з} = 0,8$  к  $R_{пр}^{*s}$  и  $m_{б.к} = 0,9$  к  $R_{пр}^{*k}$ . В таблице сравниваются опытные, теоретические разрушающие и расчетные нагрузки.

Таким образом, можно отметить, что перенапряжения в арматуре и по центрирующей площадке, возникающие в монтажной стадии, не влияют на конечную несущую способность замоноличенных стыков в стадии эксплуатации. Рассмотренный метод расчета стыков правильно оценивает их прочность без учета начальных напряжений.

Интерес с точки зрения методики проведения испытаний стыков представляют полученные данные с помощью магнитоупругих датчиков [4]. Применяя их, удалось установить средние величины напряжений в бетоне, возникающие под центрирующей прокладкой ( $F_1$ ), распределительной пластиной ( $F_2 - F_1$ ), в оставшейся площади по шву ( $F_3$ ) и в боковых подрезках бетона ( $F_4$ ). По этим данным построили эпюры напряжений в зависимости от действующей нагрузки для соответствующих площадей и получили достаточно четкую напряженную картину. Установлено, что наиболее напряженное состояние возникает под центрирующей прокладкой ( $49 \text{ см}^2$ ), достигая к моменту разрушения стыка напряжений, равных в среднем  $500 \text{ кгс/см}^2$ . Отмечено, что она включается в работу с начала на-

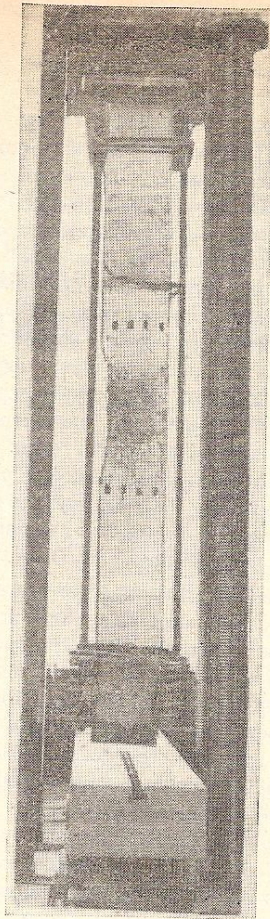


Рис. 4. Стыки колонн с обжатием (возникновение пластического шарнира) после их разрушения

грузки образца, однако усилие, воспринимаемое прокладкой, невелико, поскольку ее площадь составляет всего 5% общей площади сечения колонны. В начальной стадии нагружения

| Конструкция стыка | Теоретические разрушающие нагрузки, тс     |   |                     | Опытная разрушающая нагрузка по стыку $N_p(c)$ | $\frac{N_p^{оп}}{N_p(c)}$ | $\frac{N_p^{оп}}{N_{расч}}$ |
|-------------------|--|---|---------------------|--|---------------------------|-----------------------------|
|                   | по сечению колонны с сетками $N_p^T(k, a)$ | по сечению колонны без сеток $N_p^T(k)$ | по стыку $N_p^T(c)$ |  |                           |                             |
| ОБ-2 (без сеток)  | 810  | 450                                     | 615                 | 600  | 0,97                      | 1,79                        |
| ОБ-3 (с сетками)  | 920  | 480                                     | 660                 | 650  | 0,98                      | 1,9                         |

По данным ЦНИИПромзданий, проектные расчетные нагрузки для незамоноличенных стыков — 54 тс, для замоноличенных — 334 тс.

сжимающие напряжения в прямоугольной части сечения колонны очень малы. Магнитоупругие датчики (кроме двух) не реагировали до 400 тс. При увеличении усилия они включались в работу более интенсивно, особенно расположенные непосредственно под распределительным листом. Причем датчики, находящиеся в бетоне боковых подрезок, зафиксировали плавное нарастание напряжений, начиная с ранних стадий загрузки.

Для такого составного сечения интересно перейти к действительным усилиям с учетом соответствующих площадей опирания в зоне стыка. Суммарное усилие, воспринимаемое элементами зоны стыка, составляет 485 тс (без учета арматуры), что соответствует опытной разрушающей нагрузке, поскольку арматура принятого сечения воспринимает на себя около 197 т. Магнитоупругие датчики позволили оценить напряженное состояние стыка в монтажной и эксплуатационной стадиях его работы с перераспределением усилий в арматуре и по центрирующей прокладке.

Первая партия опытных колонн с боковыми подрезками бетона для каркасов промзданий освоена Симферопольским и Московскими заводами ЖБК №№ 1, 18 и 22.

## Выводы

Проведенные исследования показали возможность загрузки стыка при монтаже до замоноличивания с полным использованием арматуры. При этом стыки в замоноличенном состоянии, работающие на внецентренное сжатие, можно рассчитывать без учета предварительного нагружения. Бетон замоноличивания и колонны в сечении по стыку вводят в расчет со своими расчетными сопротивлениями, учитывающими наличие поперечного армирования сетками. Учитывая худшие условия укладки бетона на участке колонны, наличие шва и прокладки, целесообразно предусмотреть при расчете замоноличенных стыков введение коэффициентов условий работы  $m_б^k = 0,9$  к расчетному приведенному сопротивлению с учетом сеток —  $R_{пр}^{*k}$  и  $m_б^s = 0,8$  к расчетному приведенному сопротивлению бетона замоноличивания —  $R_{пр}^{*s}$ . Применение универсальной конструкции подрезки бетона в таких стыках допускает любой вид сварки выпуска продольной арматуры.

Измерение напряжений при помощи магнитоупругих датчиков эффективно для оценки реактивных напряжений при сварке арматуры, а также распределения усилий между элементами стыка до и после замоноличивания.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Матков Н. Г., Филиппов Б. П., Шериф С. Прочность и деформативность

железобетонных стыков колонн каркаса многоэтажных зданий. В сб. «Стыки сборных железобетонных конструкций». М., Стройиздат, 1970.

2. Васильев А. П., Матков Н. Г., Филиппов Б. П. Прочность и деформативность сжатых элементов с косвенным армированием. — «Бетон и железобетон», 1973, № 4.

3. Руководство по проектированию и выполнению замоноличивания стыков колонн железобетонных каркасов многоэтажных зданий. НИИЖБ, 1976.

4. Применение магнитоупругих датчиков ЦНИИСК при исследовании работы сборных железобетонных конструкций. — В сб. трудов ЦНИИСК Минтранстроя, 1974. Авт.: Н. Г. Матков, И. Н. Гельфер, Г. И. Семенов, С. Л. Шапиро.

**Бетоны**

Д-р техн. наук, проф. А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, инженеры Л. Б. ГОЛЬДЕНБЕРГ (МИСИ им. В. В. Куйбышева), Г. Ф. ВОЕВОДА (КТБ Мосоргстройматериалы)

УДК 691.327:536.485

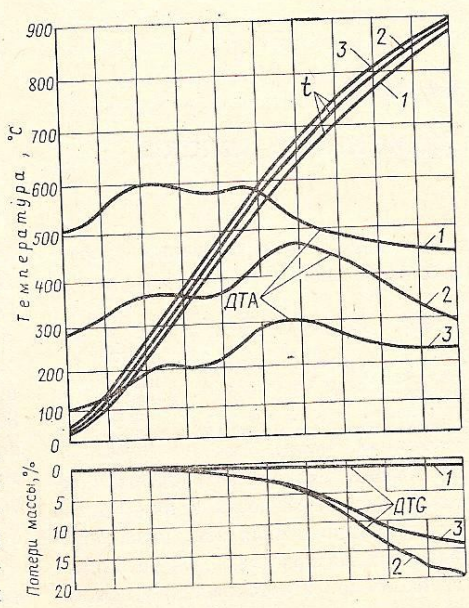
**Влияние несгоревшего топлива на морозостойкость песчаных бетонов с добавкой золы**

Проведенные в МИСИ им. В. В. Куйбышева и в других организациях исследования показали, что при введении золы в тощие цементно-песчаные смеси, твердеющие при пропаривании, можно получить бетоны марок М 200—300 с таким же расходом цемента, как для обычного тяжелого бетона по СН 386-74. При этом дисперсность подмосковной буроугольной золы должна составлять не менее 3000 см<sup>2</sup>/г, а каменноугольной — 4000—4500 см<sup>2</sup>/г. При отсутствии золы требуемой дисперсности целесообразен ее помол мокрым способом при водотвердом отношении 0,4—0,6.

Песчаные бетоны характеризуются, как правило, высокой морозостойкостью, что обусловлено повышенной однородностью их структуры, наличием равномерно распределенной пористости, заполненной воздухом, высокой трещиностойкостью и т. д.

Введение золы в бетоны может оказывать влияние на их морозостойкость [1], которая в значительной мере зависит от содержания и вида несгоревшего топлива. Например, несгоревший уголь в определенных случаях при колебаниях температуры и влажности среды значительно изменяет свой объем. Это может отрицательно влиять на морозостойкость бетона. Поэтому нор-

мативные документы ограничивают величину потерь при прокаливании в золе 10% [2]. Величина потерь при прокаливании многих зол составляет 15—20% и более, что сдерживает их использование.



Дериватограммы зол  
1 — Ступинской ТЭС; 2 — ТЭЦ-20; 3 — ТЭЦ-16

Исследования последних лет показали, что необходим дифференцированный подход к оценке значения несгоревшего топлива [3]. В золах присутствуют два вида топливных остатков: уголь, сгорающий при температуре до 600°C (низкотемпературная органика), и кокс или полукокс, сгорающий при температуре выше 600°C (высокотемпературная органика). Особую опасность представляет первый вид топливных остатков, содержащий гуминовые кислоты, разрушающие бетон. Отрицательные свойства высокотемпературного комплекса, содержащего нейтральные вещества, сказываются в меньшей степени.

На долговечность существенное влияние оказывает и содержание в золе неоднородных, агрегированных частиц, наличие которых опасно из-за возможности возникновения в материале первичных очагов разрушения, понижающих морозостойкость. Помол грубодисперсной каменноугольной золы приводит прежде всего к разрушению агрегированных частиц и равномерному распределению коксовых остатков по всему материалу, способствуя тем самым повышению морозостойкости бетона.

Вид органической фазы был определен по дериватограммам, характеризующим термические эффекты и потери массы при различных температурах буроугольной золы Ступинской ТЭС и каменноугольной золы ТЭЦ-16 и ТЭЦ-20 г. Москвы (см. рисунок).

Буроугольную золу характеризует незначительная величина потери массы (1,6%) в интервале температур 200—500°C. Потери массы каменноугольных зол составляют соответственно 14 и 19%, в том числе в интервале температур 200—600°C — около 4 и 5% и при 600—900°C — примерно 10 и 14%. Та-

| Вид золы   | Состав бетона, кг/м <sup>3</sup> |      |       |      | Количество циклов попеременного замораживания и оттаивания |      |      |      |
|------------|----------------------------------|------|-------|------|--|------|------|------|
|            | цемент                           | зола | песок | вода | 0  | 100  | 150  | 100* |
| Без золы   | 440                              | —    | 1600  | 205  | 255  | 350  | 320  | 377  |
|            |                                  |      |       |      | 2260   | 2260 | 2280 | 2180 |
| ТЭЦ-20     | 345                              | 170  | 1550  | 215  | 290  | 370  | 350  | 396  |
|            |                                  |      |       |      | 2315   | 2270 | 2315 | 2250 |
| »          | 290                              | 210  | 1560  | 220  | 250  | 300  | 290  | 318  |
|            |                                  |      |       |      | 2300   | 2310 | 2340 | 2220 |
| Ступинская | 345                              | 170  | 1550  | 215  | 320  | 380  | 380  | 394  |
|            |                                  |      |       |      | 2290   | 2300 | 2310 | 2200 |
| »          | 290                              | 210  | 1560  | 220  | 225  | 305  | 233  | 320  |
|            |                                  |      |       |      | 2270   | 2240 | 2310 | 2200 |

\* 100 — результаты испытания контрольных образцов в возрасте, эквивалентном 100 циклам попеременного замораживания и оттаивания.

Примечания: 1. Над чертой — предел прочности при сжатии, кгс/см<sup>2</sup>, под чертой — объемная масса бетона в водонасыщенном состоянии.

2. Испытания производились на образцах размером 70,7×70,7×70,7 мм с последующим пересчетом прочности на образцы размером 150×150×150 мм (по ГОСТ 10180—74).

ким образом, органическая фаза в бурогоугольной золе представлена низкотемпературным комплексом, а в каменноугольных золах — в основном высокотемпературным. Наличие до 5% низкотемпературной органической фазы в каменноугольной золе уже отвечает требованиям нормативных документов. В то же время при введении в песчаные бетоны около 200 кг/м<sup>3</sup> золы содержащие опасной органики окажется на уровне 0,5% его массы, что лежит за пре-

делами вредного влияния. Поэтому можно ожидать, что введение их в бетон не вызовет существенного снижения морозостойкости.

Фактическая морозостойкость песчаного бетона с добавкой золы оценивалась по ГОСТ 10060—62. В опытах использовали портландцемент Жигулевского завода марки М 400, песок калининского карьера модулем крупности  $M_{кр}=2,3$ , золы Ступинской ТЭС с удельной поверхностью 3200 см<sup>2</sup>/г и

ТЭЦ-20 мокрого помола с удельной поверхностью до 4500 см<sup>2</sup>/г.

Твердение бетона осуществлялось при пропаривании по режиму 2+7+2 ч, при температуре изотермической выдержки 85—87°C. Образцы испытывали в возрасте 7 сут после пропаривания. Составы бетонов и результаты испытаний представлены в таблице.

В процессе попеременного замораживания и оттаивания первоначально имел место рост прочности песчаного бетона с добавкой золы, т. е. процесс твердения продолжался интенсивно и преобладал над деструкцией. Но после 100 циклов деструктивные процессы стали преобладать, имело место некоторое снижение прочности бетона. Различное содержание потерь при прокаливании практически не сказалось на морозостойкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стольников В. В., Кинд В. В. Гидротехнический бетон с добавкой топливной золы-уноса. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.
2. Активные минеральные добавки к вяжущим веществам. ГОСТ 6269—63. В сб.: Вяжущие материалы. Заполнители для бетонов. Нерудные материалы. М., Стройиздат, 1973.
3. Иванов И. А. Легкие бетоны на основе зол электростанций. М., Стройиздат, 1972.

Канд. техн. наук В. Н. РОЖДЕСТВЕНСКИЙ, инж. Ю. М. СМОЛЯНИНОВ  
[Харьковский Промстройинипроект], канд. техн. наук Е. Г. ДОКТОРОВ,  
инж. Д. А. БЕЛЕЦКИЙ [Харьковский инженерно-строительный ин-т]

УДК 691.327:666.973.2:539.4

## Конструктивные свойства бетона на заполнителе из литого доменного шлака

Важным резервом снижения себестоимости конструкций является замена привозного дорогостоящего крупного заполнителя из естественных пород отходами металлургической промышленности — щебнем из литого стабилизированного доменного шлака.

Так, для предприятий треста «Железобетон» Главлипецкстроя экономическая эффективность от такой замены составляет в среднем 2,5 р. на 1 м<sup>3</sup> бетона.

Массовое производство железобетонных конструкций с использованием шлакового заполнителя требует знания

прочностных и деформативных характеристик бетонов.

|  |           |
|--|-----------|
| Плотность, г/см <sup>3</sup> . . . . .                       | 3         |
| Средняя объемная масса в куске, г/см <sup>3</sup> . . . . .  | 2,24—2,6  |
| Средняя насыпная объемная масса, кг/м <sup>3</sup> . . . . . | 1080—1100 |
| Пористость зерен, % . . . . .                                | 21—24     |
| Пустотность, % . . . . .                                     | 4,8—5,2   |
| Водопоглощение (по массе), % . . . . .                       | 50—60     |

В качестве мелкого заполнителя применяли овражный песок с  $M_{кр}=2,6$ .. 2,8, а вяжущими являлись шлакопортландцемент активностью 36—40 Н/мм<sup>2</sup> Липецкого цементного завода и белгородский портландцемент активностью 40 Н/мм<sup>2</sup>. Расход цемента составлял 300 кг/м<sup>3</sup> при  $V/C=0,66$  для бетона

марки М 150—500 и 406 кг/м<sup>3</sup> при  $V/C=0,48$  для более высоких марок. Образцы-кубы с ребром 10 и 20 см, призма размером 10×10×40 и 7×7×30 см, стандартные «восьмерки», цилиндры диаметром 10 см и длиной 80 см — твердели в нормальных условиях или при пропаривании. Деформативные характеристики измеряли механическим, электротензометрическим и ультразвуковым методами.

Проведенные исследования показали, что, несмотря на относительно небольшую прочность шлакового щебня на сжатие, можно получать бетоны марки М 400—500 благодаря повышенной

адгезии цементного камня со шлаковым заполнителем.

Результаты испытаний 102 серий кубов на сжатие и 35 серий образцов на осевое растяжение (не менее 3 образцов в серии) установили удовлетворительную однородность бетонов на шлаковом заполнителе. Значения коэффициентов однородности при сжатии и растяжении оказались выше величин, предусмотренных нормативами, даже при невысокой прочности бетона на сжатие (рис. 1). Для бетонов марок М 150—350 коэффициенты однородности  $K_{б.р}$  и  $K_{б.с}$  рекомендуется принимать равными 0,65.

Рост прочности на сжатие бетонов со шлаковым заполнителем и обычных тяжелых бетонов аналогичен и в возрасте от 7 до 180 сут удовлетворительно описывается формулой [1]

$$R_c = \left(1 - \frac{10 - 0,01 \tau}{10 + R_{28}} \lg \frac{28}{\tau}\right) R_{28}. \quad (1)$$

Повышенные адгезионные свойства шлакового щебня несколько отдалают момент микротрещинообразования [2]. Более высокий уровень образования микротрещин приводит к тому, что коэффициент призмной прочности  $K_{п} = R_{пр}/R$  у бетонов на шлаковом заполнителе больше величин, рекомендуемых в работе [3]. Кривая теоретической регрессии коэффициента  $K_{п}$ :

$$K_{п} = \frac{1,04 R}{6,5 + R}, \quad (2)$$

полученная по результатам испытаний 38 серий призм и кубов, подтверждает рост  $K_{п}$  с увеличением прочности бетона (рис. 2). Относительно низкие значения  $K_{п}$  при малой кубиковой прочности бетона объясняются низкой прочностью цементного камня, когда адгезионные свойства шлакового заполнителя полностью не используются.

Определенное влияние на отношение призмной прочности к кубиковой оказывает величина  $V/C$ , причем призмная прочность, близкая к оптимальной, достигается при пористости шлака 20—25% и  $V/C = 0,4 \dots 0,45$ . В практических расчетах в качестве нормативной величины для бетонов на шлаковом щебне следует принимать  $K_{п} = 0,75$  для марки М 150,  $K_{п} = 0,8$  для марок М 200—250 и  $K_{п} = 0,85$  для более высоких марок.

Повышенное сцепление шлакового щебня с цементным камнем положительно влияет и на прочность бетона, и на осевое растяжение, сглаживая очаги концентрации микроразрушений, делая бетон более однородным и тем самым несколько повышая  $R_p$ , что характерно для низких и средних марок

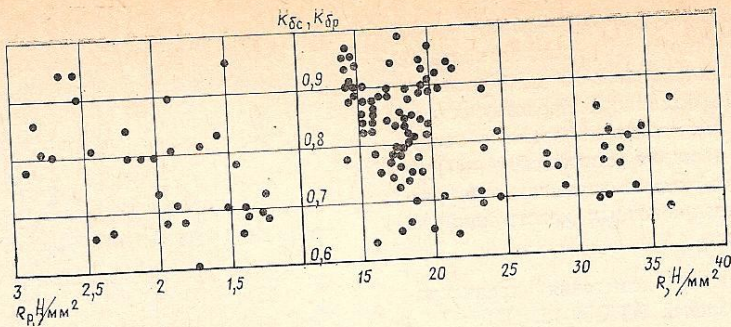


Рис. 1. Зависимость опытных величин коэффициентов неоднородности  $K_{б.с}$  и  $K_{б.р}$  при сжатии и растяжении от прочности бетона

бетона. На рис. 2 приведено сравнение опытных величин коэффициента прочности на осевое растяжение  $K_p = R_p/R$  бетонов на шлаковом и гранитном заполнителях идентичных составов с нормативной кривой  $K_p$  для тяжелых бетонов. При прочности стандартных кубов 15—30 Н/мм<sup>2</sup> нормативная кривая коэффициента  $K_p$  приближается к нижней границе рассеивания опытных величин  $K_p$  бетонов на шлаковом щебне. Для более высоких марок значения  $R_p$  бетонов на шлаковом и гранитном заполнителях выравниваются. Результаты исследования показывают, что нормативные значения прочности  $R_p^H$  бетонов на шлаковом заполнителе могут быть увеличены по сравнению с  $R_p^H$  обычных тяжелых бетонов на 20% для марок М 150—200 и на 15% для марок М 250—300.

Предельная растяжимость  $\epsilon_{л.р}$  бетонов на шлаковом заполнителе, увеличиваясь с ростом прочности  $R$  стандартных кубов, в 1,3—1,5 раза превышает значения  $\epsilon_{л.р}$  бетонов на гранитном щебне аналогичных составов.

Пористая структура шлакового щебня повышает сцепление бетона с арматурой. Результаты опытов по выдергива-

нию арматурных стержней диаметром 8—14 мм класса А-II, А-III и А-IV позволили получить кривую регрессии коэффициента  $K_c = \tau_{ср}/R$

$$K_c = \frac{18,5}{45 + R}, \quad (3)$$

отображающую его изменение с ростом прочности бетона на сжатие. Вычисленные по формуле (3) величины  $K_c$  в диапазоне кубиковой прочности 15—40 Н/мм<sup>2</sup> на 20—40% превышают значения, рекомендуемые в работе [4] для обычного тяжелого бетона.

Измерения величин модуля упругости бетонов в возрасте от 7 до 300 сут показали, что изменения во времени упругих деформаций бетона на шлаковом щебне происходят по тем же закономерностям, что и для тяжелого бетона. Между прочностью на сжатие и величиной модуля упругости обнаруживается четкая взаимосвязь гиперболического характера

$$E = \frac{aR}{b + cR}. \quad (4)$$

Деформации ползучести бетонов на шлаковом и гранитном заполнителях практически одинаковы. Сопоставление опытных величин конечной меры ползучести бетонов на шлаковом заполнителе с расчетными значениями, вычисленными по методике СН 365-67, дано на рис. 3. Влияние на ползучесть масштабного фактора, фактической влажности окружающей среды и т. д. учитывалось согласно предложениям [5], вошедшим в СН 365-67. Этими же документами надо руководствоваться для определения расчетных величин усадочных деформаций бетонов на шлаковом заполнителе.

Испытания на выносливость бетонных призм в возрасте более 120 сут с частотой 420 и 250 циклов нагрузки в минуту показали, что при коэффициенте асимметрии цикла  $\rho = 0,1 \dots 0,15$  и величине максимального сжимающего на-

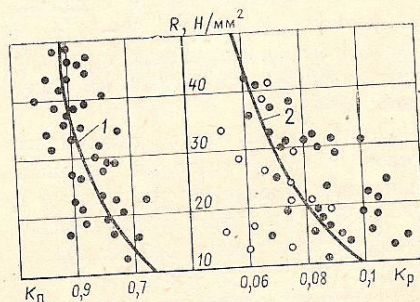


Рис. 2. Опытные и расчетные значения коэффициента призмной прочности  $K_{п}$  и коэффициента прочности при растяжении  $K_p$   
1 — по формуле (2); 2 — нормативная кривая для тяжелого бетона; ● — бетон на шлаковом щебне; ○ — на гранитном щебне

пряжения  $\sigma_{\max} = (0,5-0,55) R_{\text{пр}}$  образцы из бетона на шлаковом щебне выдерживают более  $2 \cdot 10^6$  циклов нагружения. Деформации виброползучести в 1,5 раза превышают деформации ползучести от действия статической нагрузки, что необходимо учитывать при расчете преднапряженных конструкций на выносливость.

Проведенные испытания преднапряженных панелей ПТК-59-12, ПНС-17 и ПАТ/ЗХ6=4 на заводе ЖБИ-1 в Липецке показали, что конструкции из бетона на шлаковом щебне обладают достаточной прочностью, жесткостью и деформативностью.

Результаты исследований бетонов на шлаковом щебне и конструкций из них позволили предприятиям треста «Железобетон» приступить к серийному выпуску изделий. В 1975 г. на заводе ЖБИ-1 две линии из четырех были переведены на производство панелей ПТК-59-12 из бетона на шлаковом заполнителе, что позволило получить фактическую экономию в сумме 55 тыс. р.

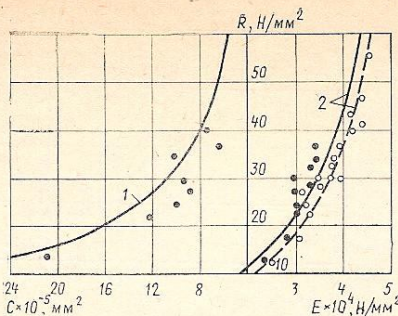


Рис. 3. Сравнение опытных и расчетных величин меры ползучести модуля упругости бетона  
1 — по формуле СН 365-67 при расходе воды 200 л/м³; 2 — по формуле (4); ● — данные механических испытаний; ○ — ультразвуком акустически

### Выводы

Бетоны на щебне из литого стабилизированного доменного шлака по своим физико-механическим свойствам удовлетворяют требованиям, предъявляемым действующими нормами к тяжелым бетонам, а по отдельным показателям (призменная прочность, прочность на растяжение, коэффициенты однородности, сцепление арматуры с бетоном) вы-

годно отличаются от бетонов на естественном заполнителе.

Замена привозного естественного щебня шлаковым заполнителем не только снижает себестоимость конструкций, но и способствует повышению их эксплуатационных свойств.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербakov Е. Н. Учет длительных процессов в бетоне в расчетах предварительно-напряженных конструкций транспортных сооружений. — В сб.: Исследование деформаций, прочности и долговечности бетона транспортных сооружений. Труды НИИС, вып. 70. М., «Транспорт», 1969.
2. Берг О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. М., Госстройиздат, 1962.
3. Таль К. Э. Некоторые вопросы расчета несущей способности железобетонных конструкций. — В сб. трудов НИИЖБ «Теория железобетона». М., Стройиздат, 1972.
4. Пирадов А. Б. Конструктивные свойства легкого бетона и железобетона. М., Стройиздат, 1973.
5. Щербakov Е. Н. Развитие практических методов учета ползучести и усадки бетона при проектировании железобетонных конструкций. — «Бетон и железобетон», 1967, № 8.

## Заводское производство

Канд. техн. наук К. А. ОЛЕХНОВИЧ  
(Полтавский инженерно-строительный ин-т)

УДК 693.546.4

## Опыт применения малолшумных виброплощадок большой грузоподъемности

Большинство предприятий сборного железобетона в текущей пятилетке планирует или уже осуществляет различные мероприятия по техническому перевооружению производства в целях повышения производительности труда и качества изделий, а также создания благоприятных санитарно-гигиенических условий для работающих. Указанные проблемы в основном определяются типом и состоянием технологического оборудования и особенно трудно решаются при производстве крупногабаритных изделий (в настоящее время в промышленном, транспортном и энергетическом строительстве наметилась тенденция к укрупнению элементов).

Масса крупногабаритных преднапряженных конструкций вместе с силовыми формами достигает 30—50 т, а малолшумные виброплощадки такой грузоподъемности пока серийно не выпускаются.

Поэтому полезен опыт технического перевооружения некоторых крупных предприятий стройиндустрии, которые в 1974—1976 гг. внедрили унифицированную серию малолшумных виброплощадок грузоподъемностью 20—50 т.

Малолшумные виброплощадки большой грузоподъемности основаны на конструктивных принципах, проверенных при создании виброплощадок грузоподъемностью 8—15 т рамной конст-

рукции с преимущественными колебаниями в горизонтальной плоскости, в которых применены вибраторы с вертикальным расположением вала [1]. Эффект самосинхронизации двух независимых виброприводов служит для получения направленных поперечных колебаний. Использование стабильной одномассовой резонансной колебательной системы при частоте 24 Гц и предельно коротких кинематических цепей (двигатель — клиноременная передача — вибратор) позволило получить экономичные вибромашины [2]. На 1 т условной грузоподъемности этих виброплощадок (см. таблицу) приходится 1—1,2 кВт установленной мощности, а



для серийно выпускаемых виброплощадок с вертикально направленными колебаниями грузоподъемностью 15—24 т этот показатель составляет 5—6 кВт. Виброплощадки, собранные из унифицированных узлов (вибраторы, упругие опоры, подмоторные рамы и т. д.), отличаются только их числом и размерами подвижных рам.

Виброплощадка-секция ВПС-15 грузоподъемностью до 20 т с круговыми колебаниями в горизонтальной плоскости предназначена для формирования плоских, ребристых и пустотных элементов из тяжелых и легких бетонов с габаритами в плане до 3×6. Вибратор укреплен в окне подвижной рамы и закрывается съемной крышкой. Приводной двигатель установлен на опорной раме. Между рамами размещены упоры для формирования пустотных изделий (рис. 1, а).

Виброплощадка ВПГ-1,5×12 грузоподъемностью до 20 т с круговыми колебаниями в горизонтальной плоскости служит для изготовления длинномерных изделий. Вибратор размещен сбоку в средней части подвижной рамы (рис. 1, б).

Виброплощадка ВПГ-25 грузоподъемностью 10—25 т также с круговыми колебаниями в горизонтальной плоскости, имеющая вибратор на торцевой стороне подвижной рамы, предназначена для формирования различных изделий в габаритах верхней рамы по агрегатно-поточной технологии (рис. 1, в).

Виброплощадка-секция ВПС-30 грузоподъемностью до 30 т с поперечными колебаниями в горизонтальной плоскости за счет эффекта самосинхронизации предназначена для формирования массивных и объемных элементов в пределах габаритов рамы. Вибраторы размещены в окнах подвижной рамы и закрываются крышками. При недогрузке можно пользоваться одним вибратором, создающим в этом случае круговые колебания (рис. 1, г).

Виброплощадка секционная ВПС-15×2 грузоподъемностью до 40 т с поперечными колебаниями в горизонтальной плоскости составлена из двух виброплощадок-секций ВПС-15, жестко соединенных по короткой стороне подвижных рам, и предназначена для формирования изделий в одиночных и кассетных формах с габаритами в плане до 3×12 м (рис. 1, д).

Виброплощадка секционная ВПГ-50 грузоподъемностью до 50 т с поперечными колебаниями в горизонтальной плоскости, собранная из двух виброплощадок-секций ВПГ-25, служит для формирования элементов широкой номенклатуры в одиночных и кассетных фор-

| Параметры                             | ВПС-15    | ВПГ-1,5×12 | ВПГ-25   | ВПС-30           | ВПС-15×2         | ВПГ-50           |
|---------------------------------------|-----------|------------|----------|------------------|------------------|------------------|
| Условная грузоподъемность, т          | 20        | 20         | 25       | 30               | 40               | 50               |
| Характер колебаний                    | Круговые  | Круговые   | Круговые | Поперечные 1—1,2 | Поперечные 1—1,2 | Поперечные 1—1,2 |
| Амплитуда смещения по горизонтали, мм | 0,8—1     | 0,8—1      | 0,8—1    |                  |                  |                  |
| Амплитуда смещения по вертикали, мм   | 0,15—0,25 | 0,2—0,3    | 0,2—0,3  | 0,15—0,25        | 0,15—0,25        | 0,15—0,25        |
| Число упругих опор                    | 6         | 8          | 8        | 10               | 12               | 16               |
| Число вибровозбудителей               | 1         | 1          | 1        | 2                | 2                | 2                |
| Число электродвигателей               | 1         | 1          | 1        | 2                | 2                | 2                |
| Мощность электродвигателя, кВт        | 22        | 28         | 28       | 22               | 22               | 28               |
| Масса, т                              | 6,3       | 6,4        | 7,8      | 9,6              | 12,7             | 15,5             |

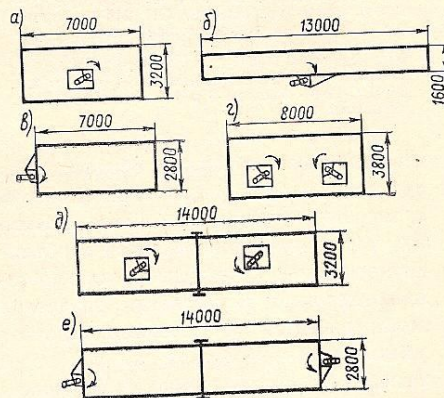


Рис. 1. Конструктивные схемы виброплощадок унифицированной серии грузоподъемностью 20—50 т  
а — ВПС-15; б — ВПГ-1,5×12; в — ВПГ-25; г — ВПС-30; д — ВПС-15×2; е — ВПГ-50

мах по агрегатно-поточной технологии с габаритами в плане 3×14 м (рис. 1, е).

Все перечисленные виброплощадки надежно работают на открытых полигонах при температуре воздуха до —20°С (в этом случае они монтируются на плоских фундаментах ленточного типа).

Кроме приведенных основных типоразмеров виброплощадок из унифицированных узлов и секций можно собирать виброплощадки других габаритов. Например, две виброплощадки-секции ВПС-15, составленные рядом по длин-

ной стороне, образуют секционную виброплощадку грузоподъемностью до 40 т для формирования плоских, ребристых и объемных элементов с размерами в плане 7×7 м. На базе перечисленных унифицированных узлов при необходимости можно создать виброплощадки грузоподъемностью до 80 т.

Для примера несколько подробнее рассмотрим устройство виброплощадки ВПГ-1,5×12 (см. рис. 2). Подвижная рама коробчатого сечения, сваренная из швеллеров и стального листа, в средней части имеет уступ для жесткого крепления вибратора и опирается на восемь упругих резинометаллических опор грузоподъемностью 3 т, смонтированных на опорной раме. После вывинчивания четырех болтов каждую опору можно выдвинуть в сторону. Резинометаллические опоры работают на сдвиг и сжатие и обеспечивают горизонтальную и вертикальную составляющие вибрации [1, 2]. Унифицированный вибратор имеет жесткий сварной корпус, внутри которого размещен вертикальный дебалансный вал, опирающийся на четыре сферических роликоподшипника. Статический момент дебаланса можно изменять в пределах 700—1000 кгс·см, что при частоте колебаний 24 Гц соответствует величине возмущающей силы в пределах 15—25

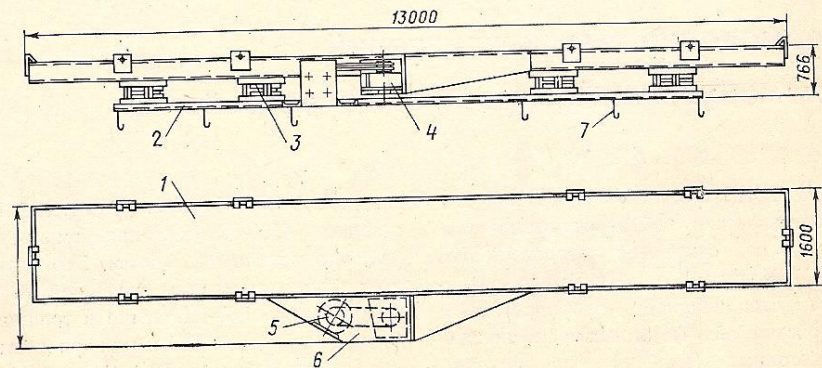


Рис. 2. Виброплощадка ВПГ-1,5×12 грузоподъемностью 20 т  
1 — подвижная рама; 2 — опорная рама; 3 — упругая опора; 4 — вибровозбудитель с вертикальным валом; 5 — электродвигатель; 6 — крышка; 7 — фундаментный болт

тс. Вибратор шкивом вверх крепится к уступу подвижной рамы. Электродвигатель смонтирован на нижней опорной раме. Клиноремная передача закрывается крышкой заподлицо с рабочей поверхностью подвижной рамы. Форма с бетонной смесью заклинивается на подвижной раме между жесткими упорами или роликовыми зажимами.

Власовский завод ЖБК производственного объединения Днепроэнерго-стройиндустрия в 1974—1976 гг. собственными силами изготовил и смонтировал 8 виброплощадок большой грузоподъемности. В процессе эксплуатации отработывали конструкцию вибратора и подбирали наиболее долговечный тип подшипников, устанавливали рациональные режимы вибрирования, измеряли уровень шума на рабочих местах и определяли технологические возможности этих виброплощадок при формировании различных крупноразмерных конструкций.

Выяснено, что при указанных в таблице режимах вибрации в процессе уплотнения бетонной смеси с осадкой конуса 3—4 см форму можно размещать на подвижной раме виброплощадки без закрепления, ограничивая лишь от сползания. Это сокращает продолжительность цикла формирования, а главное, позволяет формировать на одной технологической линии широкую номенклатуру конструкций различных габаритов.

На виброплощадке ВПС-30, помещенной в глубоком приямок, формируют объемные элементы прямоугольной формы высотой до 2,5 м с толщиной стенок 100 мм. На виброплощадке ВПГ-25, смонтированной на открытом полигоне,

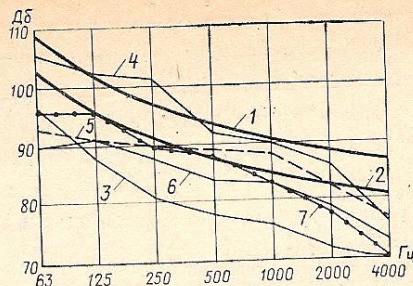


Рис. 3. Уровни шума виброплощадки ВПС-15×2 грузоподъемностью 40 т при формировании различных железобетонных конструкций при частоте колебаний 24 Гц  
1 — допустимый уровень по СН 245-71 (время воздействия 1—4 ч в смену); 2 — допустимый уровень по СН 245-71 (время воздействия в течение всей смены); 3 — виброплощадка без нагрузки; 4 — формованное изделие ПЖБ-12-2 с объемом 0,96 м<sup>3</sup>; 5 — то же, ПНС-2к объемом 3,7 м<sup>3</sup>; то же, ПНС-12-8 объемом 8 м<sup>3</sup>; 7 — то же, ПГ-1-1 объемом 4 м<sup>3</sup>

изготавливают объемные оболочки для индивидуальных гаражей типа «Колпак» с толщиной стенки всего 40 мм. Качество уплотнения бетонной смеси в объемных элементах и их внешний вид достаточно хорошие. В результате внедрения новых вибромашин отмечено заметное уменьшение трудозатрат на ремонт и техническое обслуживание. В формовочных цехах достигнуто значительное снижение уровня шума. Как видно из рис. 3, нормативы шумового воздействия соблюдаются без каких-либо защитных устройств.

Хорошо зарекомендовали себя виброплощадки большой грузоподъемности и на других предприятиях стройиндустрии — Киевском заводе № 5, Кишиневском заводе № 1, Черкасском заводе ЖБИ Межколхозстроя и других. На Московском заводе ЖБИ № 18 на вибро-

площадке ВПГ-25 успешно формируют ребристые настилы 3×6 из бетонных смесей с осадкой конуса 0—1 см.

## Выводы

Простые по конструкции и надежные в эксплуатации маломощные виброплощадки большой грузоподъемности с колебаниями в горизонтальной плоскости имеют резервы дальнейшего совершенствования, но и сейчас они во многом отвечают современным требованиям.

Маломощные виброплощадки позволяют значительно повысить производительность труда и качество продукции при формировании крупноразмерных железобетонных конструкций, в том числе объемных.

Применение таких виброплощадок позволяет создавать благоприятный санитарно-гигиенический режим на рабочих местах в формовочных цехах.

Внедрение маломощных виброплощадок большой грузоподъемности способствует повышению эффективности производства на предприятиях стройиндустрии, поэтому целесообразно организовать их серийное изготовление.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Олехнович К. А. Конструктивные и технологические предпосылки создания маломощных виброплощадок для предприятий сельстройиндустрии. — «Бетон и железобетон», 1975, № 7.
2. Олехнович К. А., Жарий Ю. И. Динамика одномассовых виброплощадок с преимущественными колебаниями в горизонтальной плоскости. — «Известия вузов. Строительство и архитектура», 1975, № 12.

Инженеры В. Н. КУЗИН (НИИЖБ), В. И. БОРОВЫХ

УДК 666.033.16

## Формование плоских изделий с помощью вибропротяжного устройства

В НИИЖБ создан метод расчета для проектирования вибропротяжных устройств, на основании которого ЭКБ ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко разработал стационарное вибропротяжное устройство для формирования плоских железобетонных изделий (см. рисунок). Устройство агрегата напоминает вибронасадку, установленные на некоторых

заводах. Частота вибровозбудителей составляет 4500 кол/мин при амплитуде рабочего органа 0,2...0,4 мм. Это позволяет формировать плиты толщиной 14 см со скоростью 1,5—2,5 м/мин и толщиной 5 см со скоростью до 1 м/мин при жесткости бетонной смеси до 80 с. Скорость формирования смесей с меньшей жесткостью может быть повышена. Вибронасадки с

частотой 3000 кол/мин, установленные на 1 м/мин при жесткости смеси не выше 30 с.

Одновременно с увеличением производительности сокращается расход цемента и цикл термообработки, повышается оборачиваемость форм и морозо-

стойкость изделий. Срок эксплуатации форм увеличивается за счет того, что колебания виброоргана передаются только бетонной смеси, контакт его с формой отсутствует, что снижает шум до уровня не более 90 дБ. Отклонение геометрических размеров по высоте изделия исключено, так как применяются специальная подвеска и стабилизирующая плита.

**Техническая характеристика вибропротяжного устройства**

|  |                    |
|--|--------------------|
| Частота виброблока, кол/мин  | 4500               |
| Амплитуда виброблока, мм   | 0,2...0,4          |
| Привод виброблоков — электродвигатель АО2-02-2 № 17 кВт                | $n=3000$<br>об/мин |
| Число виброблоков  | 3                  |
| Габариты, мм:  |                    |
| с эстакадой подачи и питателем бетонной смеси, длина × ширина × высоту | 7940 × 3840 × 3800 |
| формирующего узла, длина × ширина × высоту                             | 4000 × 2040 × 1850 |
| в том числе питателя   | 3295               |
| Производительность питателя, т/ч                                       | 76                 |
| Ширина ленты питателя, мм  | 1200               |
| Число питателей  | 2                  |
| Масса, т   | 11,1               |

Это устройство внедрено на одном из заводов ЖБИ. Силами завода и при непосредственном участии института в максимально короткий срок (около 4 мес) был запроектирован и построен полигон площадью 2000 м<sup>2</sup>, имеющий в плане форму круга диаметром ≈ 50 м. В центре полигона установлен башенный кран БСМ-7М, по окружности на разных радиусах от центра последовательно находятся посты распалубки, чистки и смазки форм, посты формования, термообработки, а также склад готовей продукции. Все посты обслуживает один кран.

Цикл формования следующий. Бетонную смесь с расходом цемента 345 кг/м<sup>3</sup> (1:1,91:3,59) и  $V/Ц=0,455$  из бетоносмесительного узла автомашинной подают на полигон (расстояние от БСУ до полигона ~ 300 м), затем выгружают в бадью, с помощью крана подают в приемный

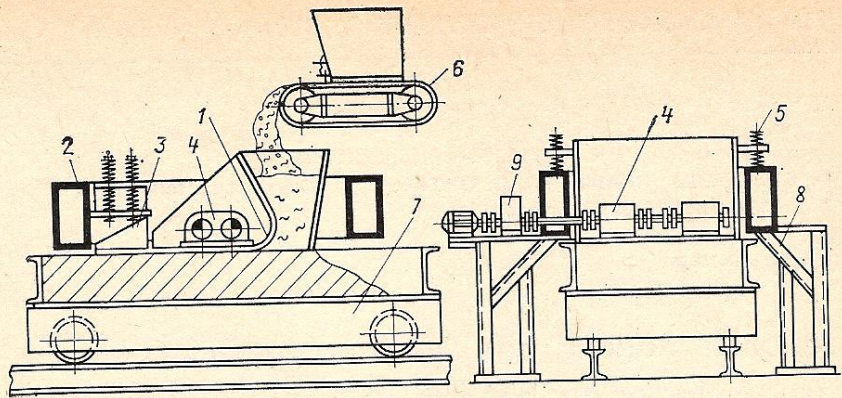


Схема машины для формования плит и элементов ограждений

1 — вибронасадка; 2 — рама; 3 — стабилизатор; 4 — виброблок; 5 — пружина; 6 — ленточный питатель; 7 — форма; 8 — опора; 9 — синхронизатор

бункер вибропротяжного устройства, а из него дозированными порциями в форму. Изделие формируется в результате воздействия поверхностной вибрации на бетонную смесь с одновременной протяжкой формы под рабочим органом вибропротяжного устройства. Затем форму с изделием подают на пост термообработки, представляющий собой устанавливаемый в специальный водяной затвор термоколпак. На полигоне имеется 8 термоколпаков, под каждым из которых устанавливают формы. После прогрева паром в течение 14—16 ч изделия распалубливают, а формы чистят, смазывают и армируют. Подготовленные формы устанавливают (для экономии площади) в стопы по 5 шт. Затем их подают на рольганг и с помощью толкателя перемещают под рабочий орган вибропротяжного устройства. Далее процесс повторяется.

Стоимость строительства полигона производительностью около 20 тыс. м<sup>3</sup> в год составила 55—60 тыс. р.

Применение вибропротяжного устройства для изготовления дорожных плит вместо принятого на заводе формования

на виброплощадках позволило уменьшить число рабочих на формовочном посту на 2 чел. за счет автоматической раскладки бетонной смеси; сократить расход цемента на 100—130 кг/м<sup>3</sup> за счет перехода от бетонных смесей с осадкой конуса 10—12 см к смесям жесткостью 30—40 с; избежать от перерасхода материалов в результате неточного дозирования (в процессе формования на виброплощадках высота изделия превышала проектную на 10—15 мм) за счет наличия стабилизирующей плиты и специальной подвески рабочего органа; повысить срок службы форм на 10—20% и уменьшить уровень звукового давления с 105—110 до 85—90 дБ. В результате снижена себестоимость заводского изготовления изделия на 3,5 р. и получен годовой экономический эффект 65—70 тыс. р.

Разработанное устройство можно применять на двухъярусных станах непрерывного формования, конвейерных и поточно-агрегатных технологических линиях, предназначенных для изготовления различных плоских конструкций толщиной до 30 см.

**Вышли в свет:**

Патуроев В. В. **Технология полимербетонных.** Физ.-хим. основы. М., Стройиздат, 1977. 240 с., 4000 экз., 1 р. 35 к.  
**Подземные сооружения, возводимые способом «стена в грунте».** Под ред. В. М. Зубкова, Л., Стройиздат, 1977. 200 с. 10 000 экз., 85 к.

Прыкин Б. В., Бойко В. Е. и Дробот В. В. **Технологическое проектирование арматурного производства.** Под ред. Б. В. Прыкина. Киев, «Будивельник», 1977. 196 с., 7000 экз., 97 к.

## Для сельского строительства

Д-р техн. наук, проф. С. Н. АЛЕКСЕЕВ, кандидаты техн. наук  
В. Ф. СТЕПАНОВА (НИИЖБ), Ю. П. ОЖГИБЕСОВ (Южгипронисельстрой),  
Д. П. КИСЕЛЕВ (ЦНИИЭСельстрой)

УДК 691.022.413:728.96

### Стеновые панели для животноводческих и птицеводческих зданий из керамзитопенобетона

В связи с развитием массового строительства на селе и расширением области применения бетонов на пористых заполнителях особенно заметно ощущается нехватка дробленого керамзитового песка. Проведенные ранее исследования [1,2] показали возможность применения в зданиях с нормальным влажностным режимом керамзитопенобетона, не уступающего по техничским характеристикам равнопрочному керамзитобетону на дробленом керамзитовом песке.

Эксперименты проводили в Пермском политехническом институте при участии ЦНИИЭСельстроя и НИИЖБ.

Для изготовления образцов применяли клееканифольный пенообразователь, поргланцемент Горнозаводского цементного завода активностью 405 кгс/см<sup>2</sup>, керамзитовый гравий Пермского завода КППД с объемной массой и прочностью на сжатие соответственно 600 кг/м<sup>3</sup> и 30 кгс/см<sup>2</sup>.

Для принятых составов бетона (табл. 1) определили пористость цементного камня (воздушную, капиллярную, контракционную, гелевую), заполнителя и общую пористость керамзитопенобетона в зависимости от степени гидратации вяжущего, расхода цемента и воды, пользуясь экспериментально-расчетным методом Г. И. Горчакова.

Исследования показали, что введение пены в керамзитобетон позволяет не только исключить песок из состава бетона и благодаря пластифицирующему действию пенообразователя существенно уменьшить расход воды затворения, но и способствует уменьшению открытой капиллярной пористости, а также улучшает структуру керамзитопенобетона.

Улучшение структурных характеристик оказывает благоприятное воздействие на морозостойкость бетона. Снижение прочности керамзитопенобетона оптимального состава после 100 циклов не обнаружено, тогда как у керамзитобетона той же марки оно составляло 13,4%.

На оптимальных по прочностным характеристикам составах бетона определили водопоглощение, паро-, газодиффузионную проницаемость (табл. 2).

Также изучали способность керамзитопенобетона пассивировать сталь. Анодные поляризационные кривые показали,

Таблица 1

| Состав | Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> |                                 |                                  |                     | Объемная масса в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup> | Предел прочности при сжатии после пропаривания, МПа |
|--------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|---|---|
|        | цемент, кг                            | керамзитовый гравий 5-20 мм, кг | керамзитовый песок 0,15-5 мм, кг | пенообразователь, л |   |   |
| 1      | 280                                   | 660                             | —                                | 30                  | 140   | 950   |
| 2      | 240                                   | 615                             | 308                              | —                   | 200   | 1200  |

Таблица 2

| Состав | Водопоглощение по массе за 48 ч, % | Коэффициенты              |                                     |  | Период нейтрализации защитного слоя толщиной 30 мм при концентрации CO <sub>2</sub> 0,03% |
|--------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--|---|
|        |                                    | паропроницаемости, м. Па) | газопроницаемости, мкм <sup>2</sup> | диффузии CO <sub>2</sub> D*·10 <sup>4</sup> , см <sup>2</sup> /с |   |
| 1      | 19                                 | 0,181                     | 0,088                               | 11   | 5   |
| 2      | 22                                 | 0,292                     | 0,49                                | 8  | 7   |

Таблица 3

| Вид песка           | В/Ц  | Глубина карбонизации за 2 года эксплуатации в коровнике, мм | Водонепроницаемость | Коэффициенты                                     |  |
|---------------------|------|---|---------------------|--|--|
|                     |      |   |                     | паропроницаемости, 10 <sup>-10</sup> кг/(с·м·Па) | газопроницаемости, 10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup> |
| Рядовой карбонатный | 0,55 | 6   | 16                  | 0,83   | 0,37   |
| Кварцевый           | 0,5  | 10  | 5                   | 0,208  | 0,91   |

что сразу после термообработки в керамзитопенобетоне (состав 1) сталь пассивна, тогда как в керамзитобетоне на дробленом керамзитовом песке (состав 2) наблюдается коррозия арматуры. Этому способствует более высокая (рН=12,2), чем у керамзитобетона (рН=11,5), пассивирующая способность цементного камня, обусловленная относительно высоким расходом цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона и отсутствием дробленого керамзитового песка, способного интенсивно связывать гидроксид кальция в процессе термообработки. Кроме того, наличие вокруг арматурных стержней плотной цементной пленки способствует пассивации арматуры в бетоне.

Воздушная среда животноводческих и птицеводческих зданий, в которых экспонировались исследуемые бетоны, характеризовалась повышенной концентрацией аммиака (до 0,1 мг/л), сероводорода (до 0,015 мг/л) и углекислого газа (до 0,3%). Согласно классификации СНиП II-28-73 степень агрессивности внутренней среды этих зданий в отношении армированных стеновых конструкций оценивается как слабая и средняя.

Данные по проницаемости, в том числе по кинетике карбонизации, показали, что испытанные керамзитопенобетон и керамзитобетон на дробленом керамзитовом песке в слое толщиной 30 мм при эксплуатации в условиях сельскохозяйственных зданий с максимальной концентрацией CO<sub>2</sub>(0,03%) будут карбонизированы в течение 5-6 лет. Поэтому для обеспечения длительной сохранности стальной арматуры керамзитопенобетонные стеновые панели животноводческих и птицеводческих зданий, равно как и керамзитобетонные, необходимо изготавливать с применением внутренних изолирующих слоев из бетонов или растворов.

Были определены водонепроницаемость, диффузионная проницаемость для CO<sub>2</sub>, паро- и газопроницаемость растворов состава 1:3 (табл. 3).

Как видно из таблицы, раствор на карбонатном песке имеет лучшие характеристики по проницаемости. Коэффициент паропроницаемости у него близок к тяжелому бетону и соответствует требованиям СНиП II-A.7-71.

Для предотвращения влагонакопления в зоне расположения арматуры бетон изолирующего слоя должен обладать малой паропроницаемостью. Длительность защитного действия бетона по отношению к арматуре определяется эффективным коэффициентом диффузии углекислого газа и толщиной слоя.

Стеновые панели из керамзитопенобетона с изолирующими слоями (15—35 см) из раствора на карбонатных и кварцевых песках состава 1:3 были установлены в семи животноводческих зданиях.

Наблюдения в течение 6 лет показали, что равновесная влажность керамзитопенобетонных конструкций обследованных зданий устанавливалась после 2—3 лет эксплуатации, причем величина ее зависит от толщины и ориентации панелей, а также наличия изолирующего слоя и его паропроницаемости. Для стен птичника и телятника средняя влажность по массе при наличии изолирующего слоя из раствора на карбонатном песке составляла 8%, коровника и свинарника — 9%, а величина приращения за период влагонакопления не превышала 3%. В панелях с изолирующим слоем из раствора на кварцевом песке влажность

Таблица 4

| Показатели  | Таблица 4      |                    |
|---|----------------|--------------------|
|   | Керамзитобетон | Керамзитопенобетон |
| Объемная масса (на керамзите 600 кг/м <sup>3</sup> ), кг/м <sup>3</sup> | 1200           | 980                |
| Толщина стены (с изолирующим слоем), см                                 | 50             | 40                 |
| Расход основных материалов на 1 м <sup>2</sup> :                        | 135            | 120                |
| цемент марки М 400, кг  | 0,77           | 0,37               |
| керамзит, м <sup>3</sup>  | 18,5           | 15,3               |
| Общая стоимость 1 м <sup>2</sup> стены, р.                              |                |                    |

во всех случаях была на 1,5—2% выше. Величина эксплуатационной влажности керамзитопенобетонных панелей экспериментальных объектов оказалась несколько меньше, чем влажность аналогичных панелей из керамзитобетона.

Расчеты, выполненные в соответствии с Руководством [3], показали, что полная карбонизация изолирующего слоя из раствора на карбонатном песке произойдет за 50 лет. Эффективный коэффициент диффузии CO<sub>2</sub> при этом равен 0,9·10<sup>4</sup> см<sup>2</sup>/с, что аналогично бетону нормативной плотности [4]. Защитный слой из цементно-песчаного раствора такого же состава карбонизируется за 18 лет и не может быть рекомендован для применения.

Расчеты, выполненные по методике НИИЭС с учетом приведенных затрат, применительно к объектам Западного Урала выявили более высокую эффек-

тивность применения керамзитопенобетона в стеновых ограждающих конструкциях в сравнении с обычным керамзитобетоном (табл. 4).

При строительстве в Пермской области сельскохозяйственных зданий с применением стеновых панелей из керамзитопенобетона получена экономия в сумме 90 тыс. р.

Исследование керамзитобетона марок М 50—75 с объемной массой 950—1050 кг/м<sup>3</sup> в лабораторных и производственных условиях показало, что керамзитопенобетонные стеновые панели можно рекомендовать для широкого применения в животноводческих и птицеводческих зданиях при наличии изолирующего слоя из бетона, надежно пассивирующего сталь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев Д. П., Кудрявцев А. А. Поризованные легкие бетоны. М., Стройиздат, 1966.
2. Ожгибесов Ю. П. Производство изделий из керамзитопенобетона в Главзападуралстрой. М., ЦБТИ Мшипромстроя СССР, 1972.
3. Руководство по определению диффузионной проницаемости бетона для углекислого газа. НИИЖБ, 1974.
4. Рекомендации по применению керамзитобетона в конструкциях животноводческих зданий, в том числе ограждающих. НИИЖБ, 1974.

## Долговечность

Инженеры Д. И. МЕНДЕЛЬСОН, Е. А. ТОПЧИЕВ (Днепропетровский филиал Укргипрводхоз), канд. техн. наук Ю. А. САВВИНА, д-р техн. наук, проф. Ф. М. ИВАНОВ (НИИЖБ)

УДК 691.327:666.973.2:666.948.5

## Сульфатостойкость крупнопористого фильтрационного бетона на шлакопортландцементе

В последние годы в нашей стране значительно расширились работы по мелиорации сельскохозяйственных земель. Важное место занимает устройство закрытых горизонтальных дренажей на орошаемых землях. Наиболее эффективными для этой цели являются трубы с

фильтрующими стенками из крупнопористого бетона — трубофильтры.

Высокая минерализация грунтовых вод на значительной части орошаемых территорий в южных районах УССР делает актуальным вопрос о коррозионной стойкости трубофильтров. В результате

изучения характера минерализации грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта установлено, что в Днепропетровской, Запорожской, Одесской и Херсонской областях грунтовые воды в основном сульфатно-натриевые и сульфатно-кальциевые, реже — сульфат-

но-кальцево-магниево-натриевые. Содержание сульфатов на подавляющей части площадей, намеченных под орошение, не превышает 5000 и лишь на отдельных участках достигает 10 000 мг/л. Повсеместно грунтовые воды характеризуются высокой бикарбонатной щелочностью (от 4 до 10 мг-экв/л).

Поэтому в Днепропетровском филиале Укрग्रинпроводхоза и НИИЖБ изучили коррозионную стойкость крупнопористого фильтрационного бетона на гранитном щебне в условиях сульфатной агрессии. Одновременно исследовали влияние некоторых технологических факторов на физико-механические свойства крупнопористого бетона методом планирования эксперимента (табл. 1).

Для этого изготовили 330 образцов дисков пятнадцати различных составов на шлакопортландцементе. Реализация плана эксперимента и обработка результатов на ЭВМ позволили установить, что оптимальными по величине коэффициента фильтрации, прочности, объемной массе и расходу цемента являются составы с  $V/C=0,4..0,45$  (рис. 1). Оптимальными следует считать составы с содержанием цемента в интервале от 1:7 до 1:6 при наличии песка в смеси заполнителя от 10 до 15%. При этом расход цемента изменяется от 250 до 300 кг/м<sup>3</sup>, а объемная масса от 1850 до 2000 кг/м<sup>3</sup>. В указанной области крупнопористый бетон, обладая достаточно большой прочностью  $R_p=0,8..1,2$  МПа, характеризуется коэффициентом фильтрации от 150 до 300 м/сут, что является вполне достаточным для обеспечения высокой водозахватной способности дрена из такого материала. Состав бетона для исследования коррозионной стойкости определили по номограмме. При отношении  $C:З=1:6$  содержание песка в смеси заполнителя составило 10% (точка А на рис. 1).

Образцы изготовляли на шлакопортландцементе марки М 300 Днепродзержинского завода, содержащем 50% шлака и до 8%  $C_3A$ . В качестве заполнителя использовали гранитный щебень фракции 3—10 мм Новопавловского карьера Днепропетровской области и днепропетровский кварцевый песок с  $M_{кр}=1,43$ . Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне и песке не превышало 1%.

При разработке методики стремились учесть специфику работы крупнопористого фильтрационного бетона в дренажных трубах. С этой целью исследовали образцы из крупнопористого бетона диаметром 138 мм, высотой 50 мм (толщина стенок трубофильтра). Критерием стойкости крупнопористого бетона приняли изменение его прочности при

Таблица 1

| Уровни варьирования    | Варьируемые величины |      |               |
|------------------------|----------------------|------|---------------|
|                        | Ц:З                  | В/Ц  | Доля песка, % |
| Основной уровень       | 1:6                  | 0,4  | 10            |
| Интервалы варьирования | 0:1                  | 0,05 | 10            |
| Верхний уровень +1     | 1:5                  | 0,45 | 20            |
| Нижний уровень -1      | 1:7                  | 0,35 | 0             |

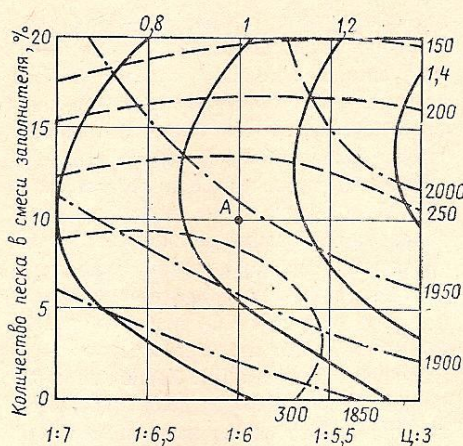


Рис. 1. Номограмма состав — свойства при  $V/C=0,4$

— прочность при растяжении;  
 --- коэффициент фильтрации;  
 - - - - - объемная масса

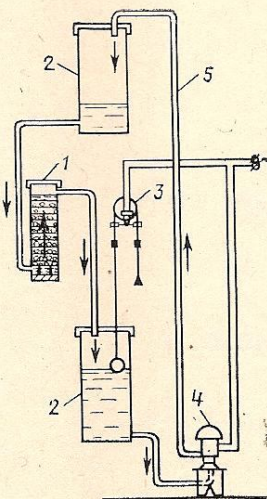


Рис. 2. Схема установки для исследования коррозионной стойкости крупнопористого фильтрационного бетона

1 — рабочий цилиндр с образцами-дисками из фильтрационного бетона; 2 — емкости с агрессивным раствором; 3 — поплавковое реле; 4 — насос; 5 — трубопроводы

растяжений, определяемое путем раскалывания дисков по методике ГОСТ 12852—67. После формования образцы хранили при температуре 18—20°C и относительной влажности воздуха 86—92% в течение 28 сут, затем помещали в специальные установки, конструкция которых позволила максимально приблизить условия эксперимента к натурным (рис. 2). Емкости трех установок заполнили раствором  $Na_2SO_4$  с содержанием сульфат-ионов 5000, 10 000 и 30 000 мг/л. Контрольные образцы поместили в ванну с водопроводной водой.

Растворы постоянно автоматически перекачивали из нижних емкостей в верхние, что обеспечило непрерывную фильтрацию их сквозь образцы. При этом во всех установках агрессивные растворы непрерывно циркулировали сквозь образцы с постоянным расходом (200 мл/мин), что соответствует средней интенсивности фильтрации воды сквозь стенки дренажной трубы в натуральных условиях [1].

В течение первых 34 сут по изменению содержания сульфат-ионов в растворах определяли поглощение иона  $SO_4^{2-}$  цементным камнем. После первых 2—3 сут отмечено снижение интенсивности поглощения иона  $SO_4^{2-}$  и стабилизация процесса.

Испытания показали, что в начальный период воздействия сульфатов происходит упрочнение бетона (I стадия) процесса коррозии), затем прочность снижается (II стадия). Полученные результаты согласуются с существующими представлениями о механизме сульфатной коррозии [2]. Установлено также, что образцы из крупнопористого бетона под действием растворов сульфата натрия различной концентрации достигают одинаковой максимальной прочности. Чем выше содержание сульфатов, тем быстрее наступает этот момент. В основном изменение прочности крупнопористого бетона под влиянием сульфатных растворов в исследованном интервале времени описывается параболой (рис. 3).

Рентгенограммы образцов цементного камня крупнопористого бетона до начала воздействия сульфатными растворами и после 450-сут контакта с водой и растворами  $Na_2SO_4$  различной концентрации не показывают увеличения количества этtringита по сравнению с первоначальным содержанием. Двуводный гипс заметен только в образцах, контактировавших с раствором, содержащим 10 000 и 30 000 мг/л  $SO_4^{2-}$ . Отсутствие сульфатной коррозии при концентрации сульфатов до 5000 мг/л объясняется свойствами шлакопортландцемента, а также особенностями структуры крупнопористого фильтрационного бетона.

В этом бетоне благодаря низкому  $B/C$  и относительно большому содержанию цемента пленки раствора, соединяющие зерна заполнителя, обладают высокой плотностью. Так, при  $B/C = 0,4 \dots 0,45$  и соотношении цемент : песок, равном  $1 : 1 - 1 : 1,5$ , водопоглощение растворной части бетона лежит в пределах  $2,9 - 3,2\%$ . По этим показателям растворную часть согласно табл. 5 СНиП II-28-73 можно отнести к особоплотному бетону.

Для прогноза сроков службы трубофильтров на шлакопортландцементе [3] из бетона исследованного состава представляют интерес данные о стойкости трубофильтров, аналогичных по составу изготовленным на сульфатостойком портландцементе, полученном на основании многолетних наблюдений за состоянием дренажей (18,7 км) на опытном участке. Содержание сульфат-ионов в дренажной воде изменялось в пределах  $4500 - 5000$  мг/л.

В табл. 2 приведены результаты испытаний трубофильтров, извлекавшихся из грунта после различных сроков эксплуатации.

Исследования образцов на шлакопортландцементе в лабораторных условиях продолжались 15 мес, что соответствует примерно двухгодичному сроку эксплуатации в натурных условиях (дренаж работает 6—9 мес в году). Прогноз изменения прочности бетона в растворе сульфатов (см. рис. 3) позволяет считать, что максимальное упрочнение для образцов в растворе, содержащем  $5000$  мг/л сульфат-ионов, будет достигнуто к шести годам эксплуатации; следует учитывать также, что под влиянием орошения и дренажа минерализация грунтовых дренажных вод снижается.

Рис. 3. Изменение прочности крупнопористого фильтрационного бетона под действием сульфатных растворов различных концентраций при содержании иона  $SO_4$   
1 — 30 000; 2 — 10 000; 3 — 5000 мг/л

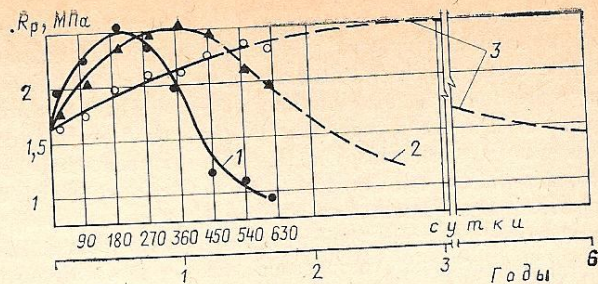


Таблица 2

| Показатели                        | До укладки | После эксплуатации в течение, лет |      |      |      |      |        |
|-----------------------------------|------------|-----------------------------------|------|------|------|------|--------|
|                                   |            | 2                                 | 3    | 4    | 5    | 7    | 9      |
| Разрушающая нагрузка, кгс/пог. м  | 8750       | 9800                              | 8900 | 8350 | 9150 | 7025 | 11 150 |
| Коэффициент фильтрации, м/сут     | 150        | 121                               | 111  | 114  | 104  | 110  | —      |
| Объемная масса, кг/м <sup>3</sup> | 2100       | 2090                              | 2180 | 2150 | 2190 | 2170 | 2240   |

Сопоставление этих данных с результатами наблюдений на опытном участке (см. табл. 2), где упрочнение продолжалось до девяти лет, позволяет обоснованно предположить, что срок службы трубофильтров (т. е. подъема и дальнейшего снижения прочности до нормативной) будет не менее 20 лет. Как было показано в работе [4] и после такого срока дренажная труба сохраняет работоспособность, несмотря на возможное повреждение нижней части ее сечения.

#### Выводы

Крупнопористый фильтрационный бетон на сульфатостойком шлакопортландцементе и гранитном щебне оптимального состава (содержание песка  $10 - 15\%$  общей массы заполнителя в  $B/C = 0,45$ ) обладает достаточной сульфатостойкостью в грунтовых водах, содержащих до  $5000$  мг/л сульфат-ионов и имеющих временную жесткость не менее  $4^{\circ}Н$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- Саввина Ю. А., Менделеев Д. И. О долговечности дренажных труб из крупнопористого фильтрующего бетона. — В кн.: Коррозионная стойкость бетона и стальной арматуры. М., Стройиздат, 1974.
- Москвин В. М. Коррозия бетона М., Стройиздат, 1952.
- Рекомендации по применению шлакопортландцементов Днепропетровского, Днепропетровского, Криворожского заводов и низковольтного портландцемента Балаклейского завода в условиях сульфатной агрессии для бетонных и железобетонных подземных конструкций. ЦЛК НИИЖБ. Днепропетровский филиал НИИСП Госстроя УССР. Киев, 1973.
- Топчиев Е. А., Менделеев Д. И. — «Известия гидротехники и мелиорации 1975, № 9».

## Стандарты

Инж. Н. В. МЯКОШИН (Госстрой СССР), кандидаты техн. наук  
К. М. КОРОЛЕВ (НИИЖБ), В. Г. ДОВЖИК (ВНПО Союзжелезобетон),  
Л. А. ШИРОКОВА (ЦНИИОМТП)

УДК 693.542(083.74)

## Новый стандарт на бетонные смеси

С 1 января 1978 г. вводится в действие разработанный НИИЖБ, ВНПО Союзжелезобетон и ЦНИИОМТП ГОСТ 7473—76 «Смеси бетонные. Технические условия» вместо ГОСТ 7473—61.

Стандарт распространяется на бетонные смеси на минеральных вяжущих, плотных и пористых заполнителях, приготовляемые на механизированных и автоматизированных бетонных заводах и в

установках циклического и непрерывного действия. Смеси отпускаются заказчику или используются на предприятиях для изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий.

С момента выхода предыдущего стандарта по настоящее время в промышленности и строительстве повысилась степень механизации и автоматизации приготовления и транспортирования смеси; освоен выпуск более совершенных дозаторов, смесителей, автобетоносмесителей и начато серийное изготовление специальных автобетоновозов. Изменились характеристики исходных материалов для приготовления смесей, повысилась средняя марка цемента, в больших объемах выпускаются особо быстро твердеющие и высокопрочные цементы, начинается производство классифицированных мелких и крупных заполнителей. В сооружениях из сборного и монолитного бетона и железобетона широко применяются бетоны на пористых заполнителях; для улучшения свойств смеси и бетона больше используют различные добавки (ускорители или замедлители твердения, поверхностно-активные вещества, комплексные добавки и т. д.). Введены в действие нормативные документы, в частности нормы проектирования бетонных и железобетонных конструкций (СНиП II-21-75), технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов (ТП 101-76), стандарты на определение подвижности и жесткости смеси и прочности бетона, стандарты на статистические методы контроля и оценки прочности бетона с учетом его однородности.

Стандарт распространяется помимо товарных смесей на тяжелых заполнителях на бетонные смеси на пористых заполнителях, а также на смеси, приготовляемые на предприятиях сборного

железобетона и используемые на предприятиях для изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

При пересмотре стандарта использовали результаты научных исследований, современных достижений техники, учитывали изменение свойств и появление новых видов составляющих бетонной смеси, повышение степени механизации и автоматизации процессов дозирования, смешивания и транспортирования смеси, повышение требований к качеству выпускаемой продукции. Изучены и обобщены зарубежные литературные источники. Требования стандарта согласуются с требованиями главы СНиП III-B.1-76 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ».

В стандарт внесены значительные изменения и дополнения: снижена погрешность дозирования заполнителей с 3 до 2,5%; включены рекомендации по продолжительности смешивания бетонных смесей на плотных и пористых заполнителях, транспортирования в зависимости от характеристики смеси, вида транспортных средств, характеристики дорожного покрытия и температуры окружающей среды; даны требования к бетонной смеси, соответствующей высшей категории качества. Такая смесь должна обеспечивать необходимый коэффициент вариации бетона по прочности (не более 9%) и характеризоваться меньшей потерей подвижности при транспортировании.

Установлены взаимоотношения между заказчиком и заводом — изготовителем бетонной смеси, в соответствии с кото-

рыми последний должен гарантировать соответствие бетонной смеси требованиям заказчика и на каждую партию сухой и затворенной бетонной смеси (по ГОСТ 18105—72) обязан выдавать паспорт с необходимыми сведениями, характеризующими смесь. Кроме того, с каждым транспортным средством при перевозке бетонной смеси завод-изготовитель обязан выдавать выписку из паспорта.

Введен новый раздел «Гарантии изготовителя», по которому предусматривается право заказчика производить контрольную проверку бетонной смеси по согласованному с заводом-изготовителем плану. Сопоставление рекомендаций нового ГОСТа с зарубежными стандартами показало, что требования отечественного стандарта отвечают современному уровню развития мировой строительной индустрии.

Выполнение требований настоящего стандарта позволит получить экономический эффект около 3 млн. р. в год за счет лучшей организации производства и снижения погрешности дозирования заполнителей, продолжительности смешивания, потерь бетонной смеси при ее перевозке в современных транспортных средствах, а также более тщательной проверке контролируемых параметров.

Строительным министерствам и подведомственным строительным организациям и предприятиям строительной индустрии необходимо обеспечить своевременную подготовку производства и выпуск бетонных смесей, соответствующих требованиям указанного стандарта.

## Нам пишут

Кандидаты техн. наук **З. М. ДОБРОХОТОВ, Н. А. ЧАЙНИКОВ**  
инженеры **Ф. Ш. БИРГ** (Чувашский гос. университет),  
**В. А. ПАВЛОВ** [з-д «Ремстроймаш»]

УДК 691—4:693.66

## Эпоксидные компаунды для уплотнения швов стальных форм

Для изготовления железобетонных изделий высокого качества рабочая поверхность формы должна быть ровной, без вмятин и выпуклостей, а стыковые сварочные швы тщательно зачищены

наждачным кругом с помощью шлифовальной машинки. Это трудоемкая и непроизводительная операция вызывает шум в производственных помещениях и снижает гигиену труда. В некоторых

случаях, особенно на вогнутых поверхностях малого радиуса, сварочные швы невозможно зачистить, что снижает качество формируемых изделий.

Эффективной технологией изготовления рабочей поверхности формы является сварка стыков с внутренней стороны и уплотнение стыкового зазора со стороны рабочей поверхности эпоксидным компаундом, который заливают заподлицо с рабочей поверхностью формы, что не требует последующей зачистки шва.

Для реализации предложенной технологии были разработаны составы эпоксидных компаундов, исследованы их физико-механические характеристики\* и

\* Доброхотов З. М., Павлов В. А., Чайников Н. А. и Бирг Ф. Ш. Исследование и исследование физико-механических характеристик эпоксидных компаундов для заливки стыковых швов железобетонных форм. НТЛД. Строительство и архитектура, раздел Б, 1975, № 7.



проведены лабораторные испытания. Образцы стыковых швов испытывали на влажность, термоудар и вибрацию в условиях изготовления железобетонных изделий при влагопоглощении за 1 сут 0,45—1,38%, колебании температуры при термоударе от +80 до -40°C, вибрации с частотой 48—50 Гц и амплитудой 2—3 мм. При этом определяли оптимальную величину зазора в стыке (3—4 мм) при толщине листа 6—10 мм и оптимальное соотношение компонентов, входящих в составы компаундов. В качестве заливочных эпоксидных компаундов рекомендовано три варианта компаундов следующих составов (в мас. ч.): I — смола ЭД-20—100; дебутилфталат — 25; полиэтиленполиамин — 15; цемент марки

М 400—200; II — смола ЭД-20—100; смола ДЭГ-1—25; полиэтиленполиамин — 13; цемент марки М 400—300; III — смола ЭД-20—30; смола ДЭГ-1—17; гидрохинон — 2; двуокись титана — 6; окись железа — 9; каолин — 30; метафенилендиамин — 6.

Положительные результаты лабораторных испытаний стыковых швов позволили перейти к производственным испытаниям, для проведения которых были изготовлены две формы в натуральную величину, формирующие железобетонные плиты перекрытий типа ПНС размером 3×6 м по разработанной технологии, и переданы в эксплуатацию на Чебоксарский завод ЖБК-9. После выполнения 500 рабочих циклов формы

были пригодны к дальнейшей эксплуатации. Контроль за качеством стыковых швов, залитых эпоксидными компаундами трех составов, проводили визуально через каждые 20 рабочих циклов.

Результаты производственных испытаний показали эффективность разработанной технологии уплотнения стыковых швов на рабочей поверхности форм для формирования изделий и позволили рекомендовать их к внедрению в производство. В 1976 г. на Новочебоксарском заводе «Ремстроймаш» были внедрены разработанная технология и изготовлено 50 различных форм. Годовой экономический эффект от внедрения новой технологии составляет 55 тыс. р. на 3080 т металлических форм.

Кандидаты техн. наук А. К. ПОСТОЕВ, В. А. ЗИМНИЦКИЙ,  
В. А. БРЫЗГАЛОВ (проблемная лаборатория  
электрогидравлического эффекта, Ленинград)

УДК 69.059.22

## Применение электрогидравлических установок для разрушения конструкций

Реконструкция действующих цехов и предприятий требует большого объема работ по разрушению старых бетонных и железобетонных фундаментов и других строительных конструкций. Эти работы, как правило, выполняют с применением ручного труда, так как использование взрывчатых веществ и различных механизмов ударного действия ограничивается спецификой проведения работ и требованиями техники безопасности.

В проблемной лаборатории электрогидравлического эффекта разработаны четыре модели электрогидравлических установок типа «Вулкан», повысивших производительность работ по разрушению конструкций. Работа установок основана на использовании высоких давлений, возникающих в жидкости при высоковольтном импульсном разряде между двумя электродами\*. Технология

производства работ по электрогидравлическому разрушению включает следующие операции: бурение шпуров диаметром 25 мм, глубиной 300—700 мм; установку электрогидравлического взрывателя в шпур; осуществление высоковольтного разряда между электродами взрывателя и разрушение конструкций; разборку разрушенной конструкции.

Преимущества электрогидравлического разрушения в малом радиусе опасной зоны (10 м), отсутствии разлета осколков и выделения ядовитых газов, а также возможности управления разрушающим усилием.

Для изучения технических возможностей электрогидравлических установок для раскола камней их применяли при разрушении бетонных и железобетонных объектов в различных условиях.

В 1972 г. на Ленинградском кирпичном заводе в условиях действующего цеха, в непосредственной близости от работающего конвейера, был разобран железобетонный фундамент печи обжи-

га кирпича объемом 30 м<sup>3</sup> с применением экспериментальной электрогидравлической установки «Вулкан», состоящей из двух блоков размером 1500×800×800 мм. Работы были выполнены бригадой из четырех человек. Фундамент разрушали в следующей последовательности: в теле фундамента на расстоянии 200—250 мм друг от друга при помощи пневмоперфораторов марки ПР-20Л бурили шпуров диаметром 25 мм на глубину 300—700 мм; в них заливали воду, вставляли проволочный взрыватель и осуществляли высоковольтный импульсный разряд конденсаторной батареи. Под действием возникающего при этом давления бетонные куски откалываются, а при наличии стальной арматуры появляются трещины. Применяя отбойные пневматические молотки, арматуру обнажали по трещинам и пережигали электрической дугой. Энергия импульса электрогидравлической установки «Вулкан» определяет максимальный объем откалываемого за один импульс куска бетона до 0,2 м<sup>3</sup>. Глубина трещин в железобетоне достигает 500—900 мм.

Электрогидравлическая установка «Вулкан-1», состоящая из пяти блоков размером 800×700×940 мм, предназначена для работ в стесненных условиях подземных тоннелей диаметром более 2 м и других помещений с повышен-

\* Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект. М., Машгиз, 1955.

ной влажностью. Ее применяли для разборки кессонных бетонных перемычек в подземном тоннеле и разрушения замороженного грунта при проходке. При разборке кессонных перемычек сроки выполнения работ сокращены в 3 раза по сравнению с разборкой отбойными пневматическими молотками. Разрушение замороженного грунта при проходке тоннеля электрогидравлической установкой «Вулкан-1» малоэффективно, так как требует вспомогательного времени для удаления установки из забоя после каждой серии разрядов и специального инструмента для скоростного бурения

в мерзлом грунте шпуров диаметром 25 мм.

Наибольшая эффективность достигнута при разрушении старых фундаментов электрогидравлической установкой «Вулкан-2» на Ленинградском заводе гипсомраморных изделий и Целлолозно-бумажном комбинате в г. Зугдиди объемом 220 и 540 м<sup>3</sup> соответственно. Работы выполняли комплексные бригады, состоящие из 2 взрывников, обслуживающих установку «Вулкан-2», и 4—8 чел., обеспечивающих бурение шпуров и разборку конструкции после серии электрогидравлических расколов.

Применение электрогидравлических

взрывателей многоразового действия увеличило среднюю производительность по разрушению и уборке фундаментов на каждого члена бригады за 1 ч сменного времени до 0,15—0,25 м<sup>3</sup>/ч железобетона и 0,6 м<sup>3</sup>/ч неармированного бетона.

Во всех случаях применения электрогидравлических установок типа «Вулкан» для разрушения бетонных и железобетонных объектов сокращены сроки выполнения работ в 1,5—3 раза и значительно облегчен труд рабочих.

Экономический эффект с учетом досрочного введения в действие нового оборудования достигал 2,5—70,7 тыс. р.

## Зарубежный опыт

Канд. техн. наук К. М. КОРОЛЕВ (НИИЖБ)

УДК 693.546.1/3

### Транспортирование и подача бетонной смеси в монолитном строительстве

Около 30% всех трудовых затрат на строительной площадке приходится на транспортирование, подачу и укладку бетонной смеси. Поэтому совершенствованию способов и оборудования для ее подачи и транспортирования за рубежом уделяется большое внимание.

Из двух способов производства монолитного бетона — приготовление на центральных бетонных заводах и доставка потребителю в виде «товарного» бетона и приготовление непосредственно на строительной площадке — предпочтение следует отдать первому как имеющему неоспоримые преимущества. В настоящее время на ряде заводов товарного бетона в зарубежных странах осваивают смесители с увеличенными (до 6 м<sup>3</sup>) единичными емкостями. Некоторые фирмы начинают выпускать товарный бетон на заводах и установках непрерывного действия.

Объем и удельный вес производства товарного бетона за рубежом непрерывно увеличиваются. Если в 1958 г. соотношение между товарным и построечным бетоном в технически развитых капиталистических странах Европы составляло 1:300, то через 16 лет оно составляет 1:1. Столь резкое возрастание объ-

ема производства товарного бетона потребовало интенсивных поисков современных средств доставки и подачи бетонной смеси от заводов-изготовителей до строительной площадки, а также в пределах площадки.

Было признано, что для доставки бетонной смеси на расстояние более 10—15 км целесообразно применять автобетоносмесители, а на меньшие расстояния — автобетоновозы.

Современные зарубежные автобетоносмесители характеризуются увеличенной (до 6—8 м<sup>3</sup>) полезной емкостью барабана с установкой дополнительных подкатных тележек под барабан. Использование таких барабанов позволяет снизить удельные затраты на 1 м<sup>3</sup> перевозимой смеси, а дополнительные ходовые тележки обеспечивают высокую проходимость автобетоносмесителей. Однако практика эксплуатации показывает, что дальнейшее увеличение емкости автобетоносмесителей резко снижает их маневренность на строительной площадке.

Автобетоносмесители имеют переднюю загрузку и выгрузку, что обеспечивает управление этими операциями непосредственно из кабины водителя базового автомобиля. Таким образом расширя-

ются возможности применения автобетоносмесителей: смесь можно разгружать при движении вдоль фронта ее укладки.

Вместо разгрузочного лотка на автобетоносмесителе установлен ленточный конвейер, дающий возможность подавать бетонную смесь на расстояние 5—8 м в сторону, вверх или вниз от оси поворотной воронки (рис. 1). Изменение положения ленточного конвейера осуществляется с помощью гидравлического привода. Конвейер является составной частью автобетоносмесителя и в транспортном положении крепится на шасси автомобиля.

Автобетоносмесители имеют также гидравлический привод вращения барабана, обеспечивающий плавное бесступенчатое регулирование скорости.

Для современных автобетоновозов характерна обтекаемая форма кузова, без острых выступов и углов, со значительным (до 90°) углом опрокидывания при выгрузке смеси. Для обеспечения быстрой и полной выгрузки смеси кузов оборудован встряхивающим устройством, а для защиты от атмосферных воздействий его сверху закрывают съемной крышкой. Кузов имеет двойные стенки, поэтому при работе в холодное время года между ними могут циркулировать отходящие газы холодного двигателя. Рациональная форма кузова позволяет равномерно распределять нагрузки на оси автомобиля.

Себестоимость перевозки бетонной смеси в автобетоносмесителях значительно выше себестоимости доставки ее в автобетоновозах. В 1974 г. в странах Западной Европы находилось в эксплуатации 35 тыс. автобетоносмесителей и 5 тыс. автобетоновозов, каждый из которых совершал в смену 6 рейсов длиной по 10 км.

В странах СЭВ объем бетонной смеси, доставляемый автобетоносмесителями и автобетоновозами, из года в год непрерывно увеличивается. В качестве базовых использованы автомобили советского производства.

В настоящее время в СССР серийно выпускают две модели автобетоносмесителей СБ-69 и СБ-92 емкостью соответственно 2,5 и 4 м<sup>3</sup> и одна модель автобетоновоза СБ-113 емкостью 1,6 м<sup>3</sup> [1]. Кроме того, некоторые строительные министерства и ведомства собственными силами изготавливают в небольших количествах автобетоновозы АБ-32 емкостью 3,2 м<sup>3</sup>. Количество производимых автобетоносмесителей и автобетоновозов в значительной мере отстает от потребностей строительства, так как перевозка бетонной смеси в неприиспособленных для этой цели автосамосвалах обладает рядом существенных недостатков, резко снижающих качество доставляемой смеси и ведущих к большим потерям ее в пути.

Необходимо резко увеличить выпуск освоенных автобетоновозов и автобетоносмесителей. Кроме того, в связи с пуском КамАЗа необходимо уже сейчас начать работу над созданием моделей автобетоносмесителей и автобетоновозов емкостью 6—8 м<sup>3</sup>.

За рубежом для подачи и укладки бетонной смеси внутри строительной площадки широко применяют бетононасосы [2]. Количество их типоразмеров непрерывно увеличивается. Достаточно сказать, что в настоящее время в ФРГ 8 фирм производят более 100 моделей бетононасосов.

В бетононасосах используется обычно гидравлический привод, позволяющий плавно регулировать их работу при значительных (8—12 МПа) давлениях, причем конструкция насоса исключает превышение максимального давления.

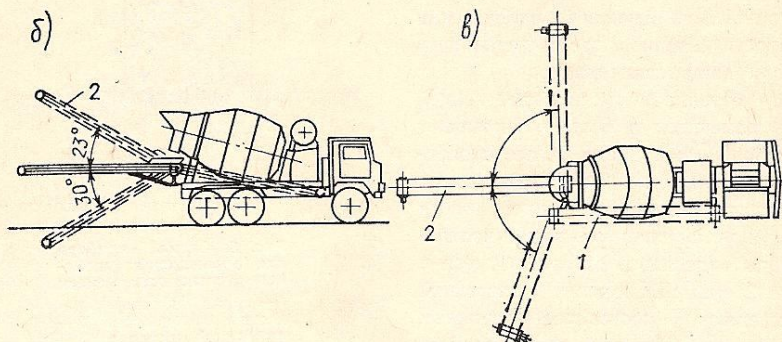
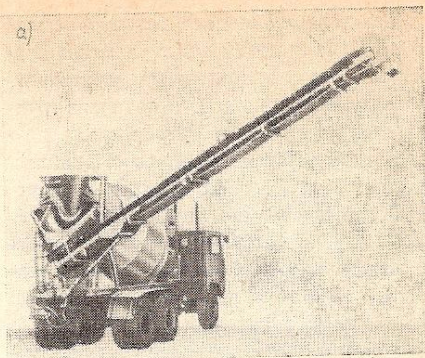
Бетононасосы различаются по конструкции на поршневые с маслом и водогидравлическим приводом и беспоршневые роторные с гидравлическим приводом.

Поршневые с водогидравлическим приводом характеризуются относительно низким рабочим давлением и большими диаметром и ходом поршня, а маслогидравлические бетононасосы имеют противоположные параметры.

Составной частью беспоршневого бетононасоса является гибкий бетоновод, проложенный внутри камеры, находящейся под некоторым разрежением. Гибкий шланг после перекачки 2,5—4 тыс. м<sup>3</sup> бетонной смеси обычно заменяют новым. Бетононасос этого типа подает смесь более равномерно, в нем отсутствуют клапаны и затворы, работающие в

тяжелой абразивной среде. Путем реверсирования ротора можно достаточно быстро и просто ликвидировать пробку, образовавшуюся в шланге. Но так как долговечность шланга относительно невелика, значительные трудности пред-

Рис. 1. Автобетоносмеситель фирмы «Ворнингтон» (Италия) с ленточным конвейером  
а — общий вид; б — вид сбоку; в — вид сверху;  
1 — конвейер в транспортном положении; 2 — конвейер в рабочем положении



ставляет проблема обеспечения бетононасосов такими шлангами. Основной производитель роторных бетононасосов — фирма «Вибрау» (ФРГ) получает шланги из Франции.

Установка бетононасоса на автомобильном ходу обеспечивает его быструю переброску с одного объекта на другой.

Оборудование гибкой шарнирно-сочлененной стрелой позволяет подавать смесь на высоту, в сторону и вниз на расстоянии 10—40 м от места стоянки автобетононасоса без монтажа бетоновода.

Фирма «Шееле» (ФРГ) в настоящее время применяет поршневые бетонона-

сосы с гидравлическим приводом, бетоновод которых проложен вдоль башни и стрелы крана, имеющегося на стройке (рис. 2). По мере увеличения высоты возводимого сооружения башня крана с бетоноводом поднимается вверх.

Изменяя положение стрелы и поворот башни крана, можно подать смесь практически в любую точку, равную наибольшему вылету стрелы. Высота подачи определяется высотой башни крана плюс высота подъема стрелы.

Последовательный монтаж нескольких бетононасосов позволяет подавать смесь на расстояние до 600 м по горизонтали и до 175 м по вертикали.

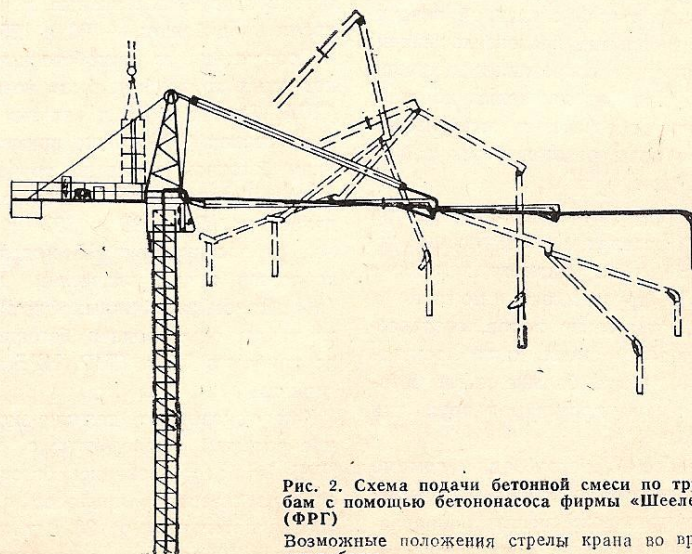


Рис. 2. Схема подачи бетонной смеси по трубам с помощью бетононасоса фирмы «Шееле» (ФРГ)  
Возможные положения стрелы крана во время работы

Преимущества подачи бетонной смеси по трубам: высокий темп укладки; совмещение горизонтальной и вертикальной подачи; возможность подачи в трудно доступные места, куда подача другими способами неосуществима; защита смеси от атмосферных осадков и отсутствие ее потерь при перегрузке. Вместе с тем подача бетонной смеси по трубам накладывает ряд ограничений по ее зерновому составу и удобоукладываемости, требует четкой организации работ.

В Англии [3] для определения пригодности смеси для перекачки по трубам разработан прибор (рис. 3). Принцип его действия основан на определении способности бетонной смеси удерживать воду при повышении давления.

Пробу бетонной смеси определенной массы помещают в сосуд, закрывают сверху поршнем и дают на нее с определенным давлением. Затем открывают кран, расположенный в нижней части сосуда, и устанавливают, какое количество воды отделилось от пробы смеси в течение 2 мин. Во время испытаний поддерживают постоянное давление. После нескольких таких проб устанавливают, можно ли перекачивать смесь по трубам. Поскольку конструкция прибора достаточно проста, им можно пользоваться не только в лабораторных условиях, но и непосредственно у бетононасосов.

Бетонная смесь, проходящая по бетоноводу, представляет собой поток, в котором вода и мелкие фракции играют роль смазки и облегчают перемещение смеси по трубам.

Для улучшения удобоперекачиваемости смеси по трубам за рубежом широко применяют различные поверхностно-активные вещества.

Накоплен некоторый опыт подачи по трубам смесей для легкого бетона. В качестве крупного заполнителя используют искусственный заполнитель с гладкой поверхностью и стабильным влагопоглощением. Для уменьшения сопротивления стенок бетоновода при продвижении по нему смеси и для обеспечения стабильного содержания воды рекомендуется добавлять золу-унос.

При выборе оптимального диаметра бетоновода исходят из следующих условий: чем меньше диаметр, тем ниже стоимость и трудоемкость монтажа и демонтажа, тем выше напор, создаваемый при подаче смеси, ниже производительность насоса, больше износ бетоновода и меньше допустимая крупность заполнителя.

Выбор трассы бетоновода помимо рельефа местности обусловлен стремлением как можно реже менять направление движения смеси, в противном слу-

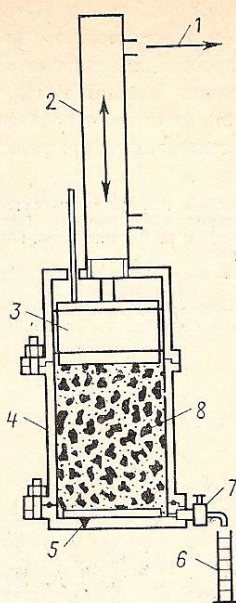


Рис. 3. Схема прибора для определения удобоперекачиваемости смеси  
1 — тракт подачи жидкости от насоса; 2 — приводной цилиндр; 3 — рабочий поршень; 4 — сосуд; 5 — сетчатый фильтр; 6 — мензурка; 7 — сливной кран; 8 — испытываемая смесь

чае увеличиваются затраты дополнительной энергии (потеря напора) и снижаются сроки службы бетоновода из-за значительного его износа в местах изгиба. Принято считать, что потеря напора при подаче смеси на высоту 1 м по бетоноводу соответствует потере ее при подаче по горизонтали на расстоянии 5—7 м.

В качестве стационарных бетоноводов используют стальные трубы, а в переносных и на гибких шарнирно-сочлененных стрелах — армированные резиновые. Наиболее распространенные диаметры бетоноводов, используемые в настоящее время за рубежом, — 100 и 125 мм.

Сооружения из легкобетонных смесей, поданных по трубам, были возведены в США, Японии, ФРГ и других странах.

В странах СЭВ также применяют подачу бетонной смеси по трубам с помощью бетононасосов с гидравлическим приводом. В ЧССР в 1974 г. находилось в эксплуатации 15 моделей бетононасосов с гидравлическим приводом (в основном зарубежных фирм). Имеется также опыт подачи бетонной смеси по трубам в ГДР, ПНР, НРБ и других странах.

Как показывают технико-экономические расчеты, проведенные в ЧССР и НРБ [4], использование бетононасосов с гидравлическим приводом с годовой производительностью 20 тыс. м<sup>3</sup> высвобождает 10 рабочих, а производитель-

ностью 25 и 30 тыс. м<sup>3</sup> соответственно 13 и 15 рабочих. Следует подчеркнуть, что применение бетононасосов эффективно только при больших коэффициентах их использования.

В СССР освоено серийное производство бетононасосов СБ-95 с гибкой шарнирно-сочлененной стрелой производительностью 25 м<sup>3</sup>/ч. Бетононасос может поставляться со стрелой, а также в стационарном исполнении. Эксплуатация такого бетононасоса на строительстве фирмы «Восход» [5] в Москве дала возможность применить новую форму организации производства, при котором значительно повысился уровень комплексной механизации, было исключено применение грузоподъемных средств, пневмонагнетателей, компрессоров и т. д. Экономический эффект от внедрения бетононасоса по сравнению с подачей смеси башенным краном и бадьей составляет 21 тыс. р. в год на один бетононасос при сниженной трудоемкости процесса. Наряду с этим выяснилась необходимость смонтировать бетононасос на колесном ходу.

Советский Союз закупил за рубежом бетононасосы с гидравлическим приводом с гибкой шарнирно-сочлененной стрелой. Эти бетононасосы, как правило, монтировались на отечественных шасси автомобилей КраЗ-257. Опыт их эксплуатации при возведении Нововоронежской и Чернобыльской АЭС, а также монолитных сооружений в Кишиневе и Череповце показал достаточную эффективность и надежность работы. В процессе эксплуатации было установлено, что лучше всего перекачивается бетонная смесь с осадкой конуса 8—12 см при наибольшей крупности заполнителя 40—50 мм в бетоноводах диаметром 125 мм. В холодное время года подача бетонной смеси возможна без специальных утеплительных устройств при температуре окружающей среды не ниже —5°C.

Объем выпуска отечественных бетононасосов значительно отстает от потребностей строительства. Необходимы бетононасосы производительностью 10—15 м<sup>3</sup>/ч и 40—60 м<sup>3</sup>/ч, смонтированные на автомобильном ходу и оборудованные гибкой шарнирно-сочлененной стрелой с унифицированным набором бетоновода, состоящего из стальных труб и гибких шлангов диаметром 100—150 мм.

В соответствие с намечаемым планом [6], в 1980 г. более половины всей производительности в стране бетонной смеси будет доставляться специализированным транспортом (автобетоновозами, автобетоносмесителями), а доля доставки ее в автосамосвалах снизится с 74% в 1975 г. до 45% к концу десятой пятилет-

ки. Объем подачи бетонной смеси по трубам и ленточными бетоноукладчиками будет занимать в 1980 г. 14% против 4—5% в 1975 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А. А., Приходько И. Е., Остроумовский В. И. Новые автобе-

тоновозы СБ-143 и АБ-32. «Строительные и дорожные машины», 1976, № 8.

2. Королев К. М., Коган. Конструкция и опыт эксплуатации современных бетононасосов, ЦНИИТЭСтройдормаш, 1975 М.

3. «Concrete», 1974, vol. 8, № 11 (Англия).

4. «Inzenyrske Stavby», 1975, № 5 (ЧССР).

5. Бессчастный А. В. Опыт применения бетононасоса СБ-95 на строительстве фирмы «Восход». «Строительные и дорожные машины», 1976, № 6.

6. Казаринов В. М., Моляков В. И. Развитие механооборужения строительства. — «Механизация строительства», 1977, № 1.

## Библиография

УДК 691.327:666.9.019.3

### Книга о прогнозировании долговечности бетона

Вышедшая в свет книга\* посвящена обоснованию прогноза стойкости и прочности бетона. Прогноз долговечности бетона непосредственно связан с экономикой строительства, позволяет сократить стандартные испытания бетона и улучшить текущий контроль его качества. Авторы книги предлагают осуществлять прогноз на основе установленных зависимостей между параметрами, определяющими структуру бетона, и его свойствами. При этом используется обширный материал, обобщение которого стало основой для определения требований к исходным материалам и технологии бетона. Основное внимание авторы уделили морозостойкости тяжелого

и легкого бетонов, предложив оптимальную композицию бетона с использованием математических моделей удобоукладываемости бетонной смеси, прочности и морозостойкости. Значительное внимание уделено разработке метрологических вопросов. Нельзя не согласиться с авторами, что необходимо создание нормативного документа, который будет ориентировать производителя на обеспечение долговечности железобетонных конструкций. Большое значение придается способам установления морозостойкости производственного бетона. Из рассмотренных в книге перспективных методы, основанные на дилатометрических измерениях и оценке пористой структуры. Эти методы пригодны для текущего контроля качества морозостойкого бетона и вносят необходимые изменения в производственный процесс для

обеспечения качества продукции. Стандартный метод определения морозостойкости фиксирует результат после того, как бетон пошел в дело.

Заключительная часть книги посвящена исследованию растрескивания бетона, непосредственно влияющего на его монолитность и долговечность. Полезная представленная систематизация методов оценки трещиностойкости бетона и классификация причин появления технологических трещин. Примененная авторами новая методика измерения усадочных напряжений поляризационно-оптическим методом на структурных моделях бетона оригинальна и открывает большие возможности для дальнейших исследований трещинообразования.

Однако действие тепловой обработки на стойкость бетона заслуживает более подробного обсуждения. Это относится и к эффективности специальных добавок, вводимых в бетон.

В целом эта содержательная книга будет интересна и производителям, и научным работникам и послужит более широкому внедрению результатов исследований в производство.

Заслуженный деятель науки  
и техники  
д-р техн. наук, проф.  
К. Э. ГОРЯЙНОВ

\* Горчаков Г. И., Орентлихер Л. П., Савин В. И. и др. Состав, структура и свойства цементных бетонов. М., Стройиздат, 1976.

## Информация

Канд. техн. наук И. И. Цыганков (НИИЖБ)

УДК 666.982(063)

### Семинары по повышению эффективности заводского производства сборного железобетона

Вопросам повышения эффективности производства сборного железобетона были посвящены два очередных семинара «Пути снижения материальных и трудовых затрат в промышленности

сборного железобетона» и «Новое в технологии формирования бетонных и железобетонных изделий» состоявшиеся в Московском Доме научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского соответственно в декабре 1976 г. и фев-

рале 1977 г. В их работе принимали участие свыше 1200 специалистов.

С обобщающими докладами на первом семинаре выступил заместитель председателя Госстроя СССР тов. Ишен-

ко И. Н., на втором — директор НИИЖБ д-р техн. наук К. В. Михайлов. Несмотря на внешние различия, вытекающие из названий семинаров, их направленность и задачи имели единую цель — совершенствование существующих технологий и поиск новых способов производства.

Большая работа по совершенствованию заводского производства проведена на предприятиях железобетонных изделий Главмоспромстройматериалов, где в течение девятой пятилетки создано и введено в эксплуатацию около 60 механизированных технологических линий, модернизировано 35 видов основного технологического оборудования, введено 15 видов автоматических и полуавтоматических установок. В результате производительность труда за период 1970—1975 гг. возросла на 35,5%, что обеспечило весь прирост продукции в течение пятилетки при неизменной численности заводского персонала. Но подобных мероприятий, как бы плодотворны они не были, недостаточно, чтобы осуществить поставленные партией задачи повышения эффективности.

Можно предполагать, что производительность труда, в том числе и на заводах ЖБИ, должна быть к 1990 г. резко повышена. Чтобы решить эту задачу, необходимо внести коренные изменения в заводское производство, создавать и внедрять принципиально новые технологии. Решать эту задачу чрезвычайно сложно, хотя над ней работают много организаций. Сложность заключается в том, что, создавая технологические (в основном формовочные) линии будущего, необходимо освободиться от традиционных представлений, в то же время не слишком увлекаться гипотезами, пока не подтвержденными технически.

В 1975—1976 гг. были проведены два конкурса на разработку проектов заводов будущего: для изготовления комплектов КПД и изделий для промышленного строительства. Итоги конкурсов и результаты работы проектных организаций по реконструкции действующих производств показали, что имеется немало интересных предложений, но работа по созданию технологий для завода будущего еще только началась.

В рекомендациях, принятых на февральском семинаре, подчеркнута, что основным направлением совершенствования технологии сборного железобетона является конвейеризация, позволяющая в максимальной степени механизировать и автоматизировать все операции и процессы, повысить производительность технологических линий и качество продукции, снизить затраты труда. Простые, но усовершенствованные поточно-агрегатные

линии будут применяться при малой потребности в продукции. Конвейерные линии дороги, занимают много места, поэтому необходимо максимально ускорить оборачиваемость их оборудования и повысить производительность, т. е. снизить цикл формования.

Бетонирование с поверхностным уплотнением с помощью неподвижной вибронасадки-профилера, безвибрационное роликовое уплотнение песчано-бетонных смесей, виброударные способы, формование в вертикальных спаренных формах (способ подвижных щитов), вибровакуумирование, сочетание предварительной вакуумной обработки смеси с последующим ее напнетанием в форму с подпрессовкой, низкочастотные резонансные виброплощадки — все эти способы позволят отказаться от традиционного уплотнения смеси. Такие из них, как вибропротяжка и роликовое уплотнение, могут позволить ускорить ритм работы линии в 1,5—2 раза и приблизиться к созданию конвейеров непрерывного действия.

Ускорить формование можно и при использовании метода подвижных щитов. По расчетам КТБ ГМПСМ, применение низкочастотных резонансных виброплощадок позволяет ускорить уплотнение и снизить расход цемента путем повышения жесткости смеси. Предложенные способы позволяют получить калиброванные изделия с законченной поверхностью в процессе бетонирования, без дополнительных затрат на отделку. В первую очередь это относится к роликовому уплотнению, внедренному на линии изготовления тротуарных плит (завод ЖБИ № 17 ГМПСМ). Выполненные НИИЖБ расчеты показывают экономичность этого способа и при изготовлении крупноразмерных плит. Недостатком роликового уплотнения является повышенный расход цемента на песчаных смесях.

Оригинально проходящее проверку предложение Гипростроммаша — перенос метода экструзионного формования пустотных панелей со стенда на конвейер, позволяющее уменьшить число рабочих на бетонировании и отделке и ускорить ритм работы линии в 1,5—2 раза.

Осуществление этих мероприятий неразрывно связано с необходимостью ускорения тепловой обработки (иначе она станет узким местом или агрегаты тепловой обработки займут неоправданно большую площадь). Уже сейчас имеется возможность ускорить тепловую обработку примерно в 1,5 раза против современной нормативной величины (12—13 ч). Широко применяются двухстадийная тепловая обработка и предварительный разогрев бетонной смеси.

Использование горячих смесей поставило вопрос о размещении бетоносмесительных установок. Имеются предложения

устанавливать локальные смесители в различных компоновках для предохранения смесей от остывания. Другая точка зрения — сохранить централизованные узлы.

Гипростроммаш предложил для повышения производительности обычного конвейера сдвигать посты бетонирования и отделки (вторые ставятся параллельно). При этом отсутствует экономия в трудозатратах, но снижается металлоемкость оборудования. Такие конвейеры могут найти применение при малой потребности в продукции — при общих постах подготовки, на сдвоенных постах бетонирования можно изготавливать при различных циклах разные виды изделий.

Высокий уровень механизации достигнут на двух конвейерных линиях для изготовления бордюрных камней (на заводе ЖБИ № 17, Москва). На этих конвейерах мощностью по 32,5 тыс. м<sup>3</sup> в год принято вибропрессование песчаного бетона с немедленной распалубкой и двухстадийным пропариванием. Управление линией — дистанционное, ее обслуживают 3 рабочих в смену.

В Гипрогражданпромстрое (Киев) предложен двухветвевой конвейер, передаточная часть которого выходит в арматурный цех, расположенный в поперечном торцевом пролете. Такая компоновка упрощает подачу арматурных каркасов, укладываемых в форму на участке поворота конвейера.

Преобладающим способом тепловой обработки остается пропаривание, имеются предложения о переходе на электрообработку. Проводятся работы по экономии энергии: сокращается время подачи пара в форму или кассету. На Ростовкинском ДСК идет подготовка к опытному применению двухстадийной схемы пароразогрева бетонных смесей. Однако средний по стране расход пара на пропаривание составляет 720 кг/м<sup>3</sup> бетона. На декабрьском семинаре были высказаны соображения по улучшению теплоизоляции камер пропаривания.

Основным видом агрегата для тепловой обработки пока принята многоцелевая камера (подземная или наземная), на ее перекрытии обычно размещаются другие производства и службы. Может быть снова использован двухъярусный стан (конвейер с размещенной под ним одноцелевой камерой). Чтобы обеспечить требуемую пропускную способность камеры, необходимо принять меры по ускорению тепловой обработки (без повышенного расхода цемента), располагать вагонетки поперек камеры (предложение ЦНИИЭП жилища), вытягивать камеру за пределы торца цеха или делать ее в два яруса. Интересно предложение Гипро-

строммаша — два одноветвевых конвейера в пролете, с вертикальными камерами и подземным обгонным тоннелем, одним на две линии. Приняты два пакета на подъем и один на спуск, что улучшает режим обработки изделий. Оригинально предложение УкрНИИГИМа (Киев) — послойное формование плитных изделий на одном поддоне. Изделия разделяются греющими (с сетчатыми нагревателями) и негреющими прокладками из металла и пластмассы, уплотнение — поверхностное, твердение — в штабелях.

Что касается вибропрокатных станков, то они пригодны для легких бетонов (позволяют осуществлять короткие 4-часовые режимы тепловой обработки без перерасхода цемента). В дальнейшем возможно создание конвейера нового типа, в сочетании с другими способами (например, конвейером из непрерывно двигающихся состыкованных поддонов со съемной оснасткой, и с двуручной камерой под конвейером по предложению ЦНИИЭП жилища). Вибропрокатные линии непрерывного действия можно сочетать также с экструзионным способом бетонирования.

Получают распространение круговые или карусельные конвейеры, представляющие собой либо стальные платформы-диски, вращающиеся вокруг вертикальной оси, либо набор двигающихся по кольцу тележек. Но основная цель применения этих конвейеров — компактность и минимум занимаемой площади достигается при достаточно коротких режимах тепловой обработки. На таких конвейерах в Днепропетровске изготавливают блоки стен подвалов и лестничные марши и площадки, в Минске — сантехкабины и днища к ним. ЦНИИЭП жилища предложил изготавливать на карусельных конвейерах панели в вертикальном положении, сочетая способ подвижных щитов с ударной технологией уплотнения и двухстадийной тепловой обработкой.

Одним из перспективных видов сборных конструкций являются комплексные (с утеплителем) плиты покрытий размером  $1 \times 18$  и  $3 \times 24$  м. Большинство авторов предлагают разные варианты стендового их производства. Гипростроммаш рассмотрел варианты конвейерного и поточно-агрегатного изготовления. Начались работы по созданию безопалубочных стендов для выпуска мелких ребристых плит (СКТБ, Москва) и различных панелей (НИИСК, Киев).

Формы занимают особое место в экономике заводского производства: их доля в общем объеме технологического и транспортного оборудования формовочной линии в среднем составляет: по массе — 65—80%, по капиталовложениям —

60—70%. На изготовление новых форм ежегодно тратится примерно 300 тыс. т стали. Снижение затрат на формы имеет большое значение, его можно достигнуть ускорением тепловой обработки и обрабатываемости форм. Другим путем является уменьшение массы самой формы благодаря более рациональной их конструкции (по данным НИИЖБ) на 20—25%.

Рационален путь немедленной распалубки, поскольку соотношение массы бортов и поддонов достигло 1:1,5. ВНИИЖелезобетон для изготовления панелей НС предложил продольные борта двух типоразмеров включить в состав формовочной установки, а поперечные (пластмассовые) борта извлекать вручную перед тепловой обработкой. Более оригинален прием, предложенный КБ по железобетону, сочетающийся с двухстадийной тепловой обработкой. Панель, отформованная из горячей смеси, в течение 2 ч выдерживается в щелевой камере. Затем вагонетка кантуется в вертикальное, положение, поддон отделяется и возвращается на конвейер, а панель в бортовой оснастке вторично поступает на тепловую обработку. Для уменьшения размеров вагонеток предложено также малосерийные панели большой длины снимать с конвейера и изготавливать на более простых поточно-агрегатных линиях.

Весьма трудоемки операции отделки: только на работы, связанные с доработкой лицевых поверхностей панелей наружных стен, затрачивается 24—40% общих трудовых затрат на их изготовление (по данным НИИЖБ).

На Ростокинском ДСК в Москве внедрен простой и дешевый способ отделки панелей внутренних стен погружением в ванну, заполненную отделочным раствором, и втиранием этого раствора в бетон после извлечения изделия. Чтобы получить нижнюю поверхность изделий, не требующую дополнительной шпатлевки, ВНИИЖелезобетон предложил комплекс мероприятий.

На заводах ГМСПСМ основным видом отделки панелей НС является облицовка различными плитками. В дальнейшем будут применяться декоративные бетоны с поверхностями плоскими, гладкими, рельефными и бугристыми, под камень, предполагается внедрить американский способ отделки с применением замедлителя схватывания и последующим покрытием фактуры песком или водой.

Участники семинара рекомендовали продолжать работы по реконструкции существующих и созданию новых видов оборудования и технологий, позволяющих резко улучшить показатели заводского производства. Необходимо расши-

рить и форсировать работы по созданию и обработке новых эффективных вибрационных способов бетонирования и отделки, в том числе: непрерывного бетонирования с поверхностным уплотнением, вибровакуумного, виброударного, метода подвижных щитов и т. д.; всемерно развивать безвибрационные способы укладки и уплотнения, применять дистанционное управление операциями и процессами, ускорить отработку экструзионного формования панелей на конвейерных линиях, завершить в 1977 г. отработку машин и технологии роликового уплотнения при изготовлении плитных изделий из песчаного бетона и создать проект экспериментальной линии для изготовления крупнопанельных изделий. Выявить эффективность роликового уплотнения бетонов на крупном заполнителе; осуществить в 1977 г. организацию экспериментальных стендовых линий для безопалубочного формования плоских и ребристых изделий. Отделку поверхности рекомендовано выполнять в процессе бетонирования на основном конвейере, не вынося этих операций на вспомогательные линии.

Следует по возможности применять способ немедленной распалубки изделий с использованием съемной бортовой оснастки высокого качества и жесткости, а также манипулятора для внутритранспортных и монтажных работ на конвейере. Широко использовать новые компоновочные решения технологических линий, обеспечивающих наибольшую экономично производственных площадей, транспортных коммуникаций, улучшающие условия работы и охраны труда. Необходимо максимально сократить тепловую обработку изделий, пользуясь всеми технически обоснованными способами и не допуская перерасхода цемента.

При изготовлении и проектировании форм и оснастки применять облегченные гнутые профили и рациональные конструкции.

Необходимо усилить работы по созданию суперпластификаторов, способных временно увеличивать подвижность бетонных смесей при нормальных расходах цемента. В ряде случаев эффективным окажется применение цемента, набирающего за короткий срок прочность без тепловой обработки (над созданием такого цемента в настоящее время работают).

Выполнение рекомендаций семинаров поможет резко повысить общий технический уровень производства сборного железобетона.

CONTENU

INHALTSVERZEICHNIS

CONTENTS

*Shakhnazaryan S. Kh.* Experience in buildings construction by method of floors lifting in the Armenian SSR  
*Saakyan A. O., Saakyan R. O.* Design and test of buildings erected by lifting method  
*Dykhovichnyi Yu. A.* Application of floors lifting construction method in Moscow  
*Shumilin A. B.* Investigation of structures for multi—storeyed industrial buildings, erected by lifting method  
*Zhigus E. P.* Construction of hydropathic establishment by method of floors lifting  
*Ruf L. V., Vikman E. A.* Prestressing in reinforced concrete floors, erected by lifting method  
*Matkov N. G.* Work peculiarities of joints in columns with lateral cuts on eccentric compression in industrial buildings frames  
*Volzhensky A. V., Goldenberg L. B., Voevoda G. F.* Influence of non—burnt fuel on frost—resistance of sand concretes with ash admixture  
*Rozhdestvensky V. N., Smolyaninov Yu. M., Doctorov E. G., Beletsky D. A.* Constructive properties of concrete with aggregate of cast blast—furnace slag  
*Olekhovich K. A.* Application experience of low—noisy vibration platforms of great load—capacity  
*Kuzin V. N., Borovykh V. I.* Experience of flat products formation by the use of vibro—drawing device  
*Alekseev S. N., Stepanova V. F., Ozhibesov Yu. P., Kiselev D. P.* Wall panels for cattle—breeding and poultry—breeding building from ceramsite concrete  
*Mendelson D. I., Topchiev E. A., Savvina Yu. A., Ivanov F. M.* Sulphate resistance of large—porous filtration concrete on slag portland cement  
*Dobrokhotov Z. M., Chainikov N. A., Pavlov V. A., Birg F. Sh.* Epoxy compounds for joints compation in steel forms  
*Postoev A. K., Zimnitsky V. A., Bryzgalov V. A.* Application of electrohydraulic plants for structures destruction

*Chakhnasarjan S. Kh.* Expérience de la construction des bâtiments par la méthode de la montée des niveaux et des reconuvements dann la Pépublique d'Arménie  
*Saakjan A. O., Saakjan R. O.* Elaboration des projets et examen des bâtiments érigés par la méthode de la montée  
*Dykhovichny Yu. A.* Application de méthode de la montée des recouvrements et des niveaux dans la construction de Moscou  
*Choumiline A. B.* Essais des structures des bâtiments industriels à niveaux multiples érigés par la méthode de la montée  
*Gigouss E. P.* Construction d'établissements armés érigés par la méthode de la montée la montée des recouvrements  
*Rouph L. V., Vikman E. A.* La précontrainte dans les recouvrements en béton armé érigés par méthode de la montée  
*Matkov N. G.* Particularités du service de joints des colonnes avec des coupes latérales sur la compression excentrée dans les carcasses des bâtiments industriels  
*Volzhensky A. V., Goldenberg L. B., Voevoda G. Ph.* Influence du combustible non—brûlé sur la résistance au gel des bétons de sable avec l'addition des cendres  
*Rozhdestvensky V. N., Smoljaninov Y. M., Doktorov E. G., Beletsky D. A.* Propriétés constructives du béton sur l'agrégat en laitier fondu de haut fourneau  
*Olekhovitch K. A.* Expérience d'application de tables vibrantes à faible bruit avec un grand pouvoir porteur  
*Kouzine V. N., Borovykh V. I.* Expérience de formage des produits plats à l'aide du dispositif de vibro—brochage  
*Alexeev S. N., Stepanova V. Ph., Ozghibessov Y. P., Kisselev D. P.* Panneaux muraux pour les bâtiments d'élevage de bétail et d'élevage de volailles en béton de céramsite  
*Mendelson D. I., Toptchiev E. A., Savvina Yu. A., Ivanov Ph. M.* Résistance au sulfates du béton à gros pores pour filtrage sur laitier—portland ciment  
*Dobrokhotov Z. M., Tchainikov N. A., Pavlov V. A., Birg Ph. Ch.* Compounds époxydes pour le compactage des joints  
*Postoev A. K., Zimnitsky V. A., Bryzgalov V. A.* Application des installations de structures

*Schachanasarjan S. Ch.* Erfahrung im Gebäudenbau mit dem Geschoss—Deckenhubverfahren in der Armenischen Sozialistischen Sowjetrepublik  
*Ssaakjan A. O., Ssaakjan R. O.* Projektieren und Untersuchung von mit der Hubmethode errichteten Gebäuden  
*Dychowitschny I. A.* Anwendung des Decken—Geschosshubverfahrens im Bau von Moskau  
*Schumilin A. B.* Untersuchung der Konstruktionen von mehrstöckigen mit der Hubmethode errichteten Industriegebäuden  
*Shigus E. P.* Bau der Wasserkuranstalt mit der Deckenbmethode  
*Ruf Z. W., Wikman E. A.* Vorspannung in mit der Hubmethode errichteten Stahlbetondeckenkonstruktionen  
*Matkow N. G.* Verhaltensbesonderheiten von Stößen in Säulen mit Seitenbeschneiden auf ausermittigem Druck in Industriegebäudenskeletten  
*Wolshenskij A. W., Goldenberg L. B., Woewoda G. F.* Einfluss des ungebrannten Brennstoffes auf Frostbeständigkeit von Sandbetonen mit Aschenzusatzstoff  
*Roshdestwenskij W. N., Smoljaninow J. M., Doktorow E. G., Belezkiy D. A.* Konstruktive Betoneigenschaften mit Zuschlagstoff aus gegossener Hochofenschlacke  
*Olechnowitsch K. A.* Anwendungserfahrung der Rüttelplatte von geringer Lärmstärke mit Hochtragfähigkeit  
*Kusin W. N., Borowych W. I.* Formgebungserfahrung von flachen Elementen mit Hilfe der Rüttelausspannanlage  
*Alekseew S. N., Stepanowa W. F., Oshgibessow J. P., Kussel'jow D. P.* Wandplatten für Tierzuchtgebäude und Geflügel-farmen aus Keramsitbeton  
*Mendel'son D. I., Toptschiew E. A., Sawvina J. A., Iwanow F. M.* Sulfatbeständigkeit des grobporigen Filtrationsbetons mit Schlackenportlandzement  
*Dobroshotow S. M., Tschainikov N. A., Pawlow W. A., Birg F. Sch.* Epoxydcompounds für Fugenabdichtung von Stahlformen  
*Postoev A. K., Simnizkiy W. A., Brysgalov W. A.* Anwendung von hydraulischen Anlagen für Zerstörung der Konstruktionen

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

Адрес редакции:

103006,  
 Москва, К-6.  
 Калаяевская, 23а  
 Телефоны:  
 250-18-54, 250-24-35

Технический редактор  
 ИНОЗЕМЦЕВА Н. Е.

Корректор  
 ЗАЛЕВСКАЯ В. М.

Сдано в набор 14/III—1977 г.  
 Подписано к печати 12/IV—1977 г.  
 Т-04568 УИЛ 7,74 Бумага 60x90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
 Объем 6 печ. л.+<sup>1</sup>/<sub>4</sub> п. л. накидка  
 Тираж 21 825 экз. Заказ 109  
 Цена 40 коп.

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



УДК 696.033.16

Одессович К. А. Опыт применения малолушунных виброплощадок большой грузоподъемности. «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 34—35, ил. 3, табл. 1, список лит.: 2 назв.

Виброплощадки инженерно-строительным институтом разработаны, а предприятиями сборного железобетона успешно внедрены малолушунные виброплощадки с преимущественными колебаниями в горизонтальной плоскости грузоподъемностью 20—50 т, которые монтируются из унифицированных узлов. На шести основных типоразмерах виброплощадки могут быть отформованы изделия широкой номенклатуры из умеренно жестких смесей с размерами в плане 3X6; 1,5X12 и 3X12 м. Приведены шумовые характеристики виброплощадки грузоподъемностью 40 т при формировании различных типов железобетонных конструкций объемом от 0,96 до 8 м<sup>3</sup>.

УДК 691.022.413:728.96

Кузнецов В. Н., Боровых В. И. Формирование плоских изделий с помощью вибропротяжного устройства. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 34—35, ил. 1

Описываются конструкция и принцип действия вибропротяжного устройства, его основные технические характеристики. Приводятся данные по номенклатуре формуемых изделий, а также констатации примененных при формировании бетонных смесей. Представлен опыт изготовления дорожных плит с помощью вибропротяжного устройства. Приведены некоторые технико-экономические данные, подтверждающие преимущество данного агрегата.

УДК 691.022.413:728.96

Стеновые панели для животноводческих и птицеводческих зданий из керамзитобетона. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 36—37, табл. 4. Авт.: С. Н. Алексеев, В. Ф. Степанова, Ю. П. Ожиганов, Д. П. Киселев.

Приведены результаты исследования некоторых свойств керамзитобетона и керамзитобетона на дробленом керамзитовом песке в эксплуатационных условиях животноводческих и птицеводческих зданий.

Изложены данные по изолирующей способности цементных растворов на карбонатном и кварцевом песках. Приведены технико-экономические показатели стеновых панелей.

Указывается, что стеновые панели из керамзитобетона можно рекомендовать для широкого применения в животноводческих и птицеводческих зданиях.

УДК 691.327:666.973.2:666.948.5

Сульфатостойкость крупнопористого фильтрационного бетона на шлакопортландцементе. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 37—39, ил. 3, табл. 2, список лит.: 4 назв. Авт.: Д. И. Менделеев, Е. А. Толчиев, Ю. А. Саввина, Ф. М. Иванов.

Исследована сульфатостойкость крупнопористого фильтрационного бетона на шлакопортландцементе в проточной агрессивной воде. Показана возможность применения такого бетона для изготовления дренажных труб, работающих в минерализованных водах, с содержанием сульфатов до 5000 мг/л при временной жесткости воды более 4°Н.

УДК 693.542(083.74)

Новый стандарт на бетонные смеси. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 39—40. Авт.: Н. В. Мякошин, К. М. Корольев, В. Г. Довжик, Л. А. Широкова.

Расширена область применения стандарта, действие которого распространяется как на товарные бетонные смеси на плотных и пористых заполнителях, так и на смеси, используемые непосредственно на заводах ЖБИ. Стандарт регламентирует взаимоотношения завода-изготовителя и заказчика бетонной смеси. Общий экономический эффект от внедрения стандарта около 3 млн. р. в год.

УДК 691—4:693.66

Эпоксидные компаунды для уплотнения швов стальных форм. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 40—41. Авт.: З. М. Добродотов, Н. А. Чайников, В. А. Павлов, Ф. Ш. Бирг.

Разработаны составы эпоксидных компаундов и проведены их лабораторные и производственные испытания на Чебоксарском заводе ЖБК-9. Результаты производственных испытаний позволили рекомендовать разработанную технологию заливки стыковых швов на рабочей поверхности формы в производство.

УДК 693.059.22

Постоев А. К., Зимницкий В. А., Брызгалов В. А. Применение электрогидравлических установок для разрушения конструкций. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 41—42

Показаны результаты применения установок для разрушения бетонных и железобетонных фундаментов в условиях действующих цехов без остановки производства. Облегчается труд рабочих и сокращается срок выполнения реконструкции предприятия. За счет досрочного ввода в эксплуатацию нового оборудования достигается значительный экономический эффект.

УДК 693.546.1/3

Королев К. М. Транспортирование и подача бетонной смеси в монолитном строительстве. — «Бетон и железобетон», 1977, № 5, с. 42—45, ил. 3, список лит.: 6 назв.

Изложен зарубежный и отечественный опыт транспортирования и подачи бетонной смеси в монолитном строительстве.

Показаны технико-экономические преимущества транспортирования в автобетоносмесителях и автобетоновозах и подачи по трубам бетонной смеси.

Для обеспечения нужд строительства необходимо увеличение выпуска современных средств транспортирования и подачи бетонной смеси.

нников и Комбинат для изготовления.

В. К. Шарпо-строитель-металлических бетонных из-

двей, Г. А. ривичкий есоюзный до-ельский ин-т. фальто-бетон-

Б. В. Пу-и Е. Е. Ша-крытие.

А. В. ьвов и др. ладчик.

з, Н. М. Гло-и др. СКБ гонная мосто-

н. Стык сбор-й. анов. Воро-гельный ин-т. строительных

нов. Способ ния арматуры. и Е. А. Ры-тавная опа-

цев и А. В. для бетониро-ов.

овнятных, ренштейн Способ изго-еллий.

В. Г. Ефре-и Э. Я. Дон-ное проектное

ект». Центри-гел вращения.

, В. А. Рей-др. Государ-ательский ин-

автоклавно-вной обработо-ов.

силевский, осоев и др. Устройство

рева бетонной

цин, Г. Н. аи В. В. Ле-Способ возве-

ни и И. С. и. Вертикаль-овых панелей.

, А. Л. Синя-А. Е. Жуто-вотководческо-

ьский, Ю. Ф. ов и Н. М. изготовления

бетонной смеси. ик, Е. В. Ен-остиков и

яв. юв.

№ 544555. Г. Е. Поляков, В. Г. Кусмарцев, А. П. Петров и Н. М. Никифоров. Трест «Центроэлектромонтаж». Устройство для образования гнезд в стеновых панелях, изготавливаемых в кассетной форме.

№ 544629. Д. А. Золднер и А. П. Лусс. Специализированная проектно-конструкторская организация по наладке технологических процессов производства и оказанию помощи предприятиям «Оргтехстром». Комплексная добавка для бетонных смесей.

№ 544729. А. А. Смоляр. Гидропроект им. С. Я. Жука. Устройство для бетонирования свай.

№ 544734. Г. А. Авдеев, Б. А. Беднарский, В. И. Ежов и В. Г. Штолско КиевЗНИИЭП. Сборный железобетонный каркас здания и сооружения. № 544735. Ю. И. Ермилов, Л. Г. Курбатов, В. К. Федотов и Р. Ш. Урманов. ЛенЗНИИЭП. Строительная панель.

№ 5

№ 545470. А. А. Попов. Устройство для формирования объемных блоков.

№ 545471. А. И. Обухов, Н. И. Меркулов, А. В. Крейчман и А. П. Шестаков. ЛенЗНИИЭП. Установка для формирования объемных элементов.

№ 545472. Л. С. Волков, Э. В. Закаржевский, Б. С. Левинтов и Е. И. Некрич. ДСК № 2 Главленинградстрой. Устройство для изготовления объемных железобетонных изделий.

№ 545473. Ю. М. Манжак. Смазка для металлических форм в производстве бетонных изделий.

№ 545474. И. С. Баршак и Д. К. Баулин. ЦНИИЭП жилища. Бетоно-

укладчик.

№ 545595. В. Т. Глушко, Г. С. Пиньковский, А. М. Бардус и др. Ин-т геотехнической механики АН УССР. Форма для изготовления железобетонных изделий центробежным формованием.

№ 545605. Л. Г. Филатов, О. П. Мчедлов-Петросян и С. Н. Кузнецов. Харьковский Промстройини-проект. Комплексная добавка для бетонной смеси.

№ 545606. А. В. Волженский, Е. А. Гребеник и С. Н. Михайлова. МИСИ им. В. В. Куйбышева. Бетонная смесь.

№ 545607. В. А. Улазовский, В. А. Евстратов и М. К. Беляев. Бетонная смесь.

№ 545608. Г. Т. Пужанов, Н. В. Цой и А. П. Нелина. Алма-Атинский научно-исследовательский и проектный ин-т строительных материалов. Сырьевая смесь для изготовления легкбетонных изделий.

№ 545610. И. Г. Аносов, Ю. В. Афанасьев и В. И. Панин. Государственный ин-т научно-исследовательских и проектных работ огнеупорной промышленности. Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетона.

№ 545614. Г. В. Казанцева, Л. Ф. Буковский, В. Л. Буковский и др. Стройтрест № 19 Главленинградстрой. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545615. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545616. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545617. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545618. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545619. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545620. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545621. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

## Патенты и изобретения

### № 1\*

№ 541670. А. А. Свободас, И. Д. Берфельд, С. Г. Донец, И. З. Дуванский и Б. В. Аверин «Специальное конструкторско-технологическое бюро автоматизации и нестандартного оборудования. Машина для заделки отверстий в торце многопустотной железобетонной панели.

№ 541671. А. В. Копачский и И. А. Лобанов. ЛенЗНИИЭП. Композиция для покрытия арматуры железобетонных изделий.

№ 541672. В. Н. Бабышев и М. Н. Ежихин. Люберецкий комбинат стройматериалов и конструкций. Установка для нанесения защитного слоя на тела вращения.

№ 541673. А. В. Матвеев, Е. И. Лутошкин, А. С. Потонейко и др. Ин-т строительства и архитектуры. Устройство для изготовления арматурных каркасов.

№ 541817. Г. М. Захарикова, Г. Н. Нудель и Е. С. Силаенков. Уралпромстройинипроект. Ячеистобетонная смесь.

№ 541819. В. И. Соломатов, Ю. Б. Потапов, Г. А. Лаптев и А. И. Белозеров. Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева. Металлобетонная смесь.

№ 541820. Ю. П. Горлов и В. Н. Соколов. МИСИ им. В. В. Куйбышева. Способ изготовления бетонных изделий.

№ 541824. Ю. Г. Дудеров, Т. А. Давилова, А. А. Гаспарян и В. А. Копейкин. ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. Легкобетонная смесь.

№ 541914. Э. П. А. Калантаров, Р. А. Пирвердиев и Г. В. Решиков. Азербайджанский научно-исследовательский ин-т гидротехники и мелиорации. Устройство для укладки бетонной смеси.

№ 541915. И. Д. Шапошников, Б. Т. Баканов, А. Ф. Девятов и др. Фрунзенский политехнический ин-т. Устройство для разравнивания бетонной смеси.

№ 541916. А. В. Соловьев, В. М. Эпштейн, Ю. М. Митрофанов и Г. И. Былло. СКБ Главмостострой. Сборный железобетонный мост.

№ 541952. С. С. Давыдов, А. Ф. Богданович и А. С. Жаров. МИИТ. Строительный элемент.

№ 541955. Ю. М. Адлин, Л. М. Ващенко, В. З. Плисс и др. Гидропроект им. С. Я. Жука. Подвижная секционная опалубка для возведения монолитной отделки преимущественно туннелей.

№ 541956. А. Л. Лаповок, В. П. Виноградов и В. И. Веремеев. Ленинградский филиал «Оргэнергострой». Установка для навивки спиральной арматуры на железобетонное изделие.

№ 542015. М. И. Гальперин. Производственное объединение турбостроения «Ленинградский металлический завод». Способ монтажа металлических облицовок конусов бетонных спиральных камер гидромашин.

### № 2

№ 542643. М. Н. Собенников и А. М. Поплавский. Комбинат «Братскжелезобетон». Форма для изготовления строительных панелей.

№ 542645. Э. А. Кривой и В. К. Шардаков. Одесский инженерно-строительный ин-т. Смазка для металлических форм при изготовлении бетонных изделий.

№ 542779. Л. Б. Гезенцвей, Г. А. Московцев, Б. Х. Кривицкий и др. Государственный Всесоюзный дорожный научно-исследовательский ин-т. Способ восстановления асфальто-бетонного покрытия.

№ 542780. А. П. Бурдин, Б. В. Пугачев, Н. А. Селезнев и Е. Е. Шарашкин. Аэродромное покрытие.

№ 542782. В. П. Колпаков, А. В. Бесчастный, М. М. Львов и др. СКБ «Мосстрой». Бетоноукладчик.

№ 542784. Л. С. Бликов, Н. М. Глотов, Г. Н. Гугуцидзе и др. СКБ Главмостострой. Железобетонная мостовая опора.

№ 542803. Н. Н. Шкурин. Стык сборных железобетонных панелей.

№ 542807. П. А. Андрианов. Воронежский инженерно-строительный ин-т. Стержень арматуры для строительных конструкций.

№ 542808. В. М. Лапшинов. Способ предварительного напряжения арматуры.

№ 542809. А. А. Шустов и Е. А. Рыбалкин. Объемно-переставная опалубка.

№ 542810. А. К. Кунгурцев и А. В. Лобанов. Устройство для бетонирования цилиндрических сводов.

### № 3

№ 543516. В. А. Заровнятных, А. Н. Чернов, И. В. Горенштейн и др. Уралинистройпроект. Способ изготовления строительных изделий.

№ 543522. Г. М. Седов, В. Г. Ефремов, И. Е. Ходырев и Э. Я. Дон. Всесоюзное производственное проектное объединение «Союзводпроект». Центрифуга для формирования тел вращения.

№ 543645. А. Х. Эйре, В. А. Рейман, К. К. Касема и др. Государственный научно-исследовательский институт силикатного бетона автоклавного твердения. Способ автоклавной обработки изделий из тяжелых бетонов.

№ 543646. Г. М. Васильевский, Г. А. Качай, Г. М. Сысоев и др. ПКБ Минсельстроя БССР. Устройство для укладки и пароразогрева бетонной смеси.

№ 543717. Л. З. Аншин, Г. Н. Львов, Л. И. Бычкова и В. В. Леманский. МНИИЭП. Способ возведения сооружений.

№ 543718. Ф. С. Белавин и И. С. Петров. НИИМосстрой. Вертикальный стык наружных стеновых панелей.

№ 543723. О. И. Юрков, А. Л. Сняжков, В. И. Гирдюк и А. Е. Жутова. ИСиА БССР. Пол животноводческого сооружения.

### № 4

№ 544553. Ю. В. Сокольский, Ю. Ф. Долин, Н. Ф. Ефремов и Н. М. Ботунов. Форма для изготовления строительных изделий из бетонной смеси.

№ 544554. В. А. Ластик, Е. В. Ендржеевский, В. С. Костилов и др. НИИСК. Установка для изготовления объемных лестничных блоков.

№ 544555. Г. Е. Поляков, В. Г. Кусмарцев, А. П. Петров и Н. М. Никифоров. Трест «Центроэлектромонтаж». Устройство для образования гнезд в стеновых панелях, изготавливаемых в кассетной форме.

№ 544629. Д. А. Золднере и А. П. Лусс. Специализированная проектно-конструкторская организация по наладке технологических процессов производства и оказанию помощи предприятиям «Оргтехстром». Комплексная добавка для бетонных смесей.

№ 544729. А. А. Смоляра. Гидропроект им. С. Я. Жука. Устройство для бетонирования скважин.

№ 544734. Г. А. Авдеев, Б. А. Беднарский, В. И. Ежов и В. Г. Штолько. КиевЗНИИЭП. Сборный железобетонный каркас здания и сооружения.

№ 544735. Ю. И. Ермилов, Л. Г. Курбатов, В. К. Федотов и Р. Ш. Урманов. ЛенЗНИИЭП. Строительная панель.

### № 5

№ 545470. А. А. Попов. Устройство для формования объемных блоков.

№ 545471. А. И. Обухов, Н. И. Меркулов, А. В. Крейчман и А. П. Шестаков. ЛенЗНИИЭП. Установка для формования объемных элементов.

№ 545472. Л. С. Волков, Э. В. Заркачевский, Б. С. Левинтов и Е. И. Некрич. ДСК № 2 Главленинградстроя. Устройство для изготовления объемных железобетонных изделий.

№ 545473. Ю. М. Манжак. Смазка для металлических форм в производстве бетонных изделий.

№ 545474. И. С. Баршак и Д. К. Баулин. ЦНИИЭП жилища. Бетоноукладчик.

№ 545595. В. Т. Глушко, Г. С. Пиньковский, А. М. Бардус и др. Ин-т геотехнической механики АН УССР. Форма для изготовления железобетонных изделий центробежным формованием.

№ 545605. Л. Г. Филатов, О. П. Мчедлов-Петросян и С. Н. Кузнецов. Харьковский Промстройинипроект. Комплексная добавка для бетонной смеси.

№ 545606. А. В. Волженский, Е. А. Гребеник и С. Н. Михайлова. МИСИ им. В. В. Куйбышева. Бетонная смесь.

№ 545607. В. А. Улазовский, В. А. Евстратов и М. К. Беляев. Бетонная смесь.

№ 545608. Г. Т. Пужанов, Н. В. Цой и А. П. Нелина. Алма-Атинский научно-исследовательский и проектный ин-т строительных материалов. Сырьевая смесь для изготовления легкобетонных изделий.

№ 545610. И. Г. Аносов, Ю. В. Афанасьев и В. И. Панин. Государственный ин-т научно-исследовательских и проектных работ огнеупорной промышленности. Сырьевая смесь для изготовления огнеупорного бетона.

№ 545614. Г. В. Казанцева, Л. Ф. Буковский, В. Л. Буковский и др. Стройтрест № 19 Главленинградстроя. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

№ 545615. К. Д. Некрасов, А. П. Тарасова, Н. П. Жданова и Л. А. Ракин. НИИЖБ. Сырьевая смесь для изготовления жаростойкого бетона.

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