

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ

с апреля 1955 г.

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

## СОДЕРЖАНИЕ

Родин Ю. М. Дальнейшее развитие объемно-блочного домостроения . . . . .	2
Объемно-блочное домостроение	
Николаев Н. А. Совершенствование конструкций зданий из несущих монолитных блоков . . . . .	4
Артемьев В. П., Конопленко А. И., Сторожук Н. А. Формование объемных элементов методом вибровакуумирования . . . . .	7
Коробков А. С., Соловьев В. Н. Конвейерная линия для изготовления объемных элементов . . . . .	8
Шевцов П. И., Резников Д. И. Объемно-блочное домостроение в Краснодаре	10
Лях А. А., Завойский А. К., Омельченко А. А. Изготовление сантехнических кабин типа «колпак» в установках ФУК . . . . .	12
Снегирев К. К. О применении объемных блоков на Кавминводах . . . . .	14
Вайсман Э. Л., Тучин А. А. Пространственная работа объемных блоков типа «колпак» . . . . .	15
Степанов Б. В., Липовой Я. Д. Оптимизация составов вакуумированного керамзитобетона для цельноформованных объемных элементов . . . . .	18
Гирштель Г. Б., Ластик В. А. О давлении бетонной смеси на борта формовочных установок для изготовления объемных элементов . . . . .	19
Николаев Н. А., Альтшулер Е. М. Железобетонные объемные блоки в зарубежном домостроении . . . . .	22
В Госстрое СССР	
О дальнейшем развитии и совершенствовании стандартизации в строительстве	24
Трибуна соревнующихся	
О выполнении плана I полугодия 1974 г. предприятиями Главмоспромстройматериалов . . . . .	26
Об итогах Всесоюзного общественного смотра использования резервов производства и режима экономии за I полугодие 1974 г. . . . .	26
Конструкции	
Львович К. И., Шахнович Р. В., Михайлов Н. В. Сваи из песчаного бетона . . . . .	27
Васильев А. П., Беликов В. А., Русанова Л. П. Конструкции из бетона марок 600–800 . . . . .	29
В помощь проектировщику	
Дроздов П. Ф. Совместная работа ядер и диафрагм в несущей системе многоэтажного здания . . . . .	32
Заводское производство	
Кузнецов Ю. Б., Макаричев В. В. Анализ производства изделий из автоклавных ячеистых бетонов . . . . .	35
Долговечность	
Барташевич А. А., Френкель Л. Я., Бабицкий В. В. Новый неразрушающий метод контроля степени коррозии стальной арматуры . . . . .	36
Емельянов А. А. Повреждения конструкций из крупнозернистого бетона с включением филлитного щебня . . . . .	38
Зарубежный опыт	
Каралов Р. И. Стекловолокно в качестве арматуры . . . . .	41
Вопросы эстетики	
Маклакова Т. Г. Железобетон в современной зарубежной архитектуре . . . . .	42
Содержание журнала «Бетон и железобетон» за 1974 г. . . . .	45

12

(237)  
ДЕКАБРЬ  
1974



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© СТРОИЗДАТ, 1974

**Повысить уровень индустриализации строительства. Увеличить степень заводской готовности строительных конструкций и деталей. Расширить практику полносборного строительства.**

Из Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг.

**Ю. М. РОДИН,**  
Заместитель Председателя Государственного комитета  
по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР,  
заслуженный строитель РСФСР

УДК 69.057.124.002

## **Дальнейшее развитие объемно-блочного домостроения**

Строительство жилых и общественных зданий из объемных железобетонных блоков, впервые примененное в нашей стране в начале 50-х годов и прошедшее большую экспериментальную проверку, является существенным этапом дальнейшего совершенствования индустриального строительства.

Основным направлением развития этого прогрессивного метода полносборного домостроения в настоящее время является совершенствование проектных решений, технологии изготовления объемных блоков с повышением степени их заводской готовности, а также улучшение методов транспортирования и монтажа сборных элементов на строительных площадках.

Все это должно обеспечить повышение качества работ, сокращение сроков и стоимости строительства и дальнейший значительный рост производительности труда. При этом методе строительства основная часть трудозатрат переносится в условия заводских цехов с конвейеризацией и автоматизацией производственных процессов, что обеспечивает резкий рост производительности труда без его интенсификации и физического перенапряжения рабочих, а также улучшение условий работы производственного персонала.

Классифицируя объемно-блочное домостроение по принципу конструктивной компоновки зданий, можно выделить три основные системы: блочную, блочно-панельную и каркасно-блочную.

Дома каркасно-блочной системы, которая предусматривает применение самонесущих объемных блоков, опирающихся на сборный железобетонный каркас, были построены в Минске в 1960—1962 гг. После возведения двух 5-этажных домов эта система распространения не получила ввиду отсутствия легких эффективных материалов для изготовления ограждающих конструкций блоков. Однако при развитии производства эффективных материалов, очевидно, возникнут варианты ее модернизации, например сочетание этой системы с методом подъема этажей. Такая работа в перспективе может оказаться весьма эффективной, так как позволит зна-

чительно снизить массу, а следовательно, и материалоемкость зданий, и в первую очередь расход остродефицитной стали.

Блочно-панельная система основана на сочетании несущих объемных блоков, устанавливаемых на определенном (модулированном) расстоянии друг от друга и опирающихся на них и на панели несущих стен плоских элементов перекрытий. По такой системе построено пока около 20 домов высотой до 5 этажей в Москве, Киеве и Краматорске. Она является логическим развитием предложений, относящихся к первому этапу применения в строительстве несущих объемных блоков в сочетании с плоскостными элементами перекрытий и ограждающих конструкций.

Блочно-панельная система хотя и предопределяет меньшую степень заводской готовности сборных конструкций зданий, имеет по сравнению с блочной системой и значительные преимущества, заключающиеся в возможности создания помещений большой площади (до 80—100 м<sup>2</sup>). Такая система, обеспечивая более гибкую планировку, позволяет осуществлять блочное строительство не только жилых, но и некоторых общественных зданий. К тому же при моральном старении зданий она обеспечивает возможность перепланировки квартир без замены несущих конструкций. Эти соображения позволили Госгражданстрою поддержать предложение ЦНИИЭП жилища и Минтяжстроя СССР о проектировании серии блочно-панельных типовых домов и завода в Хабаровске.

В большей степени отработана и экспериментально проверена блочная система. Первые жилые дома из сборных железобетонных блоков размером на комнату были построены в Москве, Ленинграде и Перми. После постройки 16 домов эксперименты со сборными блоками в 1964 г. прекратились, так как выявились значительные трудности обеспечения точности сборки и монтажа, большая трудоемкость сборки, сварочных и отделочных работ при компоновке пространственных блоков из отдельных плоских элементов. Не оправдало себя использо-

вание блоков размером на ширину корпуса или тем более на квартиру, так как потребовало применения тяжелых порталных кранов, специальных средств для перевозки негабаритных грузов шириной 5—6 м. При применении блоков на ширину корпуса не удалось обеспечить совпадения плоскостей фасадов, отметок перекрытий, проемов внутренних дверей и других элементов.

Наиболее отработана и получила широкое распространение в массовом экспериментальном строительстве система из монолитных железобетонных блоков размером на комнату. Эта система включает в себя различные методы формования блоков.

При сосредоточении основных трудозатрат на заводах объемно-блочное домостроение позволяет создать предпосылки для механизации и автоматизации технологических процессов, т. е. то, что характерно для передовых промышленных предприятий. Этот вид домостроения полностью соответствует задачам, поставленным в Директивах XXIV съезда КПСС по внедрению научно-технического прогресса в области строительства и направленным на дальнейшее повышение эффективности капитальных вложений.

Главные задачи развития объемно-блочного домостроения могут быть сформулированы следующим образом.

В области архитектуры объемно-блочных зданий необходимо:

продолжить отработку планировочной объемно-пространственной композиции зданий, приемов и способов фактурной отделки и цветовых решений, обеспечивающих создание комфортных квартир и разнообразных пластических, художественно выразительных решений отдельных домов и районов жилой застройки, с полным использованием специфических особенностей и возможностей блоков как первичных структурных ячеек;

улучшить номенклатуру и систему применяемых типоразмеров блоков за счет ограничения количества их типоразмеров и путем создания блоков с гибким (непрямоугольным) планом, с открытыми частично или полностью боковыми стенами и т. п.

# Объемно-блочное домостроение

Канд. техн. наук Н. А. НИКОЛАЕВ,  
рук. отдела объемно-блочного домостроения ЦНИИЭП жилища

УДК 69.057.124.002.237

## Совершенствование конструкций зданий из несущих монолитных блоков

Коренные отличия объемно-блочного домостроения от крупнопанельного и других методов строительства заключаются в возможности резкого укрупнения монтажного элемента здания и обеспечения наибольшей степени его заводской готовности. Причем такой монтажный элемент представляет собой замкнутую пространственную железобетонную конструкцию, обладающую необходимой прочностью, жесткостью, самоустойчивостью как независимо от аналогичных конструкций, так и в совместном их сочетании в зданиях и сооружениях. Все это требует иного подхода к конструированию зданий в целом и их элементов с учетом всех стадий строительного конвейера—заводского изготовления, транспортирования, монтажа, а также условий эксплуатации.

Отличительными особенностями конструкции объемного блока являются малая толщина сечений крупногабаритных его элементов (внутренних стен и потолков), а также слоистость ограждений в зданиях, образуемая двумя гранями блоков и воздушной прослойкой между ними. При этом отношение высоты к толщине внутренних стен объемных блоков в ряде случаев составляет  $H/d = 250/4 = 62$ , в то время как наименьшая величина этого соотношения для внутренних стен крупнопанельных зданий в проектах новых серий составляет  $250/12 = 20$ .

На рис. 1 представлены конструкции объемных блоков для различных технических направлений. По конструктивно-технологическому признаку их можно свести к двум типам: «колпак» с опиранием по углам и по контуру и «лежащий стакан». Конструкции типа «колпак» различаются также способом присоединения к панели перекрытия: путем опирания на нее или подвешивания ее к стенам внутри блока.

Проблема преодоления отрицательных последствий повышенной гибкости граней блоков решается по-разному. Например, в блоках типа «лежащий стакан» для внутренних несущих стен (рис. 1, а) с наружной стороны предусмотрены контурные ребра, располагаемые примерно через 1 м, призванные воспринимать вертикальные усилия без потери устойчивости стенами. В блоках типа «колпак» для этой же цели, а также для повышения прочности при опирании по углам, вводятся наружные вертикальные уширения — пильстры или внутренние выты (рис. 1, б). При опирании по контуру (рис. 1, в) толщина стен блоков существенно увеличивается (с 4 до 6 см) и их гибкость уменьшается. Здесь также используется благоприятное влияние за-

щемления несущих стен блоками смежных этажей.

Жесткость панелей пола во всех случаях обеспечивается устройством контурных и промежуточных ребер в одном или двух направлениях, а также введением напряженного армирования при рабочих пролетах более 3 м.

Жесткость потолочных граней в блоках типа «лежащий стакан» (рис. 1, г) обеспечивается наличием ребер, направленных вверх (в одной плоскости с вертикальными ребрами); в блоках типа «колпак» (рис. 1, б, в, д) — вспаруваемостью потолка.

Проблема использования положительных свойств слоистой конструкции и уменьшения ее отрицательных влияний также решается по-разному.

Во всех описываемых конструктив-

ных решениях эффект воздушной прослойки в межквартирных ограждениях используется для обеспечения необходимого уровня звукоизоляции при массе значительно меньшей, чем в однородных конструкциях. Однако в ряде случаев при этом приходится мириться с потерей площади за счет увеличения толщины ограждений: например, в зданиях из блоков типа «лежащий стакан» толщина стен составляет 24 см и более вместо 12 и 16 см в крупнопанельных домах и 20 см в объемно-блочных зданиях других типов.

Основные технико-экономические характеристики проектных решений применительно к 5-этажным домам, осуществляемых на головных заводах объемно-блочного домостроения, приведены в таблице. Из таблицы следует, что для

Головной завод, организация-автор, серия	Типоразмеры в осях здания, см	Используемые материалы в монолитной части блока	Расход основных материалов				Масса всего, кг/м <sup>2</sup>	
			бетона, м <sup>3</sup> /блока	цемент		стали, кг/м <sup>2</sup> блока		
				бетонной смеси	блока			
Кременчугский завод, Киев-ЗНИИЭП, БК-4	282   342   ×   506   536   342   640	Бетон М200, $\gamma = 2500$	0,264	385	93	14,09 24,86	572 9,38	
Минский завод, Белгоспроект, З-ОПБ-5	350   350   ×   440   560	Аглопоритобетон М200, $\gamma = 1900$	0,241	480	115	13,57 24,08	494 9,28	
Вологодский завод, ЦНИИЭП жилища, Э-124	300   360   ×   420   540   660	Керамзитобетон М150, $\gamma = 1700$	0,340	320	109	10,04 21,38	599 11,6	
Краснодарский завод, ЦНИИЭП жилища, БКР-2	270   300   330   ×   480   540   600   480   600	Керамзитобетон М150, $\gamma = 1600$	0,268	560	150	12,32 23,32	382 8,23	
Приднепровский завод, Энергожил-индустрпроект	330   330   ×   510   600	Бетон М200, $\gamma = 2500$	0,245	450	110	15,83 26,30	578 11,4	
Заводы КПД, ЦНИИЭП жилища, III-90-11	360   360   ×   570	ВС-бетон М150, $\gamma = 2500$	0,380	320	122	8,72 20,83	785 16,11	

Примечания: 1. Расход материалов и общая масса подсчитаны для рядового блок-комнаты площадью 18—20 м<sup>2</sup>, с одним оконным и одним дверным проемами, с приведением к площади наибольшего блока-эталона (БКР-2).

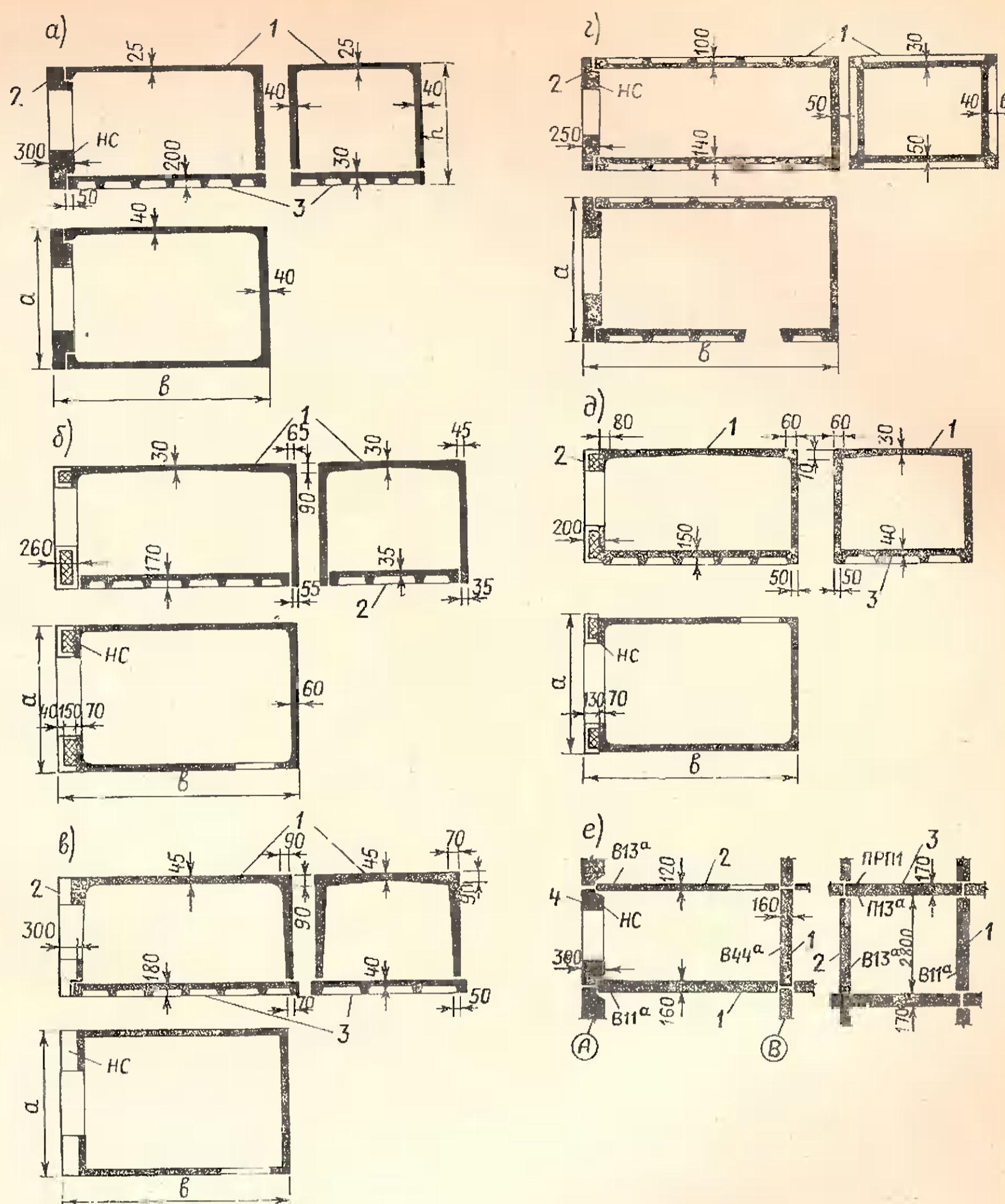
2. Данные по Хабаровскому заводу в таблице не приведены из-за несопоставимости системы зданий (блочно-панельная). Применительно к блокам Хабаровского завода можно пользоваться данными Вологодского завода.

3. Проектные расходы бетона и стали приняты по рабочим чертежам; расход цемента подсчитан приближенно.

4. В последней строке таблицы сопоставлены показатели на одну ячейку типового проекта крупнопанельного дома серии III-90.

Рис. 1. Схемы конструкций объемных блоков по основным техническим направлениям

а — конструкция блока типа «колпак», выпускавшегося Кременчугским ДСК ЭОБД: 1 — монолитная часть блока; 2 — панель наружной (торцевой) стены, изготавливаемая отдельно и замоноличиваемая в процессе изготавления колпака; 3 — панель перекрытия, на которую устанавливается «колпак» на посту комплектации; б — конструкция блока типа «колпак», выпускавшегося Минским ДСК-3: 1 — монолитная часть блока, включающая верхнюю стену, изготавливаемую в процессе формования блока; 2 — панель перекрытия, на которую «надевается» колпак на посту комплектации; в — конструкция блока типа «колпак», предназначенного к выпуску Балашихинским и Хабаровским (с небольшими изменениями) заводами: 1 — монолитная часть блока; 2 — декоративно-защитная панель наружной (торцевой) стены, приставляемая к «колпаку» на посту комплектации; г — панель перекрытия, на которую устанавливается колпак; д — конструкция блока типа «лежачий стакан», выпускавшегося Краснодарским заводом: 1 — монолитная часть блока; 2 — панель наружной стены, приставляемая к открытой части блока на посту комплектации; е — конструкция блока типа «колпак», выпускавшегося Приднепровским ЦОДом: 1 — монолитная часть блока; 2 — декоративно-защитная слоистая панель наружной (торцевой) стены, приставляемая к «колпаку» на посту комплектации; 3 — панель перекрытия, на которую «надевается» блок (аналогично решению для Минского завода); е — конструктивная схема ячееки крупнопанельного дома серии III-90: 1 — панели внутренних межквартирных стен; 2 — панель внутриквартирной стены; 3 — панели перекрытий; 4 — панель наружной стены



домов из объемных блоков уменьшается расход бетона, соответственно меньше масса конструкций по сравнению с панельными, уменьшается расход цемента и увеличивается (на 15—25%) расход стали.

Опыт производства блоков и строительства из них зданий свидетельствует о том, что освоение объемно-блочного строительства позволит кардинально решить важнейшую проблему резкого повышения производительности труда и сокращения сроков возведения зданий.

Вместе с тем на пути совершенствования и дальнейшего развития конструкций объемно-блочных зданий стоят многочисленные, часто противоречивые требования экономики, производства и эксплуатации. Эти трудности, однако, необходимо преодолеть для успешного завершения экспериментата на головных заводах и ускорения разработки и строительства типовых заводов объемно-блочного домостроения.

Наиболее важным требованием конструирования блоков и зданий из них является надежность обеспечения прочностных и эксплуатационных качеств. Если в крупнопанельном здании вследствие многократной статической неопределенности системы выход из строя одного элемента приведет лишь к перераспределению усилий на другие, менее нагруженные, в объемно-блочном здании нарушение несущих функций любого блока нижнего этажа может привести к обрушению верхней части столба блоков и, таким образом, к нарушению общей целостности.

Необходимые величины прочности, жесткости и устойчивости блоков достигаются правильным выбором их расчет-

но-конструктивной схемы, назначением соответствующих величин рабочих сечений несущих элементов (опор, углов, стен и т. п.), подбором характеристик материалов (марок прочности бетона, арматуры, раствора швов, сварных и замоноличиваемых соединений) и непрерывным учетом различных случайных воздействий при эксплуатации зданий.

Как показали экспериментальные исследования, при равных прочих условиях блоки с опиранием по контуру обладают значительно большей (в 1,5—2 раза) несущей способностью по сравнению с опиранием по углам. Это обстоятельство, а также большая возможность выдвижения блоков из плоскости фасада для создания пластических решений, делают предпочтительными конструкции с опиранием по контуру. При существующей тенденции утолщения стен блоков (по условиям обеспечения звукоизоляции и технологичности) опорная зона увеличивается от углов к серединам блоков и естественно приближается к линейному опиранию.

Существует еще одна возможность совершенствования конструкций — создание таких расчетных связей между блоками, которые могли бы вместо сочетания отдельных относительно независимых столбов блоков превратить здания

в пространственную систему. Благодаря этому появится возможность выявить и использовать резервы экономии материалов, и в первую очередь стали, в домах из несущих железобетонных объемных блоков.

Второе важнейшее требование конструирования состоит в том, что объемные блоки должны быть сконструированы и выполнены так, чтобы исключить или свести к минимуму образование в них трещин. Возникновение трещин в стенах, потолках и плитах перекрытий блоков может снизить их несущую способность, сделать затруднительной заводскую отдельку, потребовать значительных дополнительных затрат на ремонт, ухудшить эксплуатационные качества объемно-блочных домов и резко снизить звукоизоляцию помещений. Необходимо отметить, что речь идет о допустимых нормами трещинах с раскрытием до 0,2—0,3 мм. Значительное количество даже таких трещин приводит к отрицательным результатам. На практике приходится встречаться с трещинами, ширина раскрытия которых более 1 мм.

Трещинообразование в железобетонном объемном блоке обусловлено трямы группами причин: технологией изготовления (зависит от состава исходных материалов, формования, тепловой об-

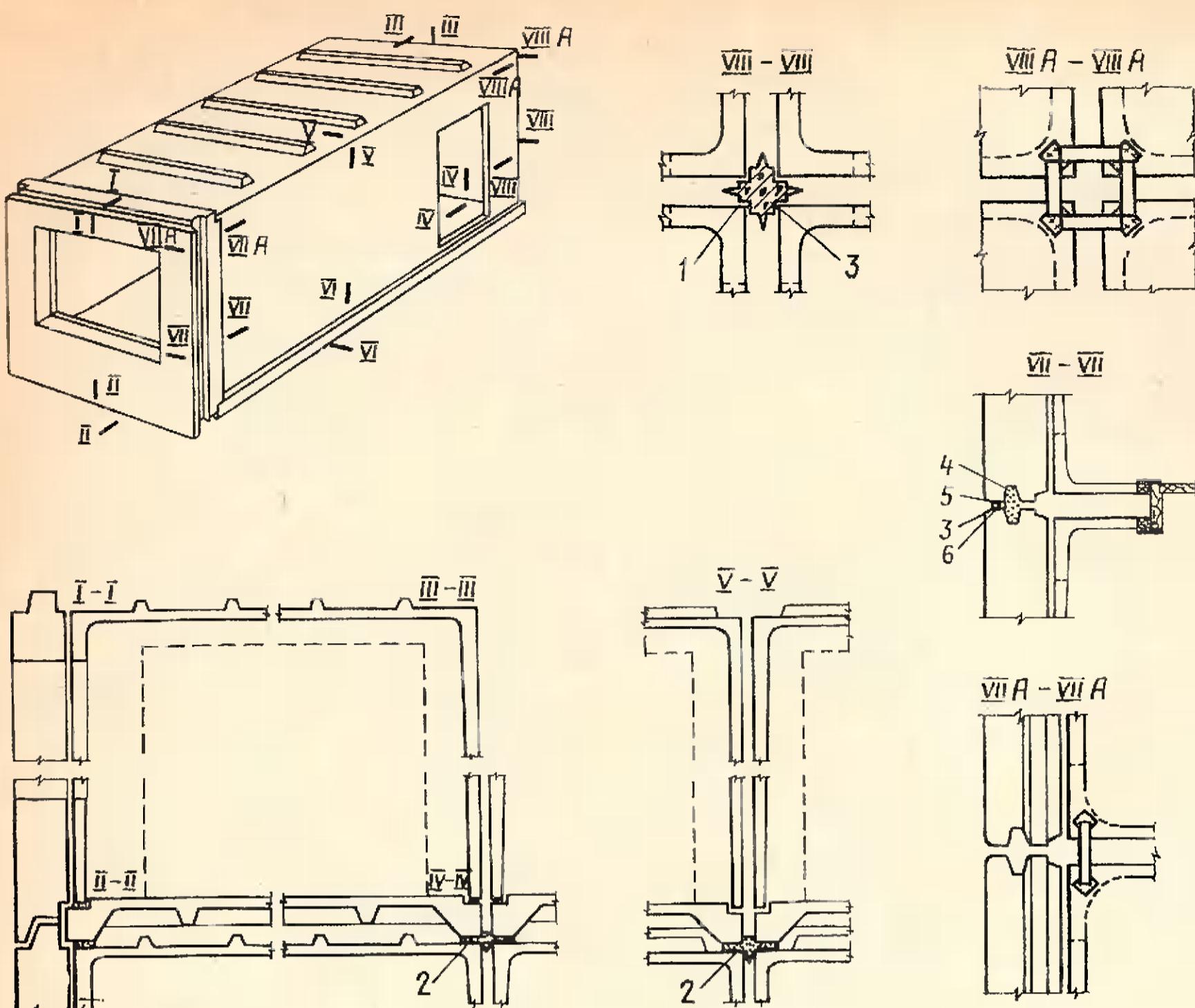


Рис. 2. Конструкция унифицированного объемного блока

а — общий вид; б — продольный и поперечный разрезы; в — схемы устройства вертикальной изоляции воздушных диафрагм; г — схема расположения связей между блоками; 1 — фартук из оцинкованной стали или алюминия; 2 — фартук из оцинкованной стали; 3 — цементный раствор; 4 — плотная керамзитобетонная смесь; 5 — гернит Ø 40 мм; 6 — тиколовая мастика

работки, распалубки), условиями транспортирования и монтажа блоков (вследствие больших динамических нагрузок), а также конструктивными особенностями. По данным обследований, влияние каждой из указанных групп примерно одинаково.

При заводском производстве блоков трещины в них образуются главным образом из-за повышенных усадочных деформаций бетона, возникающих при нарушениях технологий. Например, повышенный расход цемента (более 400 кг/м<sup>3</sup>), большая пластичность бетонной смеси (при осадке конуса более 12 см), применение слишком мелкого дробленого или нефракционированного заполнителя приводят к появлению усадочных трещин.

Трещины могут образоваться при стыковании разных бетонов (по прочности, жесткости, составу), неполном и неравномерном уплотнении бетонной смеси, сокращенных режимах термообработки блоков, неправильной распалубке вследствие неравномерного движения сердечника или переохлаждения бетона по отношению к сердечнику, вызывающему усилия растяжения.

Устранению технологических трещин в последнее время уделялось много внимания, в ряде случаев получены весьма обнадеживающие результаты: количество трещин существенно уменьшилось. Однако в период складирования, транспортирования и монтажа, в результате толчков, ударов, ускорений при торможении в блоках возникают усилия, превышающие расчетные нагрузки, в результате чего раскрываются ранее по-

явившиеся, а также образуются новые трещины.

Блоки должны быть складированы на основание с гладкой поверхностью, свободное зависание любой из опор блоков не должно превышать 10 мм, в противном случае в углах проемов появляются косые трещины.

Одной из причин образования трещин является также пробивка дополнительных отверстий в стенах, потолках и перекрытиях шлямбуром (ломом, топором). Такие отверстия можно только сверлить. Для исключения трещин при конструировании блоков необходимо придерживаться следующих правил:

назначать соответствующую толщину или сечение стен, потолков, несущих углов, перекрытий. С учетом требований звукоизоляции и технологичности наименьшую толщину сечений граней блоков следует принимать 5—6 см из тяжелого бетона и 7—8 см из легкого бетона;

не допускать резких изменений сечений несущих и ограждающих элементов в местах устройства ребер, утолщений, вутов, предусматривая плавные переходы;

избегать концентрации напряжений в углах проемов (путем их скругления), в опорных зонах (за счет их расширения), в сварных соединениях (замоноличиванием связей);

обеспечивать эффективность сетчатого армирования стен и потолков (осуществлять контроль за сварочными работами, профилированием арматуры, фиксацией положения сеток), препятствующе-

го деформациям усадки бетона, учитывая вероятность проскальзывания холд-нотянуть проволоки в тонкостенных конструкциях;

разработать и применять специализированные транспортные и монтажные средства и приспособления, устраивающие опасные перегрузки блоков.

Существующее в настоящее время неоправданно большое разнообразие конструктивных решений блоков приводит к необходимости унификации их конструкций и элементов (сечений, узлов и деталей).

На рис. 2 приведена модель унифицированного блока типа «колпак», объединяющая существующие сегодня конструктивные разновидности, предназначенные к выпуску разными заводами. Она предлагается специалистам в порядке обсуждения. Разработана модель на основе совместных предложений ЦНИИЭП жилища и НИИСК. В основе ее конструкции заложены следующие принципы:

1) монолитная часть «колпака» формуется полностью из 5 граней;

2) «колпак» устанавливается на отдельно изготавливаемую плиту перекрытия;

3) наружная стена (одна или несколько) в виде однослоевой или слоистой дополнительной панели навешивается на блок на посту комплектации;

4) блок в целом может опираться поэтажно по углам и линейно, в зависимости от проектного решения. При угловом опирании допускается большее раскрытие проемов, но меньшая этажность;

5) наименьшее сечение граней из тяжелого бетона составляет 6 см;

6) предусмотрены меры против прогибания и растрескивания панели потолка (ребра вверх или существенное утолщение плиты);

7) для вертикальной и горизонтальной изоляции воздушных промежутков между блоками предусмотрены пружинящие стальные диафрагмы;

8) герметизация наружных стыков между блоками, а также стыков по дверным коробкам обеспечивается с помощью специальных нащельников;

9) между блоками предусмотрена установка связей, обеспечивающих пространственную работу зданий.

В сочетании с совершенствованием технологий и оборудования, методов и материалов отделки, транспортных и монтажных средств, а также обеспечением высокого уровня организации производства и монтажа, строгим контролем на всех переделах производственно-строительного конвейера эти мероприятия должны обусловить высокое качество и надежность конструкции объемного блока.

Инж. В. П. АРТЕМЦЕВ (Гипогражданпромстрой Госстроя УССР),  
кандидаты техн. наук А. И. КОНОПЛЕНКО, Н. А. СТОРОЖУК  
(Днепропетровский инженерно-строительный ин-т)

УДК 699.0.055:691.328—46—412

## Формование объемных элементов методом вибровакуумирования

В Днепропетровском инженерно-строительном институте были разработаны соответствующие рекомендации по нахождению оптимальных составов вакуум-бетона и режимов вибровакуумирования, а также по совершенствованию оснастки и оборудования.

Бетонная смесь оптимального для вакуумирования состава отличается от виброплотняемых смесей увеличенным на 25—30% содержанием песка (на 150—200 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона). Рациональным при вибровакуумировании является режим с периодически меняющейся величиной разряжения. Периодическое вибраирование в процессе вакуумирования эффективно только при уменьшении разряжения до 0,3—0,2 (от полного вакуума) или при отключенном вакууме.

Сочетание оптимальных составов бетонной смеси с рациональным режимом вибровакуумирования обеспечивает увеличение прочности не на 20—30, а на 50—60%. При такой обработке бетонная смесь хорошо уплотняется и превращается из подвижной в уплотненную весьма жесткую, с показателем жесткости порядка 300—400 с.

При вакуумировании должно быть обеспечено прилегание вакуум-опалубки к обрабатываемой бетонной смеси и их совместное перемещение в процессе уплотнения и уменьшения объема формируемой смеси. Это сравнительно просто обеспечить при одно- и двухстороннем вакуумировании плоских элементов. При формировании изделий сложного профиля возникают затруднения из-за наличия закладных деталей и пространственных элементов. Нами разработан новый тип вакуум-щита (вакуум-опалубки), который оснащена вибровакуумная формовочная машина МОБ-УВ-2. Отличительной особенностью такого щита (рис. 1) является возможность некоторого перемещения вакуум-полости относительно жесткой рамы, что особенно важно при вакуумировании в вертикальном положении (стен блок-комнаты), а также при наличии закладных деталей, препятствующих перемещению жесткого вакуум-щита по мере уплотнения смеси и уменьшению толщины слоя стенки.

Развитию и распространению вакуумной технологии до последнего времени препятствовало отсутствие фильтров. Спиральные ткани (бязь, холст и различные синтетические) требуют обязательной очистки и промывки после каждого формования, это длительный и трудоемкий процесс. Срок службы фильтровальной платформы весьма ограничен, а стоимость тканей высока (1,5—8,5 руб./м<sup>2</sup>).

Предложен и испытан новый вид фильтров, изготовленных из синтетической вибровакуумной пленки толщиной 0,15—0,25 мм, для чего используются тканые и вибровакуумные полиэтиленовые ткани, выпускаемые отечественной

промышленностью. Через 3—5 мм в пленке располагаются отверстия. Отверстия наносят простыми штампами. Стоимость фильтра—3—10 коп. за 1 м<sup>2</sup>, что в 50—100 раз дешевле применяемых в настоящее время материалов.

Производственные испытания при формировании объемных элементов показали большую эффективность фильтров из полиэтиленовой пленки. В процессе эксплуатации они не требуют особого ухода, так как бетонная смесь к пленке не прилипает. Фильтры из полиэтиленовой пленки толщиной 150—250 мк хорошо сопротивляются истиранию, их применение позволяет резко уменьшить время заполнения вакуум-формы бетонной смесью, они обладают достаточной прочностью и выдерживают до 20—25 циклов формования.

Таким образом, описанный комплекс мероприятий позволяет резко улучшить качество отформованных изделий и значительно упростить технологию изготовления.

В институте Гипогражданпромстрой Госстроя УССР в содружестве с НИИСК Госстроя СССР разработана универсальная машина МОБ-УВ-2 (рис. 2) для формования методом вакуумирования объемных элементов размером на комнату (типа «колпак») девяти типоразмеров.

Ниже приведена ее техническая характеристика.

### Техническая характеристика установки МОБ-УВ-2

Производительность блоков в смену	10—12
Размеры формуемых объемных элементов, мм:	
длина . . . . .	: 3000, 3300, 3600
ширина . . . . .	: 4800, 5400, 6000
высота . . . . .	: 2700
Установленная мощность, кВт	24
Габариты (длина×ширина×высота), мм	9650×7350×4100
Масса (без сердечника), т	31

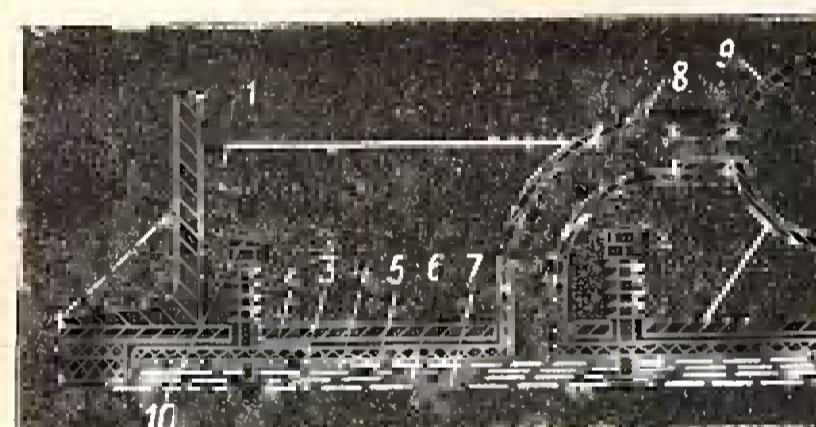
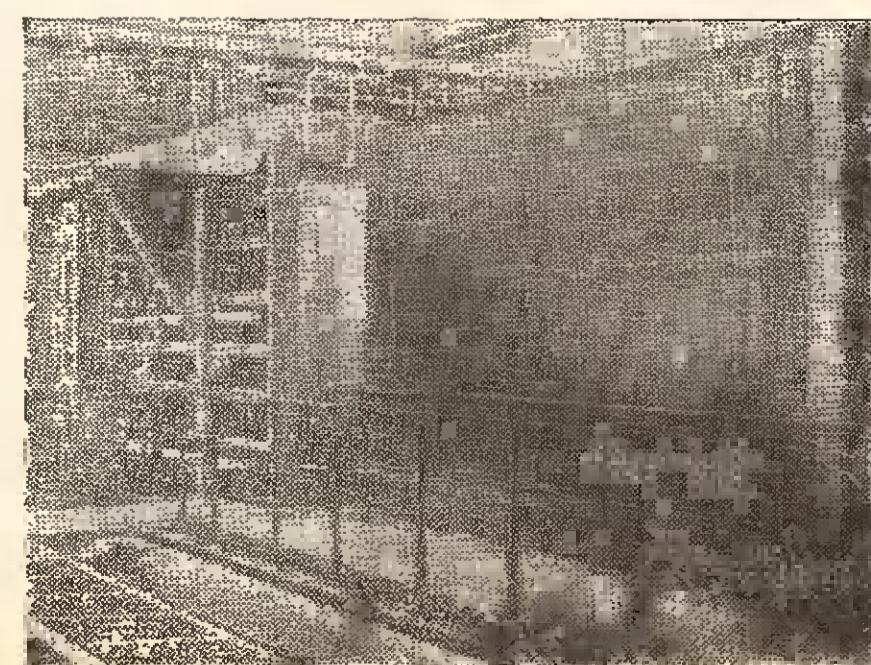


Рис. 1. Вакуум-щит с гибкой вакуум-полостью  
1 — жесткий металлический каркас; 2 — стальной лист; 3 — листовая резина; 4, 5, 6 — тканевые сетки с ячейками размером 10×10, 6×6 и 2×2 мм; 7 — фильтр; 8 — резиновый патрубок; 9 — коллектор; 10 — аэротационные устройства

Рис. 2. Общий вид машины МОБ-УВ-2 для формования объемных блоков типа «колпак» методом вибровакуумирования (на переднем плане подготовленный сердечник, оснащенный стекловой панелью)



Машина для формования объемных элементов методом вибровакуумирования состоит из следующих составных частей: продольных и торцевого (заднего) передвижных, переднего торцевого и потолочного съемных вакуум-щитов, распалубочного и переналадочного механизма, площадки для обслуживания. Вакуум создается с помощью серийно выпускаемого вакуум-насоса типа РМК-4 с электродвигателем мощностью 70 кВт. Машина оборудована двумя ресиверами-водосборниками емкостью по 1,5 м<sup>3</sup> и комплектом передвижных сердечников.

Объемные элементы изготавливают по следующей схеме. Смазанный и укомплектованный арматурным каркасом, съемным торцевым (передним) вакуум-щитом (или наружной стекловой панелью) и скрытой электропроводкой, сердечник подают передаточной тележкой и толкателем в машину до упора в торцевой вакуум-щит. После этого продольные подвижные вакуум-щиты смыкаются, и в пространство между сердечником и щитами подается бетонная смесь.

За 3—5 мин до окончания процесса уплотнения вертикальных стенок при помощи мостового крана укладывают потолочный вакуум-щит и подключают его к вакуум-сети. По окончании вибровакуумирования его снимают также мостовым краном, продольные вакуум-щиты отводят при помощи распалубочного механизма, а сердечник с изделием гидротолкателем подают на передаточную тележку и затем в тоннельную камеру. После тепловой обработки на специальном посту изделие выпрессовывают гидродомкратом (ссыпают с сердечника) и краном подают на посты отделки и комплектации, а сердечник с помощью толкателя подают на посты чистки, смазки, оснастки арматурным каркасом,

съемным торцевым вакуум-щитом (или наружной стеновой панелью) и скрытой электропроводкой. Подготовленный таким образом сердечник направляется для повторного формования изделий. Снятый с сердечника колпак устанавливают на пост сборки; собранный блок (колпак, плита пола, перегородки) поступает на конвейер отделки.

Трехлетняя работа на комбинате объемно-блочного домостроения Минпромстроя УССР в Кременчуге подтвердила высокие эксплуатационные качества вибровакуумной машины описанной конструкции по сравнению с известными. Изготовление объемных элементов методом вакуумирования обеспечивает высокое качество изделий, позволяет применять бетонные смеси повышенной удобоукладываемости с расходом цемента 300 кг/м<sup>3</sup>, сокращает цикл изготовления за счет немедленной распалубки и снижает длительность тепловой обработки. Машина производит до 10—12 формований в смену. Аналогичная технология предусматривается в проектах предприятий объемно-блочного домостроения в Днепропетровске, Хабаровске, Павлодаре и др. Результаты производственных исследований на первых установках дают достаточно оснований рекомендовать внедрение этого метода в практику объемно-блочного домостроения.

#### Выводы

При вакуумной технологии изготовления пространственных элементов из весьма подвижных бетонных смесей выявляются преимущества, которые присущи подвижным и жестким смесям, формуемым вибрационными способами.

Оптимизация состава бетонной смеси и рациональные параметры режима вибровакуумирования увеличивают вдвое показатели прироста прочности и улучшают другие свойства вакуум-бетона.

Применение в вакуум-щитах вместо фильтровальной ткани перфорированной пленки позволяет широко распространять и развивать метод вакуумирования. Применение вакуум-щитов с гибкой вакуум-полостью обеспечивает качественное уплотнение бетонной смеси в пространственных элементах, при изменении сечения и наличии закладных деталей.

Длительные производственные испытания вибровакуумных формовочных машин выявили их высокое технико-экономические и эксплуатационные показатели и позволили отработать технологию. Серийное изготовление виброформовочных машин будет способствовать дальнейшему развитию объемно-блочного домостроения и повышению его эффективности.

Инженеры А. С. КОРОБКОВ, В. Н. СОЛОВЬЕВ (ЛенЗНИИЭП)

УДК 691.328—46—412:69.057.7:621.867

## Конвейерная линия для изготовления объемных элементов

Конструкторско-технологическим отделом ЛенЗНИИЭП разработана конвейерная линия ЛОК-1 (рис. 1), на которой будут изготавливаться объемные монолитные элементы крупнопанельных жилых домов серии 1ЛГ-602Р: сантехкабины, шахты лифтов, угловые внутренние стенные панели. Переход на конвейерное изготовление этих элементов открывает ряд преимуществ по сравнению с другими методами организации производства.

Конвейерная линия состоит из специализированных постов, на которых выполняются технологические операции с примерно одинаковой длительностью выполнения, что обеспечивает единый принудительный ритм работы конвейера.

Разделение производственного процесса на операции позволяет использовать средства малой механизации на постах, автоматизировать операции, повысить квалификацию и профессиональную подготовку обслуживающего персонала.

Этот способ производства организует поточный технологический процесс большой мощности; при этом исключаются простои, связанные с транспортированием бетона и арматуры, достигается высокая концентрация всех операций на небольшой производственной площади и компактность в планировке цеха.

Работа конвейерной линии ЛОК-1 предусматривается по схеме замкнутого

двухшарочного горизонтального конвейера с двумя передаточными тележками по торцам (рис. 2).

Линия ЛОК-1 состоит из 19 унифицированных платформ-вагонеток с установленными на них формами. Последние соединяются с платформами наклонными металлическими тягами, обеспечивающими беззамковое запирание наружных бортов в рабочем положении. Формы перемещаются с помощью двух параллельно расположенных транспортеров с заданным ритмом работы, равным 20 мин, и передаются с одной нитки конвейера на другую на передаточных тележках.

Внутренние контуры изделий образуются установленными в формы виброподкладышами, которые удаляются самодельным гидровыпрессовщиком.

Конструкция форм обеспечивает «гибкую» технологию изготовления благодаря быстрой съемной бортоснастке и возможности переналадки для формования изделий иных габаритов.

Система пароснабжения линии ЛОК-1 имеет механизмы автоматического пароподключения и установки автоматического регулирования и контроля, обес-

Рис. 1. Общий вид конвейерной линии ЛОК-1 на Рижском заводе КПД



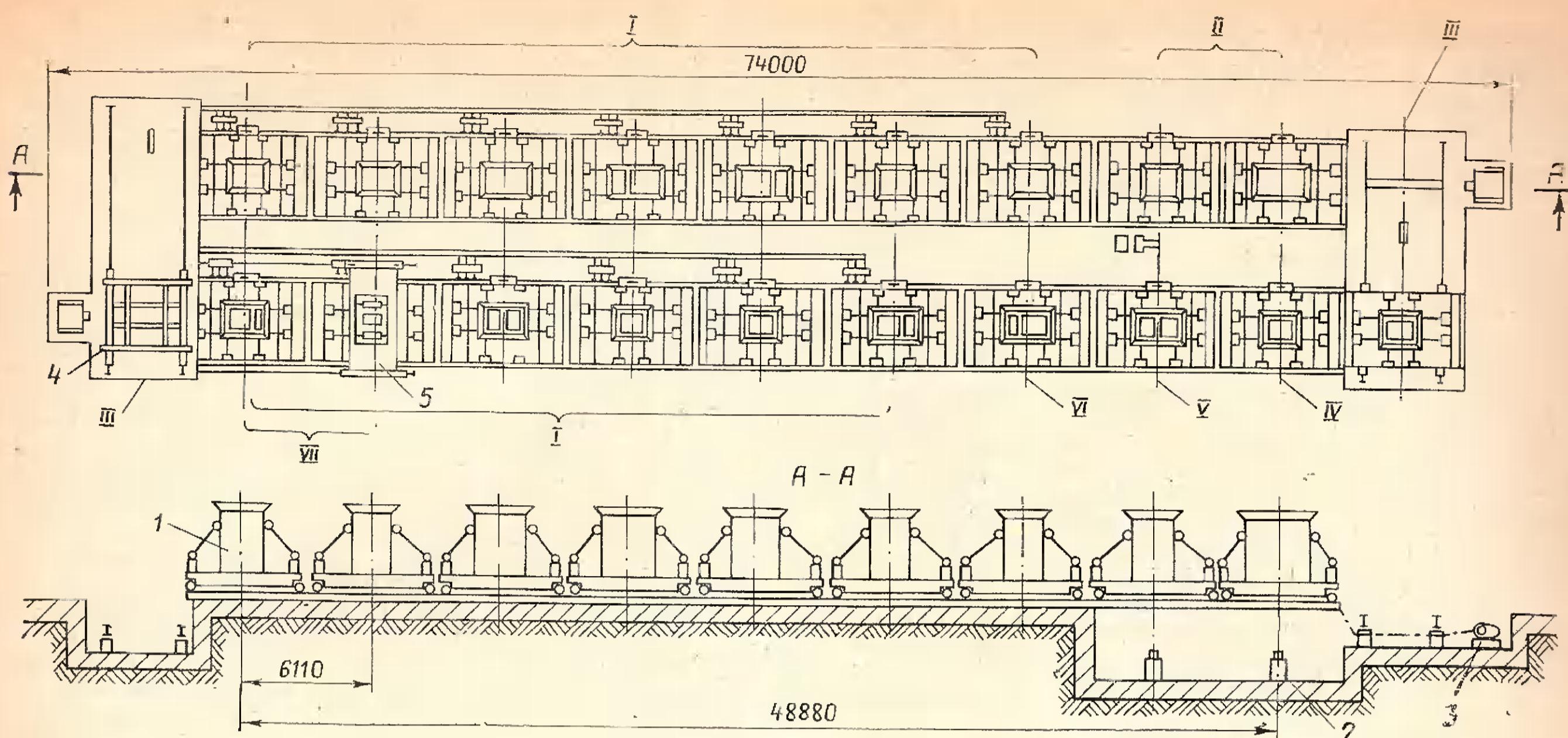


Рис. 2. Схема конвейерной линии изготовления объемных элементов ЛОК на Рижском заводе КПД

Посты: I — термообработки изделий; II — распалубки форм; III — передачи форм; IV — чистки и смазки форм; V — установки арматуры; VI — укладки бетона и виброплотнения; VII — выпрессовки вибровкладышей; 1 — форма с платформой (19 шт.); 2 — механизм распалубки (2 шт.); 3 — транспортер с лебедкой (2 шт.); 4 — передаточная тележка (2 шт.); 5 — передвижной выпрессовщик (1 шт.)

спечивающие заданный цикл термообработки изделий.

Механизм автоматического пароподключения состоит из двух частей, одна из которых устанавливается на краю приемника, а другая — на подвижной платформе. Каждая часть состоит из трех пружинных клапанов, обеспечивающих одновременное соединение линий подачи пара, отсоса паровоздушной смеси и слива конденсата. Обе части совмещаются механизмами фиксации платформ, установленными на краю приемника.

Подводящая и приемная части механизма автоматического пароподключения соединяются гидроцилиндрами, перемещающими траверсу по направляющим достыковки с ответной частью на платформе, ход которых регулируется конечными выключателями. Фиксация платформ с формами на технологических постах, автоматическое пароподключение, распалубка форм и фиксация передаточных тележек осуществляются гидравлическими исполнительными механизмами, питаемыми от централизованной насосной станции.

Замкнутый технологический цикл осуществляется на 18 постах в следующем порядке: пост чистки и смазки форм; установка арматуры, закладных деталей и вибровкладышей; укладка бетона, виброплотнение; четыре поста предварительной термообработки изделий, два поста последующей термообработки и погрева (подрыв) вибровкладышей до 150—200 °С; семь постов продолжения и окончания термообработки, удаление вибровкладышей; два поста автоматической распалубки форм с помощью механизма распалубки, съем готовых изделий и транспортирование их на линию пакетирования и складирования.

Управление всеми механизмами производится с центрального пульта и пультов на постах укладки бетона, выпрессовки вибровкладышей и распалубки форм.

Конвейерную линию обслуживают в смену 15 человек: три оператора, четыре сборщика, четыре заливщика, четыре распалубщика.

Специализация постов, комплексная механизация и автоматизация основных производственных процессов конвейерной линии ЛОК-1 позволяют снизить трудоемкость изготовления изделий, повысить производительность труда и улучшить культуру и организацию производства. Годовой экономический эффект от внедрения составит около 70 тыс. р. Ниже приведены основные технические данные конвейерной линии.

#### Техническая характеристика конвейерной линии

Производительность при мощности завода 230 тм<sup>2</sup> жилой площади в год (140 тм<sup>2</sup> — КПД + 90 тм<sup>2</sup> в кирпиче по сантехкабинам), шт.:

сантехкабины	11 160
шахты лифта	1845
внутренние стены	2460
Ритм конвейера, мин	20
Число форм, платформ, шт	19
Число работающих в смену, чел.	15
Установленная мощность электропроводов, кВт	145
Площадь, занимаемая оборудованием, м <sup>2</sup>	1300
Габариты, мм:	
длина	74 000
ширина	16 500
высота:	
полная	7542
над полом	4862
Общая масса, кг	484 700

Опыт работы конвейерной линии ЛОК-1 на Рижском заводе крупнопанельного до-

мостроения показал, что выбранная схема размещения механизмов наиболее оптимальна. В процессе отладки выявилась необходимость расширения зоны действия самоходного гидравлического прессовщика для подрыва вибровкладышей в пределах всех постов предварительной термообработки.

Практически подъем температуры до 95 °С осуществляется на 50—60 мин, а затем поддерживается режим изотермической термообработки в пределах 90 ± 5 °С.

На конвейерной линии формования применяют бетонную смесь марки 200, с осадкой конуса 12 см, следующего состава: портландцемент марки 400—300 кг, песок с  $M_{45}$  2—2,2—0,494 м<sup>3</sup>, гравий фракции 3—10 мм — 0,64 м<sup>3</sup>.

Внедрение технологии по установке каркасов, закладных деталей и бетонированию позволит довести формование изделий на конвейерной линии ЛОК-1 до проектной мощности. Однако процесс формования временно сдерживается отсутствием бесперебойной подачи бетонной смеси и недостаточной мощностью участка отделки сантехкабин.

Опыт конвейерного изготовления объемных элементов для жилых зданий на Рижском заводе крупнопанельного до-мостроения позволит широко использовать этот прогрессивный способ во многих районах страны.

Гл. инж. объединения «Краснодарпромстрой» П. И. ШЕВЦОВ,  
гл. специалист проектно-технологического треста Ортехстрой Д. И. РЕЗНИКОВ

УДК 69.057.124.(470.62)

## Объемно-блочное домостроение в Краснодаре

В течение последнего десятилетия Краснодарский домостроительный комбинат объединения «Краснодарпромстрой» построил из объемных блоков 63 жилых дома общей площадью 177,9 тыс. м<sup>2</sup>. Вначале велось массовое строительство объемно-блочных 5-этажных жилых домов. В последние несколько лет осуществляется строительство объемно-блочных 9-этажных 54-квартирных домов точечного типа и 142-квартирных—всего построено уже 25 таких зданий (см. рисунок на 2-й стр. обложки). Возвведение 9-этажных домов в районах массовой пятиэтажной застройки позволило улучшить архитектурный облик кварталов.

В 1975 г. проектная мощность предприятий объемно-блочного домостроения в Краснодаре составит 162 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год и около половины ежегодно строящихся в городе жилых домов будут возводиться из объемных блоков.

В настоящее время архитектурно-планировочная мастерская № 9 ЦНИИЭП жилища для строительства в Краснодаре разрабатывает проекты 12- и 16-этажных домов из объемных блоков.

Объемные блоки размером на комнату изготавливаются на Краснодарском ДСК в цехе объемно-блочного домостроения производительностью 30 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год.

Каждый такой блок состоит из трех ребристых стен, плит пола и потолка. В уровнях плит пола и потолка расположены обвязочные пояски, которые соединяют пять плоскостей объемного блока в монолитную пространственную конструкцию. Наружные размеры блока 5,19×3,22×2,71 м.

Для строительства 9-этажных домов серии БКР-1 объемные блоки выполняют из керамзитобетона марки 200, а наружные стеновые панели—из керамзитобетона марки 50.

Объемные блоки изготавливают в формовочной машине ФМ-4 (рис. 1); в ее комплект входят: наружная опалубка, состоящая из поддона, двух продольных и одного торцевого откидных бортов, сердечник жесткой конструкции типа «папансон» и потолочный щит. Самоходная тележка с гидроприводом для извлечения сердечника из объемного блока, находящегося в форме, используется для обслуживания нескольких формовочных машин.

Конструкции блока и формовочной машины определили основные требования к технологии формования. При последовательной укладке керамзитобетонной смеси в конструкции плит пола, стен и плиты потолка ее подвижность составляет соответственно 12—14, 18—20 и 5—7 см. Густое армирование каркасами ребер несущей плиты пола вызывает необходимость применения более подвижной смеси, чем при формировании менее армированной плиты потолка.

Последовательность технологических операций при изготовлении объемного блока в машине ФМ-4 такова.

В очищенную и смазанную форму с помощью мостового крана устанавливают собранный на специальном кондукторе пространственный арматурный каркас, общий для плиты пола и трех стен, и пустотообразователи вентиляционных каналов. Затем формуют плиту пола.

Мостовым краном в форму устанавливают сердечник и щит потолочной пли-

ты. Ширина полости между сердечником и наружными бортами, равная проектной толщине стен блока, регулируется фиксаторами, прикрепленными к наружной опалубке.

После бетонирования трех стен устанавливают арматурную сетку и формуют плиту потолка. Затем производится тепловая обработка изделия по режиму 1+5+0,5 ч (подъем температуры до 85—90°C+ изотермический прогрев+ остывание). Тепловая обработка осуществляется путем одностороннего контактного прогрева от паровых рубашек поддона, наружных бортов и потолочного щита.

После распалубки объемный блок с помощью мостового крана грузоподъемностью 20 т переносится на стендовый пост укрупнительной сборки.

Полная продолжительность технологического цикла изготовления наиболее трудоемкого санитарно-кухонного блока (чистка и смазка опалубки, установка арматуры, бетонирование, тепловая обработка и распалубка) в формовочной машине ФМ-4 составляет 10 ч 28 мин. Производительность машины ФМ-4—два объемных блока в сутки.

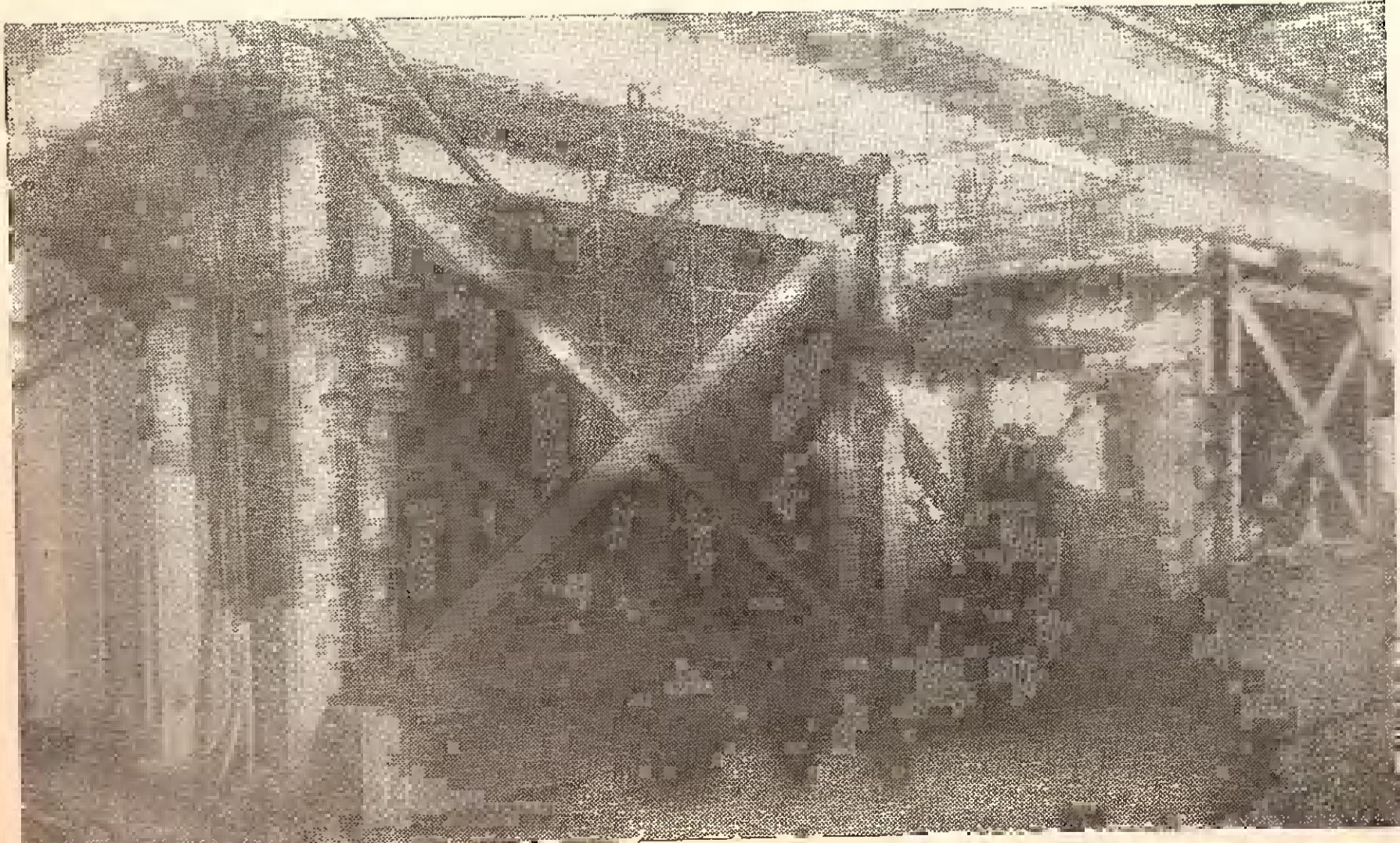
Расход материалов на 1 м<sup>3</sup> керамзитобетона марки 200 составляет: портландцемент марки 400—568 кг, песок керамзитовый дробленый фракции 0—5 мм—433/684 кг/л, песок речной кубанский—390/293 кг/л, вода—308 л, сульфитно-спиртовая барда—0,85 кг.

При замене части керамзитового песка кварцевым улучшается прохождение смеси в узких армированных полостях формы и степень ее уплотнения, что способствует уменьшению поверхностных дефектов и образованию более плотной структуры бетона. Кроме того, это дает некоторую экономию цемента при повышении прочности керамзитобетона, но его средняя объемная масса увеличивается до 1530 кг/м<sup>3</sup> (более чем на 200 кг/м<sup>3</sup>).

В формовочном отделении на стендовых постах укрупнительной сборки с помощью мостового крана к объемным блокам приставляют о faktуренные облицовочными плитками наружные стеновые панели и приваривают их к закладным деталям стен блока. Устанавливают панели перегородок, лестничные марши, ограждения балконов; задельывают раствором швы и затирают поверхности; прокладывают электропроводку.

Собранные блоки на электропередачной тележке доставляют в отделение комплектации и отделки, состоящее из двух конвейерных линий: одна предназначена для санитарно-кухонных блоков, вторая—для блоков жилых комнат. На каждой линии имеется по 18 специализированных рабочих постов, оснащенных средствами малой механизации, инструментами и приспособлениями, а также запасом монтажных заготовок и материалов на работу в течение 1—2 смен. На линиях выполняется комплекс работ по инженерному оборудованию и отделке блоков.

Рис. 1. Машины ФМ-4 в сборе с сердечниками, в период тепловой обработки отформованных объемных блоков



В соответствии с технологической последовательностью работ прошпаклеванные, огрунтованные и окрашенные внутренние поверхности блоков сушат теплым воздухом, подогретым в паровых калориферах. Температура воздуха 18—35°C, общая продолжительность сушки заделанных раствором швов, окрашенных поверхностей панелей, столярных изделий и трубопроводов сантехнических систем составляет для блоков разных типов 56—70 ч.

Влажность керамзитобетона объемных блоков после распалубки составляет около 20%, а после сушки снижается до 8%. Ускоренная сушка заделанных раствором швов осуществляется направленными потоками теплого воздуха.

Сократить продолжительность отделочных работ можно, применяя быстро сохнущие и нетоксичные шпаклевки и краски, используя для облицовки внутренних поверхностей самоклеящиеся декоративные пленки, моющиеся обои и бумажно-слоистые пластики. Обеспечение этими материалами предприятий объемно-блочного домостроения является основным средством повышения производительности конвейерных линий отделки объемных блоков.

Для защиты от атмосферных осадков наружные поверхности стен опрыскивают 5%-ным водным раствором ГКЖ-10, а плиту потолка покрывают полимерной пленкой; однако ковры из пленки не стойки, они быстро рвутся при ветре, трескаются на морозе.

Готовые блоки электропередачной тележкой транспортируются на склад.

При переводе цеха на выпуск объемных блоков для 9-этажных домов с увеличенной толщиной стен борта наружной опалубки формовочных машин ФМ-4 были несколько раздвинуты. Организовано производство небольшого количества доборных изделий: панелей наружных стен, плит лоджий, перекрытий коридоров и мусоропроводов. Переналадка формовочных машин осуществлялась без остановки производства. Оборудование, средства механизации и технологические процессы на конвейерных линиях комплектации и отделки объемных блоков остались без изменений.

Строительство 9-этажных 142-квартирных домов производится по экспериментальному проекту Э-245 серии БКР-1. Фундаменты зданий—свайные с монолитным железобетонным ростверком, наземная часть—из несущих объемных блоков. Лифтовые шахты— сборно-монолитные из керамзитобетона марки 200, полы—из линолеума на войлокной основе.

Монтаж надземной части домов ведется поточными методами, «с колес».

Объемные блоки массой до 11,5 т доставляют на монтажную площадку автомобилями КрАЗ-221 и КрАЗ-221Б грузоподъемностью 12 т, оборудованными специальными платформами (рис.2). Блоки поднимают и устанавливают модернизированными башенными кранами МСК-10-20, грузоподъемность которых увеличена до 12 т, и МСК-250 грузоподъемностью 15 т.

На монтаже дома работает комплексная бригада, выполняющая все виды монтажных и доводочных работ. В первой смене занято 15 рабочих, во второй—8. При двухсменной работе продолжительность монтажа 9-этажного 142-квартирного дома составляет 48 раб. дн.

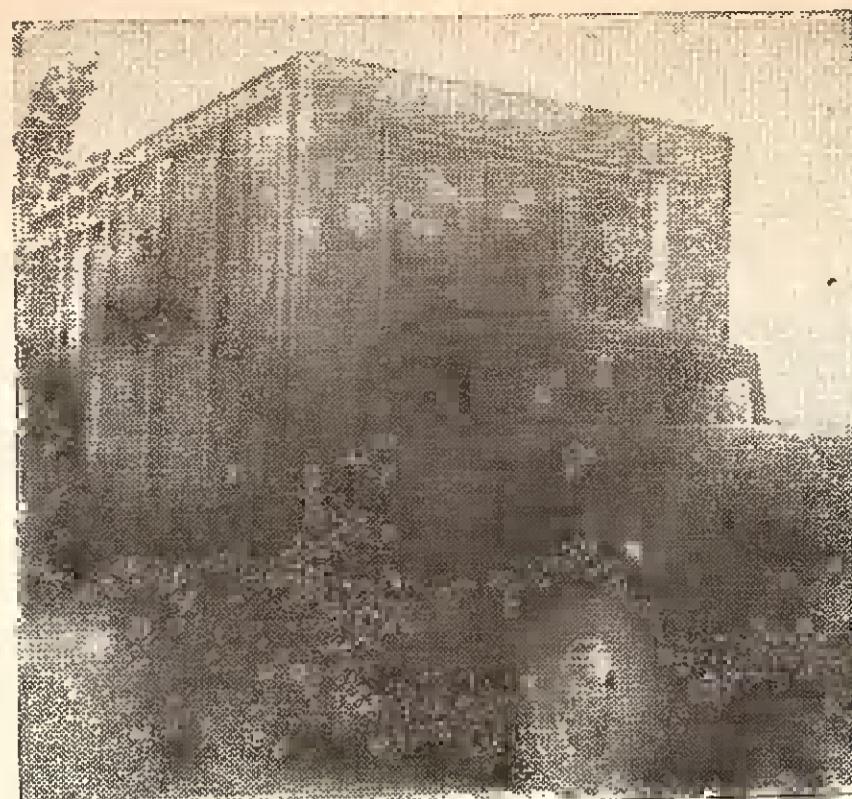
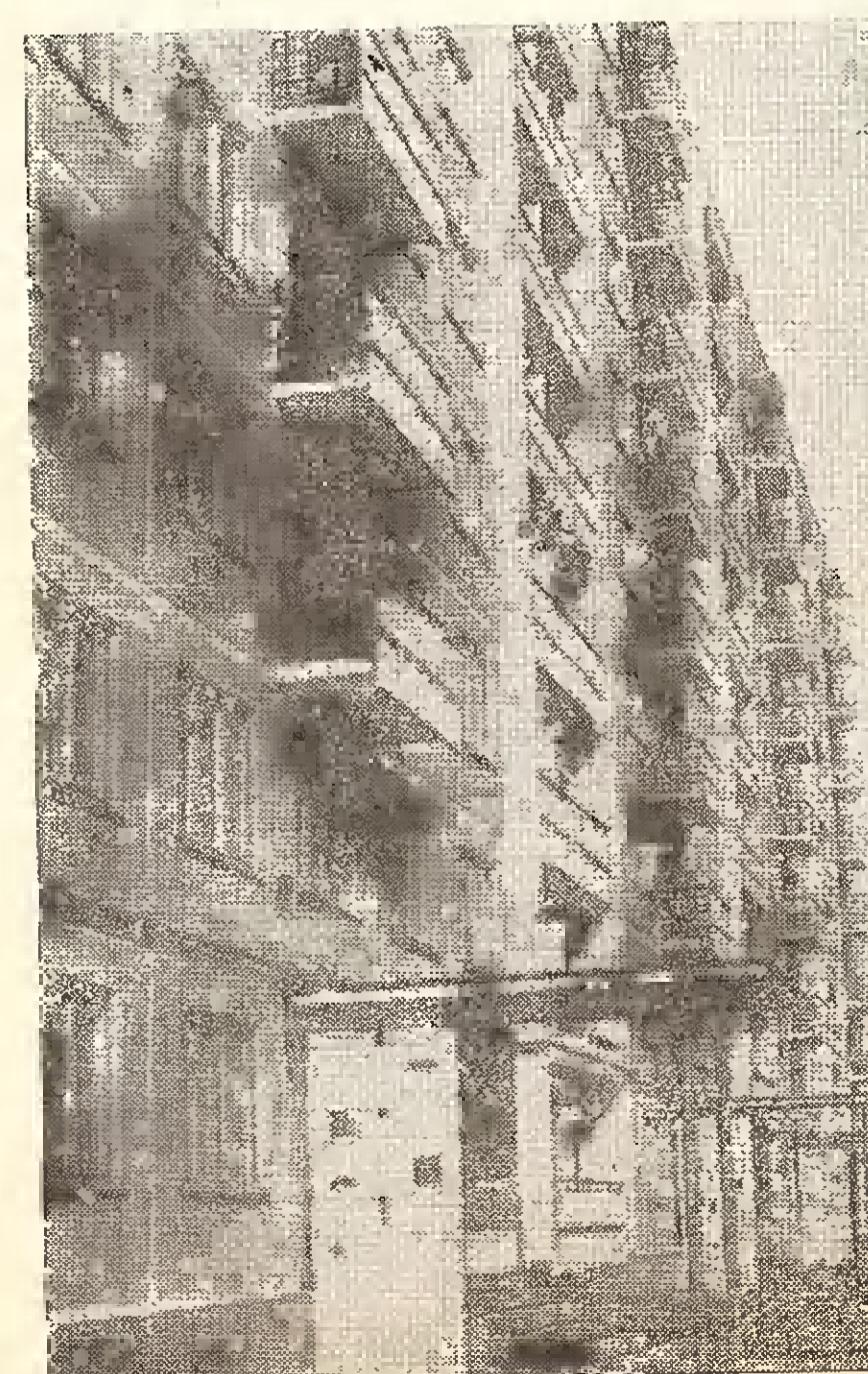


Рис. 2. Перевозка объемного блока на автомобиле КрАЗ-221



Рис. 3. Монтаж объемных блоков крыши 9-этажного дома с павенной парапетной панелью



Технико-экономические показатели строительства такого дома из объемных блоков: жилая площадь 4581,6 м<sup>2</sup>; общая (полезная) площадь 6976,2 м<sup>2</sup>; фактическая стоимость строительства дома (без инженерной подготовки и благоустройства) 917,51 тыс. руб.; стоимость 1 м<sup>2</sup> общей площади 131,5 руб. Затраты труда на 1 м<sup>2</sup> общей площади 3,1 чел. дн., в том числе 1,9 на заводе и 1,2 на стройплощадке.

На Краснодарском ДСК выполнены некоторые работы по совершенствованию производства объемных блоков и улучшению эксплуатационных качеств домов. За счет увеличения толщины внутренних межквартирных стен с 50 до 60 мм и плиты потолка с 30 до 60 мм улучшилась звукоизоляция, одновременно был облегчен процесс укладки и уплотнения смеси. В результате уменьшилось трещинообразование керамзитобетонных блоков.

Между покрытием пола из линолеума на войлокной основе и керамзитобетонной плитой стали устраивать щитовой настил из древесноволокнистых плит, что позволило также улучшить звукоизоляцию перекрытий.

На Краснодарском ДСК впервые освоено производство монолитных керамзитобетонных объемных блоков крыши (рис. 3), из которых в 9-этажных домах стали сооружать теплый эксплуатируемый чердак. Габаритные размеры наибольшего объемного блока крыши: длина 5190 мм, ширина 3200 мм; высота в месте навески наружной стеновой панели 1950 мм, а на противоположной стороне — 1730 мм.

При сооружении теплого чердака количество монтажных элементов крыши уменьшилось до 136, т. е. в 3 раза, вследствие чего значительно уменьшились сроки возведения крыши. (Ранее в таких домах устраивали полупроходной чердак из 408 монтажных элементов — панелей, лежней и др.).

Устройство теплого чердака позволило применить однотрубную систему отопления дома с верхней разводкой подающей магистрали вместо нижней разводки. Отпада необходимость в устройстве транзитных стояков (которые размещались в пространстве между блоками), снизились потери тепла. Экономия труб составила 10,8 тыс. м в год, уменьшилось количество кранов и радиаторов; стоимость сократилась на общую сумму 17,8 тыс. руб.

После окончания реконструкции цеха объемно-блочного домостроения ДСК его мощность увеличится до 50 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год.

В 1974 г. в Краснодаре намечено ввести в эксплуатацию завод объемно-блочного домостроения производительностью 1112 тыс. м<sup>2</sup> общей площади в год. На этом заводе, проект которого разработан Гипростроммашем, предусмотрены некоторые новые решения.

Например, для строительства домов серии БКР-2 с различной планировкой

Рис. 4. Дом из объемных блоков

квартир и пластикой фасадов на каждой формовочной машине, оснащенной комплексом смесевых сердечников, можно формовать объемные блоки разных типоразмеров — длиной до 6 м, шириной 2,7; 3,0; 3,3 и 3,6 м.

Для увеличения производительности формовочных машин принята двухстадийная тепловая обработка: первая стадия — в формовочной машине путем электронагрева спиралей, установленных в сердечнике, вторая — в камере туннельного типа.

Обеспечение линий комплектации и отделки объемных блоков столярными изделиями, индустриальными сантехническими и электромонтажными заготовками, отделочными материалами предусмотрено из блока вспомогательных служб завода, с доставкой их в главный производственный корпус к рабочим постам с помощью электрокар в пакетах и контейнерах.

В Краснодаре прошел производственные испытания блоковоз марки ГКБ-9390 грузоподъемностью 17 т, разработанный головным КБ при Балашовском заводе спецавтотранспорта Минавтотрансгорт РСФСР. Блоковоз представляет собой низкорамный двухосный полуприцеп к автомобилю КрАЗ-258 с площадкой длиной 7760 мм и шириной при необходимости изменяемой от 2600 до 4200 мм, что позволяет перевозить на нем блоки всех типоразмеров. Необходимо организовать серийное производство этих блоковозов и обеспечить ими предприятия объемно-блочного домостроения.

Имеются еще нерешенные проблемы в области технологии производства объемных блоков, повышения их трещиностойкости, разработки индустриальных методов отделки, защиты блоков от атмосферных воздействий.

Промышленность строительных материалов еще не обеспечивает объемно-блочное домостроение листовыми и рулонными отделочными материалами, применение которых позволит исключить мокрые процессы при производстве отделочных работ на конвейерных линиях.

В связи с развитием объемно-блочного домостроения в Краснодаре, Сочи и созданием новых предприятий по производству объемных блоков в гг. Гулькевичи и Пятигорске представляется целесообразным преобразовать Краснодарскую группу ЦНИИЭП жилища в комплексный научно-производственный отдел этого института по объемно-блочному домостроению. Отдел должен заниматься вопросами совершенствования заводской технологии формования, комплектации и отделки объемных блоков, методов возведения зданий из них, а также оказанием научно-технической помощи в освоении мощности Краснодарскому заводу объемно-блочного домостроения и другим аналогичным предприятиям на Северном Кавказе.

Канд. техн. наук А. А. ЛЯХ (КИСИ),  
инженеры А. К. ЗАВОЙСКИЙ, А. А. ОМЕЛЬЧЕНКО  
(завод ЖБК № 1 ДСК-1 Главкиевгорстроя)

УДК 624.696.123.51.012.4

## Изготовление сантехнических кабин типа „колпак“ в установках ФУК

Изготовление монолитных железобетонных сантехкабин в заводских условиях ведется по нескольким технологическим схемам.

Весьма эффективным является производство сантехнических кабин, на заводе ЖБК-1 ДСК-1 Главкиевгорстроя разработанных институтом МИИТЭП.

Сантехкабина представляет собой объемно-монолитный элемент типа «колпак» с перегородкой и плитой пола. Размер формируемого на установке колпака 1605×2190×2300 мм, толщина стенок внизу 35 мм, вверху — 45 мм.

Формование осуществляется на экспериментально-промышленных установках ФУК-1 л/п, созданных и изготовленных специалистами завода<sup>1</sup>. Отличительными особенностями формующей установки (рис. 1) является то, что сердечники закреплены на вибростоле и имеют ограниченное перемещение между основанием и закрепленными на нем упорами.

Вибростол с четырьмя вибраторами направленного действия ИВ-53 или вироблоками обеспечивает амплитуду колебаний сердечников с бетоном, равную 0,25—0,3 мм. Дополнительно на бортах формы устанавливают вибраторы ИВ-21.

Поддон с проемом для пропуска сердечников расположен на синхронизирующей раме и гидроцилиндрах и соединен с наружными бортами Г-образными проушинами, обеспечивающими подъем, откидывание и отделение бортов от сердечников. Кроме того, верхняя часть бортов подвижно связана с рабочими площадками.

Сердечники оснащены системой перфорированных труб для подачи острого пара и холодной воды при интенсивной термообработке изделий и охлаждении.

Все это позволило обеспечить одновременную выпрессовку и распалубку изделий, повысить производительность установки и качество продукции.

Работает установка следующим образом.

В исходном положении борта закрыты. Освобождают стяжные винты и поддон с помощью гидроцилиндров поднимают на 300 мм. Через шарниры и проушины он передает бортам поступательное движение, тяги отклоняют борта на заданный от вертикали угол. В таком положении в начале цикла борта фиксируют упором, после чего чистят и смазывают рабочие поверхности бортов и сердечников и устанавливают арматурный каркас. Затем упор убирают, при обратном ходе гидроцилиндров опускают поддон на стойки, борта автоматически закрывают и фиксируют стяжными винтами. Форму заполняют бетонной смесью и уплотняют ее. Открытую поверхность изделия закрывают крышкой.

<sup>1</sup> Авторское свидетельство № 436744 на имя Завойского А. К., Омельченко А. А. опубликовано в Б. И. № 27, 1974 г.

В соответствии с режимом термообработки в сердечники подают острый пар, а затем холодную воду. Освобождают стяжные винты и гидроцилиндрами поднимают поддон и фиксируют упорами (конец цикла). Происходит автоматическая выпрессовка изделия, борта раскрываются, с помощью крана изделие снимают с установки и подают на посты комплектации и доводки.

### Техническая характеристика установки ФУК-1 л/п

Габаритные размеры с настилом, мм:	
длина	3200
ширина	2600
высота	3800
Установленная мощность, кВт	
Максимальное гидравлическое давление, кгс/см <sup>2</sup>	16
Частота колебаний вибростола, колеб./мин	75
Амплитуда направленных колебаний, мм	3000
Допускаемое давление пара, кгс/см <sup>2</sup>	0,5
Масса с настилом, кг	14 000
Производительность, изделия/смену	
	2

Технологическая схема производства сантехнических кабин (рис. 2) представляет собой линии по изготовлению колпаков, изготовлению поддонов, а также отделки и комплектации. Все оборудование хорошо вписывается в типовые пролеты шириной 18 м различной длины с отметкой подкровельных балок 8,15 м выше. Если длина цеха более 100 м, линии по изготовлению колпаков и поддонов размещаются параллельно по ширине пролета, а конвейеры доводки располагают в оставшейся части цеха. В цехах меньшей длины линии по изготовлению колпаков и поддонов размещают вдоль одного ряда колонн, а конвейеры доводки — вдоль другого ряда.

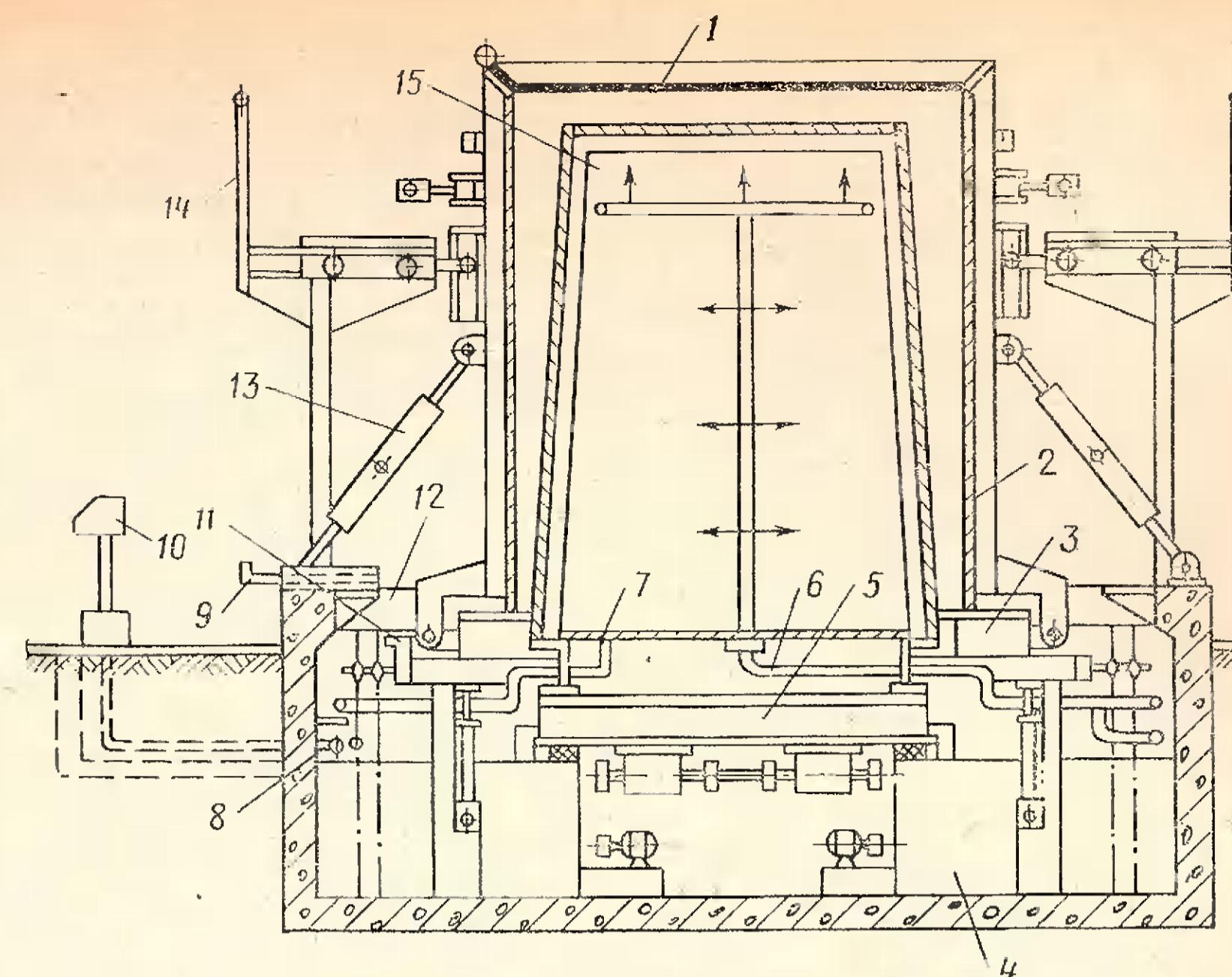
Линия по изготовлению колпаков (рис. 3) состоит из коммуникационного участка (узла) и семи формующих установок, заглубленных в приямок. Приямок имеет уклон в сторону коммуникационного узла для стока и сбора пролитой воды и конденсата. Устройство приямка позволяет упростить сбор отходов, упростить коммуникационные разводки, улучшить обслуживание установок, уменьшить шум и повысить общую культуру производства.

Формующие установки расположены через каждые 6 м, что позволяет устроить между ними проемы для сбора и удаления отходов, обслуживания и чистки нижней части установки.

От коммуникационного участка вдоль приямка с одной стороны проложены магистральные трубопроводы для подачи пара, воды, гидравлики, линии электропроводки, а с другой стороны подается конденсат, смазка и воздух.

Каждая пара установок оборудована сверху поворотной укосиной, на которой размещается скребок для чистки и удаления смазки форм. Основная чистка

Рис. 1. Продольный разрез установки ФУК-1  
 1 — кабина; 2 — наружная опалубка; 3 — подиум; 4 — фундамент; 5 — вибростол; 6 — пароизпарительная система; 7 — конденсационная система; 8 — гидравлическая система; 9 — сантехнический упор; 10 — пульт управления; 11 — синхронизатор; 12 — опорная рама; 13 — тяга; 14 — рабочая площадка; 15 — сервопривод.



Сливка установки ведется с уровня верхних рабочих площадок.

Направление линией и установками осуществляется со специальных пультов, одного на каждые две установки.

Технология процесса изготовления сантехно-технических кабин предусматривает применение бетона марки 200 с осадкой конуса 3—4 см. Состав бетона: щебень фракции 5—10 мм — 1350 кг, песок с модулем крупности 1,7—630 кг, цемент марки 400—380 кг, вода — 170 кг, ННК — 25 л.

В процессе приготовления бетона в качестве ускорителя твердения используется добавка ННК (нитрит натрия) в виде водяного раствора 25—30-процентной концентрации; в пересчете на сухое вещество она составляет 2—3% массы цемента. ННК не вызывает коррозии арматуры, улучшает структуру бетона.

Оборачиваемость установок составляет 2 цикла в смену.

Цикл изготовления одного колпака, мин:	
Подготовка формы	40
Формование	10
Подъем температуры	90
Изотермический прогрев	70
Охлаждение	20
Распалубка	10
<b>Итого . . . . .</b>	<b>4 ч</b>

Чистка и уборка установок ведется скребками с удлиненной ручкой-трубкой, через которую подается сжатый воздух. Смазывают их эмульсионной смазкой ОЭ-2, которая под давлением подается в удочку и разбрызгивается воздушной форсункой.

В раскрытую форму опускают пространственный каркас с навешенной дверной коробкой и обрамляющими рамками сантехнических проемов. Каркас собирают на кондукторе из плоских сеток путем отгиба их свободных концов возле углов кондуктора и дополнительно подвязывают проволокой.

Закрытая форма фиксируется стяжными болтами, установленными на уровне верхних рабочих площадок.

Бетонную смесь укладывают с помощью специальной мерной вибробадьи с регулируемой течкой. Этот способ является самым маневренным и экономич-

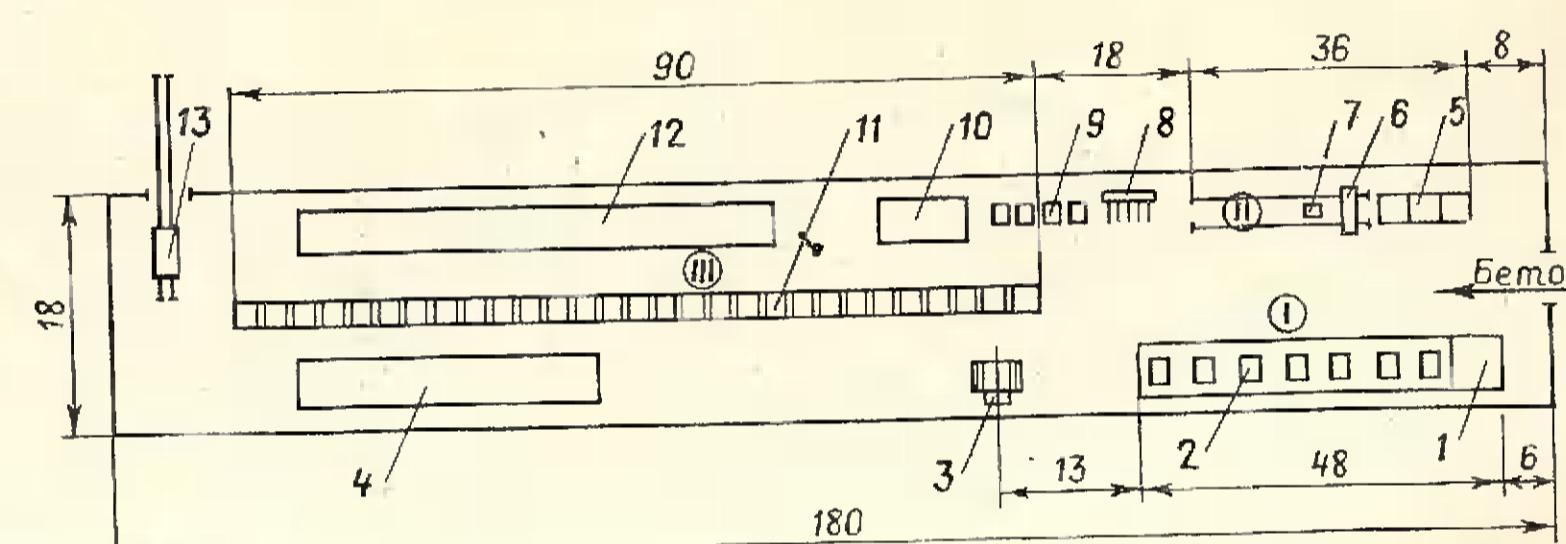


Рис. 2. Технологическая схема цеха  
 I — линия по изготовлению колпаков; II — линия по изготовлению поддонов; III — линия отделки и комплектации сантехкабин; 1 — коммуникационный узел; 2 — формующие установки ФУК-1 л/п; 3 — кондуктор сборки пространственных каркасов; 4 — промежуточный склад СТК; 5 — пропарочные камеры поддонов; 6 — затирочная машина; 7 — вибростол; 8 — стеллаж для поддонов; 9 — стапель сборки колпаков с поддонами; 10 — склад ванн и сантехнического оборудования; 11 — конвейер доводки; 12 — зона складирования отделочных материалов; 13 — вывозная тележка

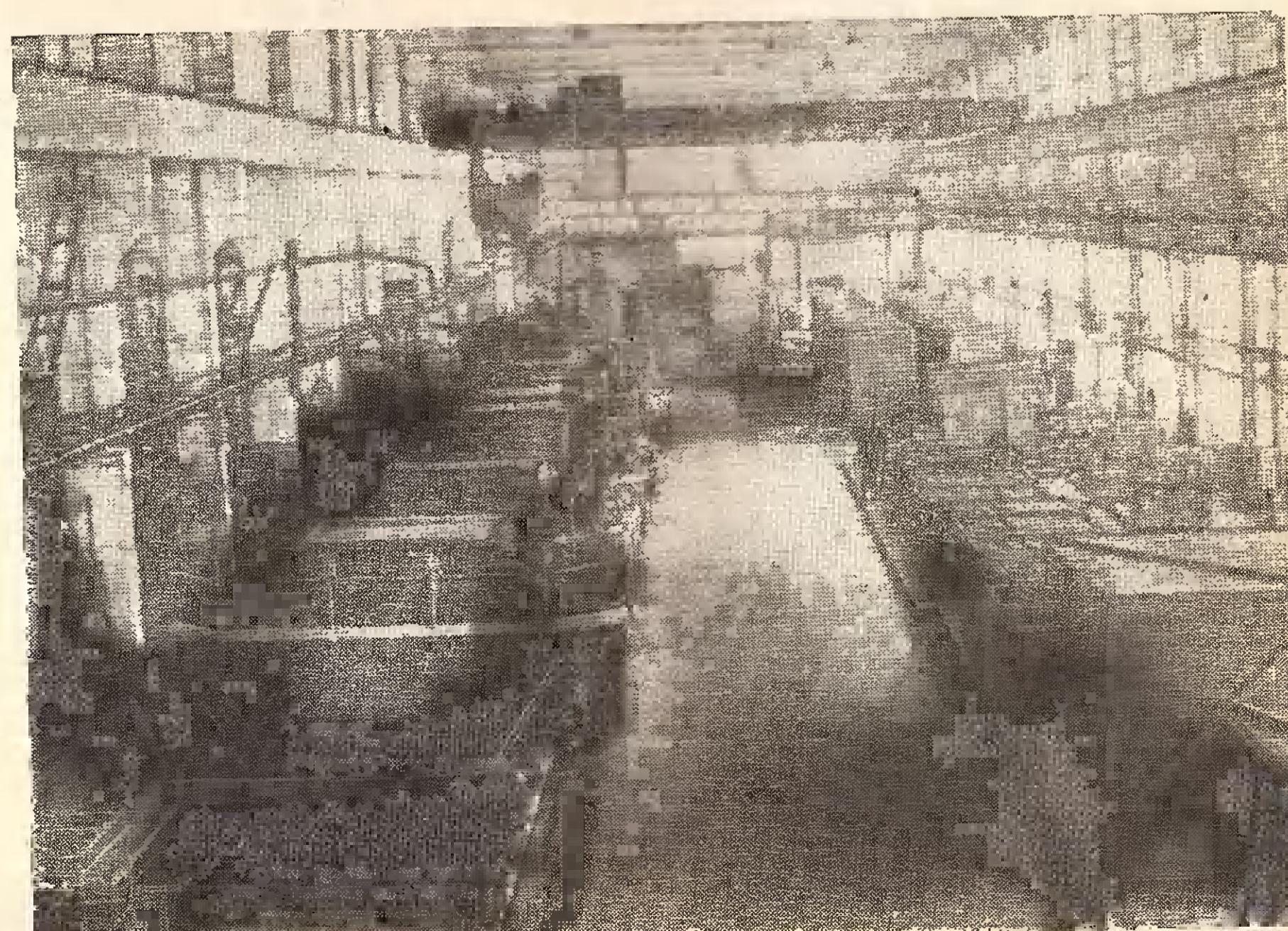


Рис. 3. Технологическая линия с установками ФУК-1 л/п. Участок для изготовления колпаков и поддонов

Рис. 1. Продольный разрез установки ФУК-1  
 1 — крышка; 2 — наружная опалубка; 3 — подъем; 4 — фундамент; 5 — вибростол; 6 — пароизодораспределительная система; 7 — конденсационная система; 8 — гидравлическая система; 9 — фиксирующий упор; 10 — пульт управления; 11 — синхронизатор; 12 — опорная рама; 13 — тяга; 14 — рабочая площадка; 15 — сервопривод

смазка установки ведется с уровня верхних рабочих площадок.

Управление линией и установками осуществляется со специальных пультов, одного на каждые две установки.

Технология процесса изготовления сантехнических кабин предусматривает применение бетона марки 200 с осадкой конуса 3—4 см. Состав бетона: щебень фракций 5—10 мм — 1350 кг, песок с модулем крупности 1,7—630 кг, цемент марки 400—380 кг, вода — 170 кг, ННК — 25 л.

В процессе приготовления бетона в качестве ускорителя твердения используется добавка ННК (нитрит нитрат кальция) в виде водяного раствора 25—30-процентной концентрации; в пересчете на сухое вещество она составляет 2—3% массы цемента. ННК не вызывает коррозии арматуры, улучшает структуру бетона.

Оборачиваемость установок составляет 2 цикла в смену.

Цикл изготовления одного колпака, мин:	
Подготовка формы . . . . .	40
Формование . . . . .	10
Подъем температуры . . . . .	90
Изотермический прогрев . . . . .	70
Охлаждение . . . . .	20
Распалубка . . . . .	40
<b>Итого . . . . .</b>	<b>4 ч</b>

Чистка и уборка установок ведется скребками с удлиненной ручкой-трубкой, через которую подается сжатый воздух. Смазывают их эмульсионной смазкой ОЭ-2, которая под давлением подается в узел и разбрызгивается воздушной форсункой.

В раскрытою форму опускают пространственный каркас с навешенной дверной коробкой и обрамляющими рамками сантехнических проемов. Каркас собирают на кондукторе из плоских сеток путем отгиба их свободных концов возле углов кондуктора и дополнительно подвязывают проволокой.

Закрытая форма фиксируется стяжными болтами, установленными на уровне верхних рабочих площадок.

Бетонную смесь укладывают с помощью специальной мерной вибробадьи с регулируемой течкой. Этот способ является самым маневренным и экономич-

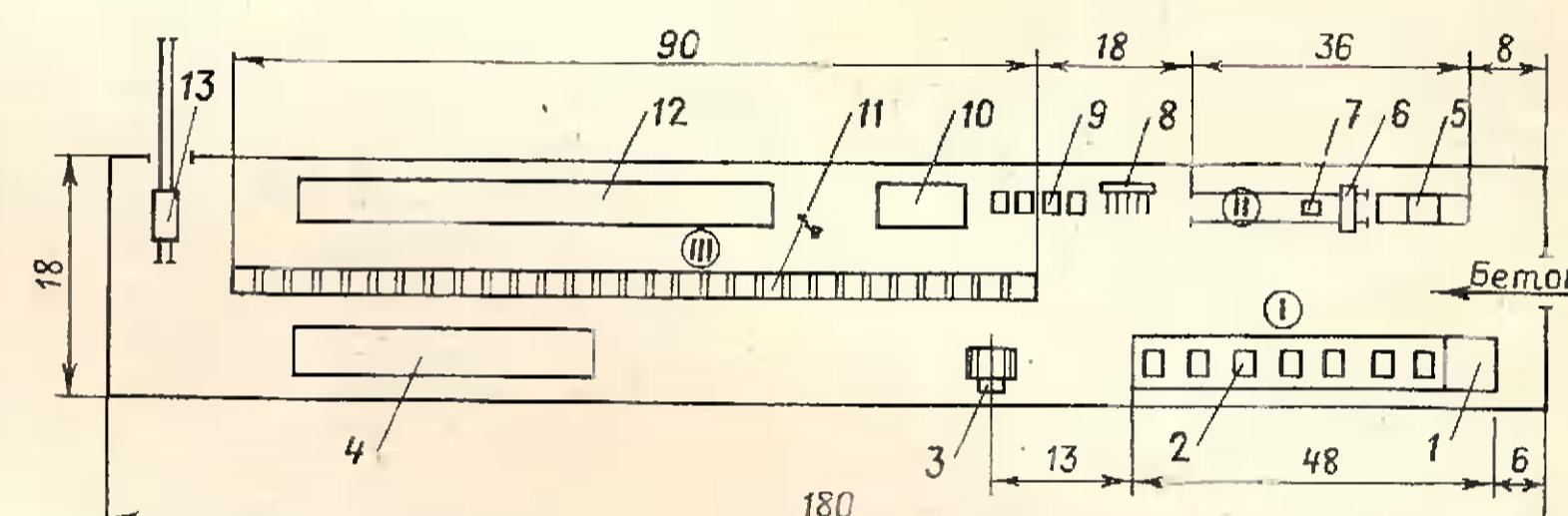
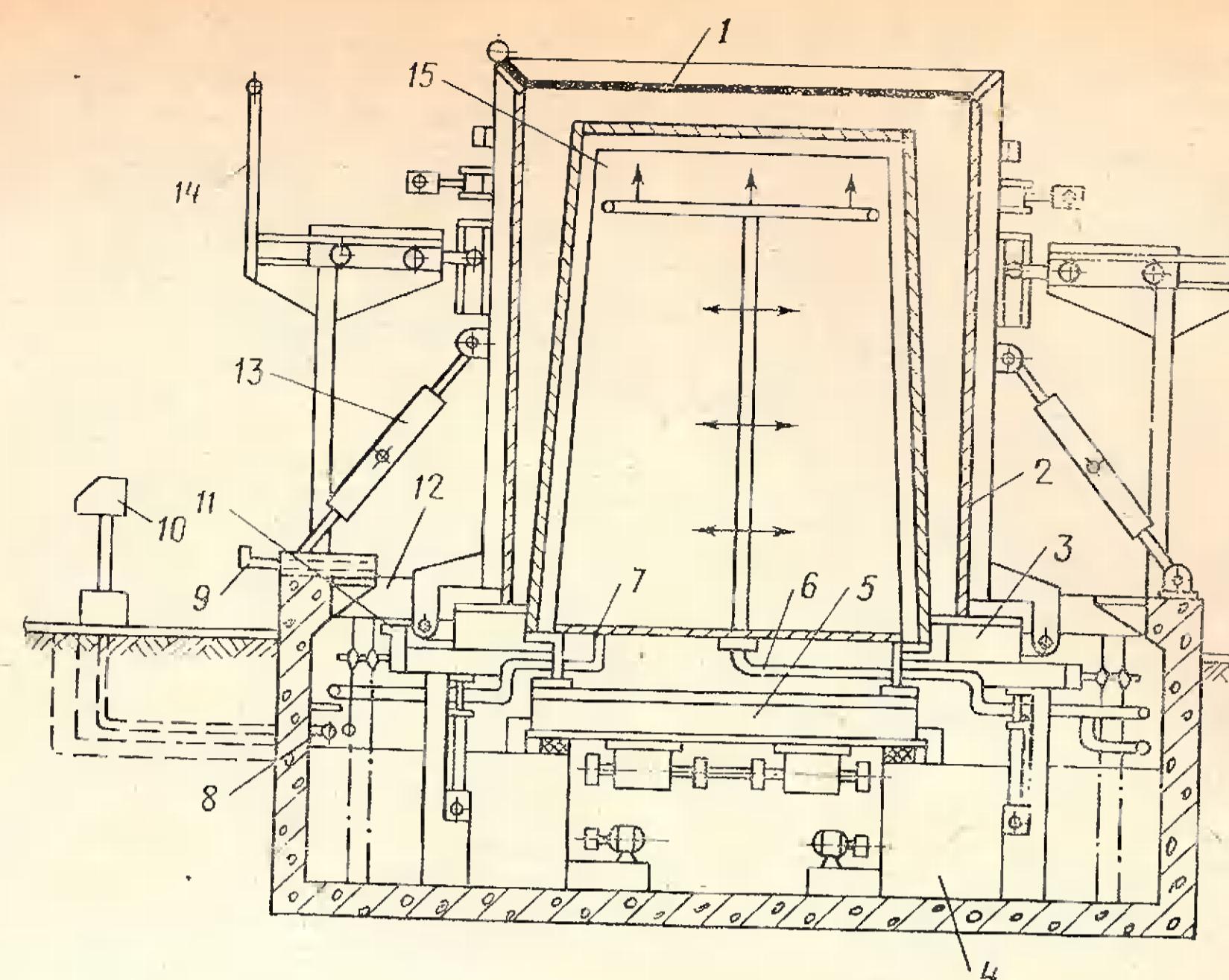


Рис. 2. Технологическая схема цеха  
 I — линия по изготовлению колпаков; II — линия по изготовлению поддонов; III — линия отделки и комплектации сантехкабин; 1 — коммуникационный узел; 2 — формующие установки ФУК-1 л/п; 3 — кондуктор сборки пространственных каркасов; 4 — промежуточный склад СТК; 5 — пропарочные камеры поддонов; 6 — затирочная машина; 7 — вибростол; 8 — стеллаж для поддонов; 9 — стапель сборки колпаков с поддонами; 10 — склад ванн и сантехнического оборудования; 11 — конвейер доводки; 12 — зона складирования отделочных материалов; 13 — вывозная тележка

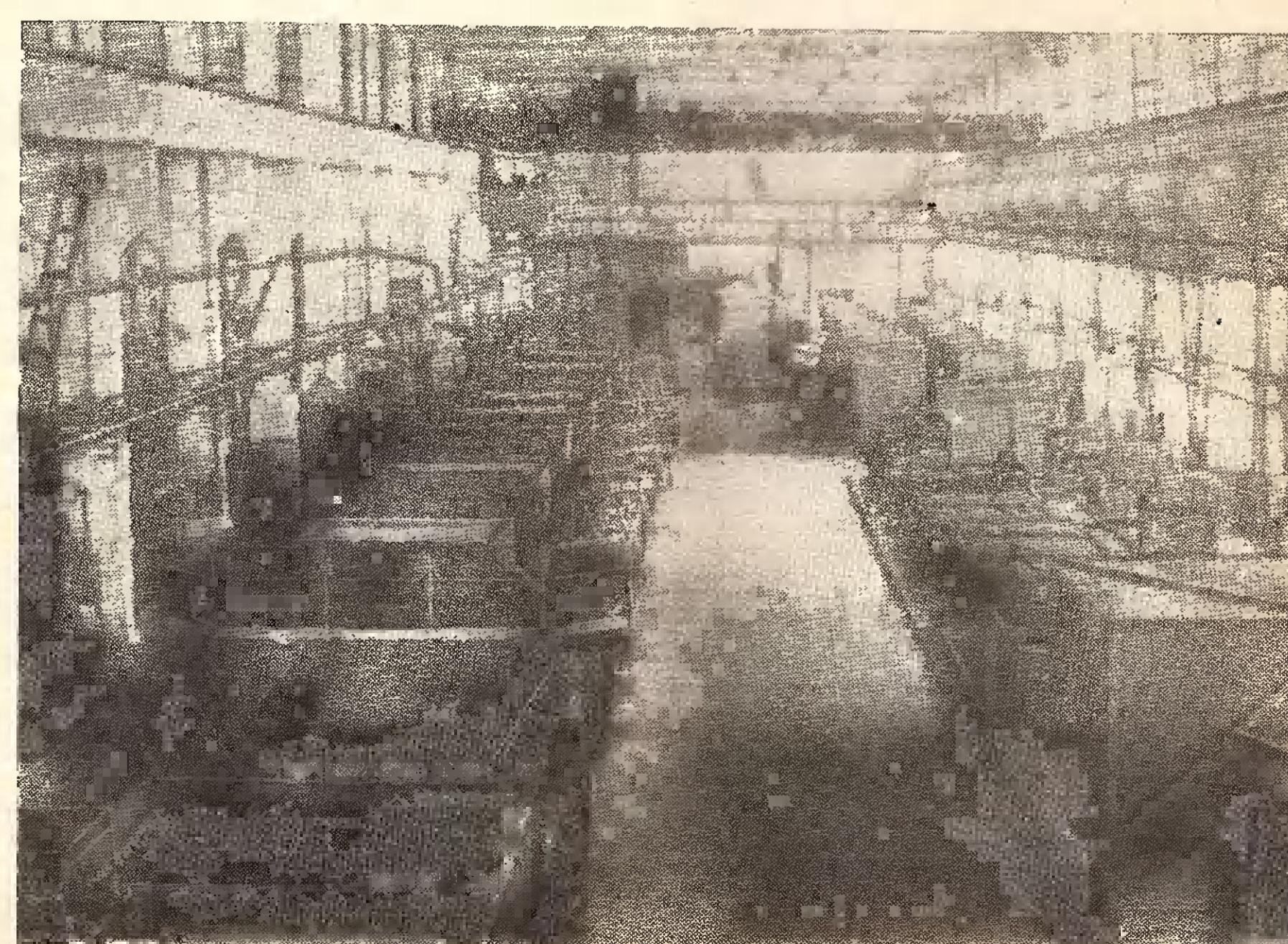


Рис. 3. Технологическая линия с установками ФУК-1 л/п. Участок для изготовления колпаков и поддонов

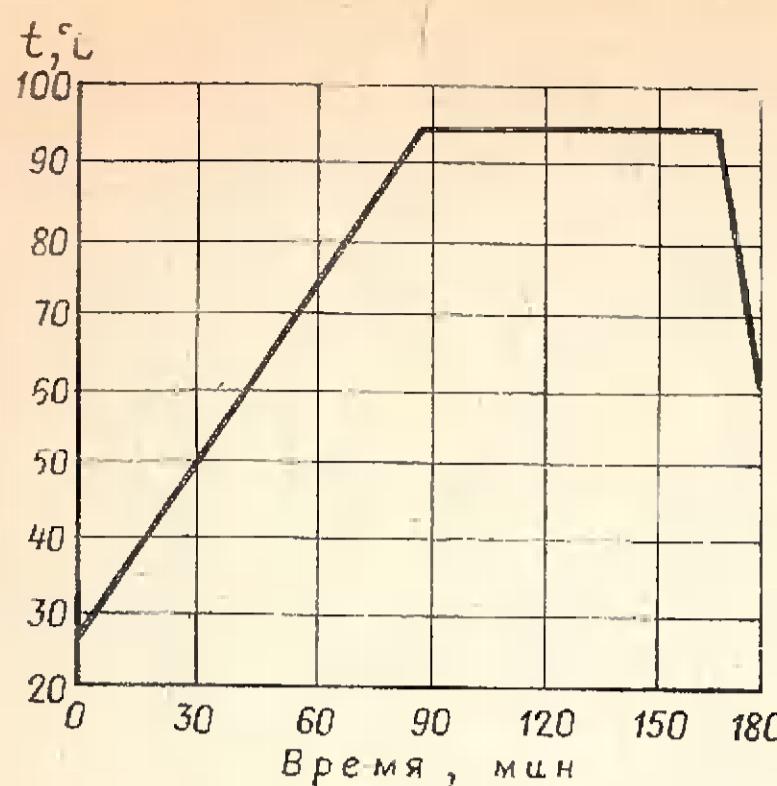


Рис. 4. График термообработки

ным. Одновременно с выдачей бетона включается вибростол и боковые вибраторы. Вибрация происходит в среднем 4—5 мин, а затем верх изделия укрывают резиновым ковриком.

Термообработка ведется паром, подаваемым в пространство сердечников. Давление пара в подводящем коллекторе в пределах 1 ати поддерживается регулятором давления прямого действия 25Ч—10НЖ «после себя». Подача пара к установкам осуществляется через дроссельные шайбы в период нагрева и изотермической выдержки. Давление в период нагрева поддерживается в пределах 0,4—0,45 ати, а при изотермической выдержке 0,25 : 0,30 ати, чем обеспечивается заданный температурный режим (рис. 4).

Отвод воздуха и конденсата осуществляется через специальный гидрозатвор. Чтобы можно было производить чистку и смазку сердечников, их необходимо быстро — в течение 10—15 мин — охладить до 45—50°С. Для эффективного охлаждения сердечников в течение 5 мин по перфорированным трубам после отключения пара подается под давлением холодная вода. Стекая по стенкам сердечников, вода охлаждает их. Окончательное остывание до требуемой температуры происходит в естественных условиях.

После охлаждения сердечников водой производится выпрессовка колпака на 250—300 мм. В таком положении колпак охлаждается в течение 10—15 мин и снимается мостовым краном с помощью самоцентрирующейся траверсы. Распалубочная прочность бетона 65—80 кгс/см<sup>2</sup> при температуре изделия 50—60°С. Через сутки пребывания сантехнической кабины в цехе прочность бетона возрастает до 120—130 кгс/см<sup>2</sup>.

Линия по изготовлению поддонов представляет собой обычную агрегатно-поточную линию, оснащенную стационарными постами для подготовки форм, вибростолом, затирочной машиной и пропарочными камерами. Поддоны формуют в одинарных раскрывающихся формах в положении «лицом вниз», с предварительно уложенной металлической плиткой. Арматурный каркас — пространственный с приваренными закладными деталями.

Распалубку изделия производят за две торцовые монтажные петли, затем готовые поддоны складируются на промежуточном стеллаже в вертикальном положении.

Сборка колпака с поддоном ведется на специальных постах или на конвейере доводки, пластинчатые накладки закладных деталей колпака и поддона свариваются в десяти точках. Конвейер доводки — цепной, тележечный, непрерывного действия на 32 поста с четырьмя тележками под каждую сантехкабину. Здесь производят установку ванны, монтируют сантехнические разводки, заделывают отверстия и закладные детали, а также электропроводку в пазах и нишах стен, выполняют столярные работы, шпаклевку и частично малярные работы.

Новая технологическая линия с установками ФУК-1 л/п для изготовления монолитных железобетонных сантехнических кабин типа «колпак» обеспечивает повышение производительности труда и оборудования за счет рационального конструктивного решения, автоматической выпрессовки и распалубки изделия, кратковременной подготовки установки, укладки бетона с помощью специального бункера с регулируемой течкой выдачи бетона.

За счет интенсивной вибрации сердечников, установленных на вибростоле, уменьшается расход цемента на бетон марки 200 с осадкой конуса 3—4 см.

В результате применения форсированного режима термообработки, жесткой бетонной смеси, химической добавки ННК и водяного охлаждения сердечников удалось увеличить оборачиваемость установки. На шести установках достигнута стабильная производительность — 34 сантехнических кабин в сутки.

Применение установки позволило улучшить условия труда, упростить обслуживание и управление, облегчить распалубку, сборку и разборку, обеспечить выполнение противошумных и противоизибирационных мероприятий.

### Выходы

Новая линия для изготовления сантехнических кабин позволила увеличить оборачиваемость установки, уменьшить трудоемкость изготовления санитарно-технических кабин, повысить культуру производства и улучшить условия труда формовщиков и обслуживающего персонала. Линия удовлетворяет современным требованиям технической эстетики.

Нач. техотдела Главкавминкурорт

УДК 69.057.124(479.2)

## О применении объемн

Задачу развития и расширения зоны кавказских минеральных вод можно осуществить только путем строительства крупных санаториальных комплексов с применением наивысшей степени индустриализации производства.

Центральный совет по управлению курортами профсоюзов, Минпромстрой СССР и ЦНИИЭП лечебных и курортных зданий приняли решение применить для спальных корпусов объемные керамзитобетонные блоки полной заводской готовности. ЦНИИЭП лечебных и курортных зданий разработал проект детальной планировки новой курортной зоны на 14 тыс. человек на юго-восточном склоне г. Машук в Пятигорске.

Спальные корпуса проектируются из объемных блоков, корпуса столовых и бальнеологических сооружений запроектированы со сборными железобетонными каркасами.

Специально для данного проекта разработаны объемные блоки шириной 3,32 м и высотой 3 м в чистоте (3,6×3,3 м в осях конструкций) для спальных корпусов санатория. Спроектировано три типа блок-комнат (Б-2, Б-3 и Б-5) на 1—2 человека, длиной 6, 4,8 и 3,6 м и блок Б-4, включающий санитарный узел, прихожую и коридор. Из нескольких типов блоков комponуются спальные корпуса с односторонним и двухсторонним расположением палат. Это позволяет применять различные варианты фасадов зданий, вписывая их в горный ландшафт.

Объемный блок представляет собой замкнутый железобетонный контур из легкого бетона типа «лежащий стакан». При сварке закладных деталей и замоноличивании вертикальных стыков блоки создают пространственную конструкцию, которая обеспечивает возможность строительства зданий высотой 5—6 этажей в районах сейсмичностью до 7 баллов.

В настоящее время Минпромстрой СССР при долевом участии ВЦСПС создают в Пятигорске производственную базу мощностью 2300 мест в год для изготовления объемно-блочных элементов по проектной документации, разработанной институтами Гипростроммаш и Гипронефтестрой (г. Куйбышев).

Строители Главкавминкурортстроя возводят основные цехи и монтируют формующее оборудование.

В основном корпусе расположено формовочное отделение, а в остальных — отделения комплектации и отделки объемных блоков.

В двух пролетах главного корпуса установлены 4 формовочных машины, 3 из которых имеют оборачиваемость 4 цикла в сутки, а 1 машина — оборачиваемость 1 цикл в сутки. С формующих машин

К. К. СНЕГИРЕВ

Канд. техн. наук Э. Л. ВАЙСМАН, инж. А. А. ТУЧНИН  
(ЦНИИЭП жилища)

УДК 624.074:691.328—46—412

## Пространственная работа объемных блоков типа „колпак“

предусматривается снимать 13 блоков в сутки.

Производство объемных блоков намечено осуществлять по замкнутой поточной схеме с двухстадийной тепловой обработкой.

Сначала формуется основание блока (пол), затем в формовочную машину, борта которой очищены, смазаны и раскрыты, передаточной тележкой транспортируется поддон с сердечником и арматурным каркасом. Борта закрываются, и происходит процесс бетонирования блока.

Подача керамзитобетонной смеси для стены и потолка блока осуществляется двумя самоходными бункерами (один подает пластичную, а другой — жесткую смесь).

Процесс бетонирования сопровождается вибрацией, вибраторы установлены на бортах машины и на виброшите.

После окончания бетонирования осуществляют первую стадию тепловой обработки объемного блока с помощью электронагревателей, установленных в сердечнике. В машине объемный блок прогревается в течение 2 ч 45 мин.

Затем с машины снимают виброшит, раскрывают борта, и поддон с отформованным блоком на передаточной тележке транспортируют в камеру вторичной тепловой обработки. Камера рассчитана на одновременный прогрев пяти блоков в течение 3 ч.

После второй стадии тепловой обработки блок освобождают от сердечника и мостовым краном передают на пост комплектации и сборки, а затем в пролет отделки.

Пролет отделки состоит из двух транспортерных линий, на одной из них отделяют только сантехнические, а на другой — спальные блоки. Между линиями располагаются контейнеры и стеллажи с материалами и оборудованием, необходимыми для отделки объемных блоков. Линия отделки санузлов состоит из 21 поста, а линия отделки спален — из 17 постов, что позволяет обеспечивать выпуск изделий полной заводской готовности.

Готовый блок с помощью самоходной тележки вывозят на склад готовой продукции, который представляет собой однопролетный корпус шириной 24 и длиной 156 м. На складе готовой продукции производят испытание объемных спальных и сантехнических блоков.

В настоящее время уже смонтирована формующая машина, произведено успешное пробное формование блоков.

В 1974 г. намечено завершить строительство базы по производству объемных блоков и произвести испытание фрагмента здания на сейсмические нагрузки.

В связи с проектированием и строительством в Вологде завода объемно-блочного домостроения ЦНИИЭП жилища провел комплекс работ по проверке и обоснованию конструктивных решений жилых домов из объемных блоков типа «колпак». Основным отличием принятых конструктивных решений от используемых другими организациями (Белгоспроект, Энергожилиндустрпроект, КиевзНИИЭП) является линейная схема опирания блоков по всему контуру.

Для выяснения напряженно-деформированного состояния, несущей способности, а также разработки методов расчета были проведены комплексные экспериментальные и теоретические исследования статической работы блоков.

Исследования проводились на двухэтажных фрагментах из железобетонных моделей в  $\frac{1}{4}$  натуральной величины и на натурных образцах блоков (НИИСК совместно с ЦНИИЭП жилища) [1]. Путем сравнительного моделирования проверялось влияние на работу блоков наличия проемов, величин эксцентриков вертикальных сжимающих сил, схем опирания. Натурные испытания использовались главным образом для выявления фактической несущей способности и проверки правильности конструирований отдельных узлов.

Было выявлено, что горизонтальные растворные швы между блоками смежных этажей препятствуют повороту опорных узлов под действием эксцентрично приложенной нагрузки и создают некоторое их защемление (рис. 1, б), которое существенно влияет на напряженно-деформированное состояние и несущую способность блоков при линейном опирании.

Влияние защемления изучалось при испытаниях фрагментов столба из моделей 1—5, 1—3 (без защемления) и 1—17, 1—16 (с защемлением). Основные параметры испытанных моделей приведены в таблице.

При первом испытании передача вертикальной нагрузки на стены моделей без защемления осуществлялась через цилиндрические шарниры из круглой стали (рис. 1, а). Цилиндрические шарниры не препятствовали повороту верхних опорных узлов моделей.

При втором испытании вертикальная нагрузка передавалась на растворные швы шириной 30 мм через металлические пространственные рамы, создающие защемление. Все швы выполнялись из цементного раствора марки 200—300 и армировались тканой сеткой. На рис. 2 для моделей блоков приведены эпюры по экспериментальным и теоретическим значениям прогибов стен из плоскости.

Величина разрушающих нагрузок на фрагмент равнялась в первом случае

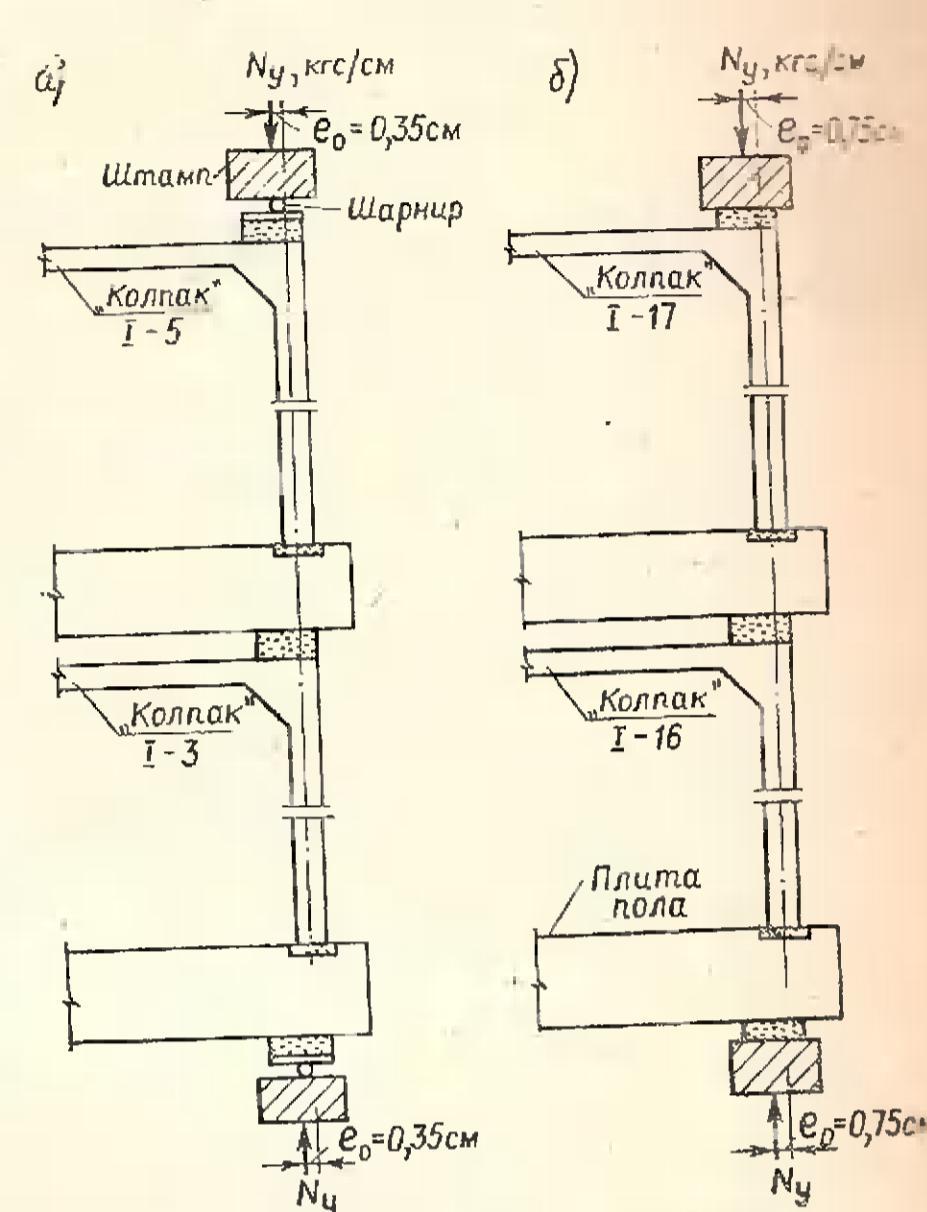


Рис. 1. Способ передачи вертикальных усилий в испытаниях моделей  
а — через шарниры; б — через растворные швы

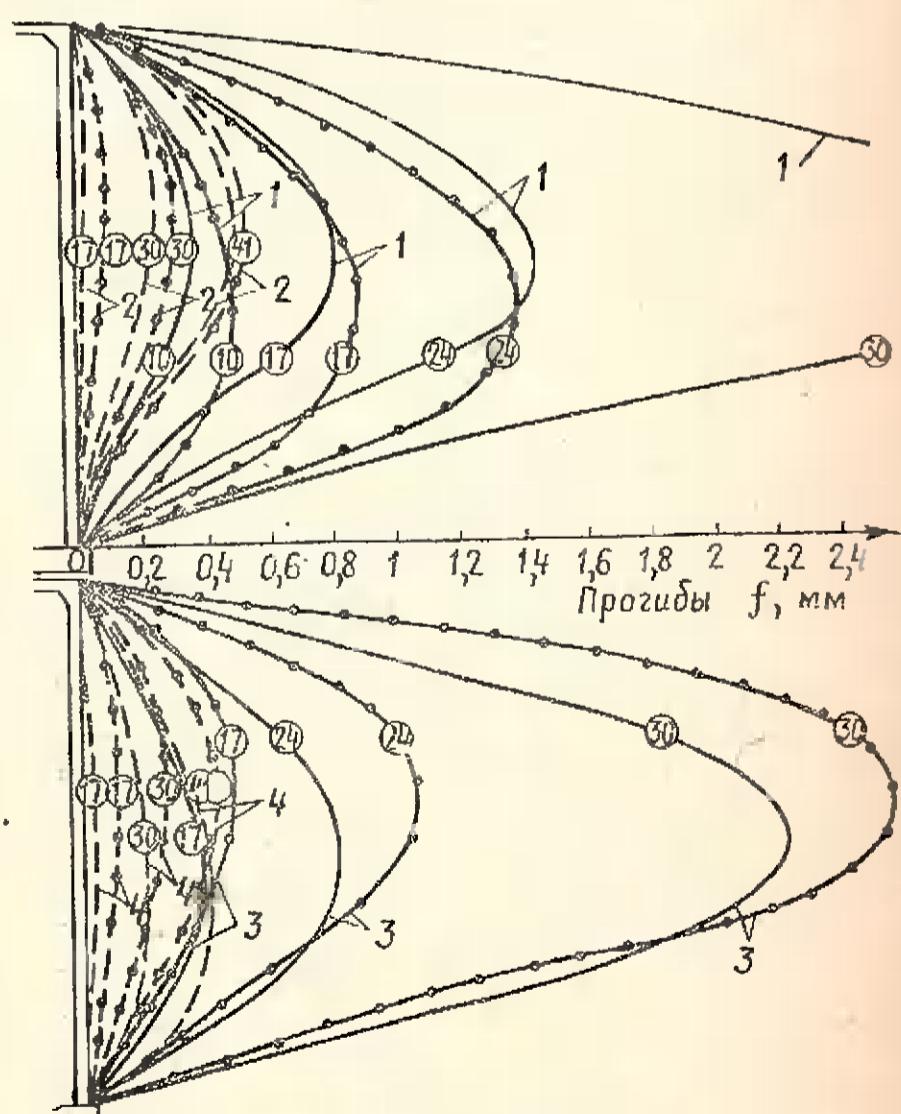


Рис. 2. Величины прогибов  $w$  стен моделей 1—1—5; 2—1—17; 3—1—3; 4—1—16:  
—●—●—●— экспериментальные данные без защемления моделей; —○—○—○— расчетные данные без защемления моделей; —·—·—·— расчетные данные с учетом защемления; ——— экспериментальные данные при защемлении моделей; (17) — при нагрузке 17,0 тс на блок

Модели блоков	Способ передачи усилий	Экспериментальные величины			Параметры кривой по формуле (3)		
		экцентри- ситет $e_0$	призменная прочность $R_{\text{пр.}}$ , кгс/см <sup>2</sup>	разрушаю- щая нагрузка на модель, тс	( $\times 10^5$ )	( $\times 10^{10}$ )	начальный модуль деформаций $E_0$ ( $\times 10^{-5}$ ), кгс/см <sup>2</sup>
1—5 1—3	По рис. 1, а	0,35	338 211	34 Не раз- рушился	13 638 54 771	35 565 43 939	2,812 2,276
1—17 1—16	По рис. 1, б	0,75	235 246	68 Не раз- рушился	61 369 34 351	36 994 38 753	2,748 2,58

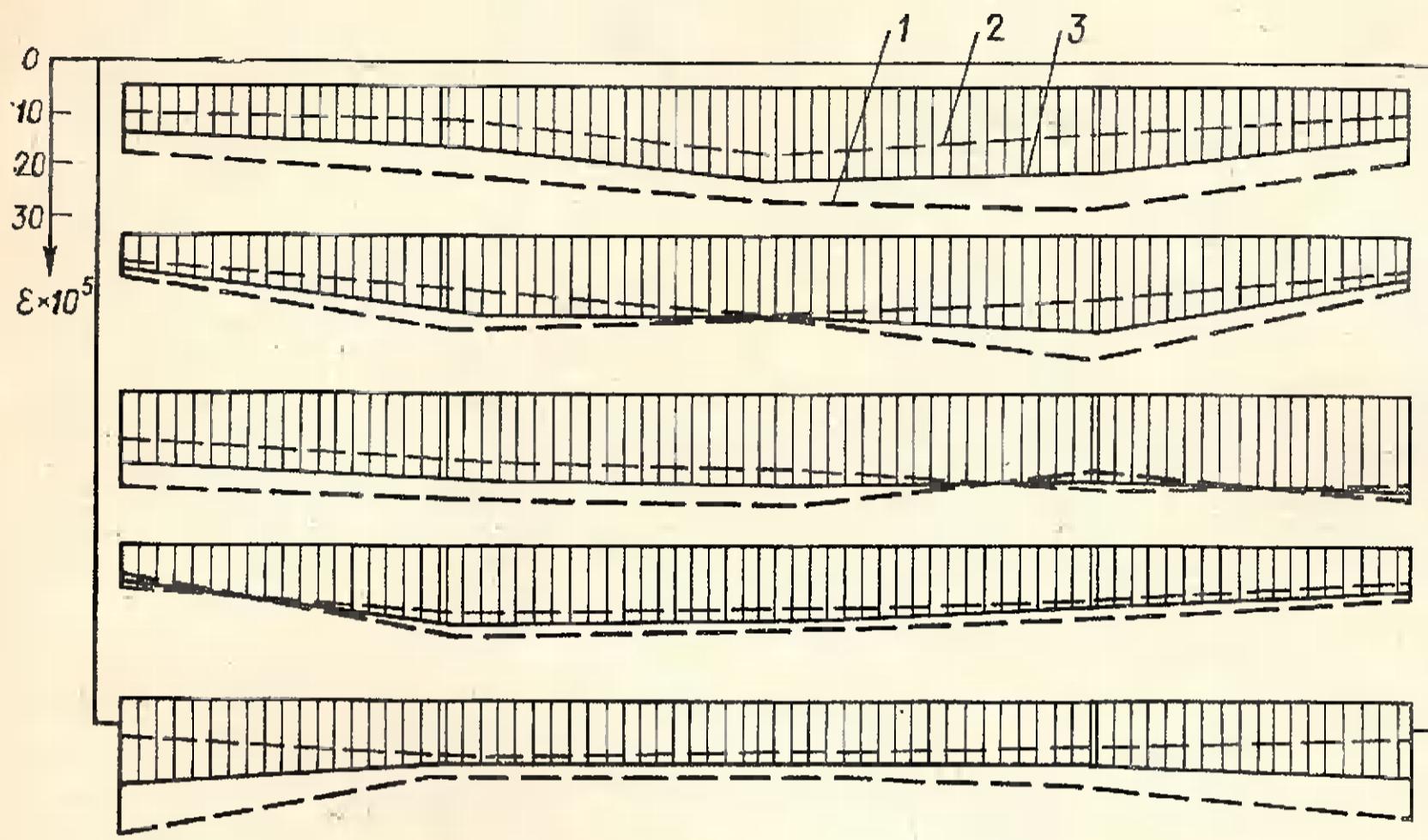


Рис. 3. Влияние деформации бетона  $\varepsilon_y$  в горизонтальных сечениях стен блока 1—5  
1—2 — фактические по двум продольным стенам; 3 — усредненные

34 тыс., во втором — 68 тыс. Прогибы граней при наличии защемления снижались в 3—4 и более раз (в зависимости от уровня нагрузки). Для фрагмента без защемления максимальные прогибы продольных стен из плоскости блока 1—5 за этап до разрушения (30,4 тс) были равны 2,8 мм. Во фрагменте с защемлением (блок 1—17) на предпоследнем этапе (63,6 тс) — 2,4 мм.

В испытаниях были получены следующие данные, необходимые для построения расчетной методики.

Эпюры распределения вертикальных относительных деформаций в различных горизонтальных сечениях стен блоков близки к равномерным (рис. 3). Относительные горизонтальные деформации на порядок меньше вертикальных.

Большая часть нагрузки (до 80—90%) при опирании по контуру приходится на продольные стены.

Максимальные величины прогибов стен из плоскости вплоть до разрушающих нагрузок не превышают  $1/5$  толщины стен ( $\omega_{\text{макс}} < \Delta/5$ ).

Стены блоков, являющиеся наиболее ответственными элементами конструкции, испытывают внецентренное сжатие, в случае защемления — внецентренное сжатие с малыми эксцентрикитетами. Трещины в них возникают на эпюрах загружения, близких к разрушению.

Разрушение блоков (рис. 4) происходит по горизонтальному сечению стен в средней трети их высоты.

Максимальные величины прогибов наблюдаются, как правило, в середине продольных стен, уменьшаясь к опорам до нуля. Прогибы торцевых стен значительно меньше прогибов продольных стен.

Блоки при всех видах нагрузок работают как пространственные системы из-за монолитного соединения граней, защемление блоков в столбе, в свою очередь, эквивалентно наложению дополнительных связей между блоками.

Рис. 4. Форма разрушения модели 1—17



На основании этих данных предложена методика расчета отдельных блоков с линейным опиранием и столбов из них [1]. Работа стен описывается дифференциальным уравнением продольного изгиба пластины при превалирующем влиянии сил одного направления, с учетом упруго-пластической работы бетона [2]:

$$k \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{N_y \partial^2 w}{D_c \partial y^2} = 0, \quad (1)$$

где  $k = 0,25 + 0,75 E_k/E_c$ ;  $D_c = E_c \Delta^3 / [12(1 - \nu^2)]$ ;  $E_k = d\sigma/d\varepsilon$ ;  $E_c = \sigma/\varepsilon$  — текущие значения касательного и секущего модулей.

Сила  $N_y$  считается равнораспределенной в направлении  $x$ .

Вертикальные усилия  $N_y$  с блока на блок передаются через упруго-податливые швы-плоскости с некоторым неизвестным заранее эксцентрикитетом  $e_i(x)$  относительно серединной плоскости стеков:

$$M_i(x) = N_y e_i(x). \quad (2)$$

Определение в процессе решения значений функций  $M_i(x)$  позволяет вычислить величину защемления. Расчетная схема блока и столба показана на рис. 5.

Границными условиями описывается совместная работа блоков в столбе с учетом жесткостей изгибных связей внутри блока  $B_N$  и между блоками  $B_c$ .  $B_N$  и  $B_c$  являются функциями сил  $N_y$  и постоянны в направлении  $x$ .

Решение уравнения (1) с граничными условиями реализовано методом последовательных нагружений в программе «ОЗНОБ», разработанной в ЦНИИЭП жилища для ЭЦВМ «Минск-22» [1]. По этой программе определяется напряженно-деформированное состояние блоков всех этажей без учета и с учетом защемления в столбе.

Кривые  $\sigma - \varepsilon$  для одноосного сжатия бетона стен блоков в упомянутой программе аппроксимируются кубической параболой:

$$\varepsilon = z_1 \sigma^3 + z_2 \sigma, \quad (3)$$

где  $z_1$  и  $z_2$  определяются по методу наименьших квадратов.

На каждом этапе в расчет вводились текущие величины касательного и секущего модулей деформаций.

Величины  $B_N$  и  $B_c$  определялись с использованием результатов испытаний швов при центральном сжатии по формуле

$$B = \frac{E_{\text{ш}} \Delta_{\text{ш}}^3}{12 h_{\text{ш}}}, \quad (4)$$

где  $E_{\text{ш}}$ ,  $\Delta_{\text{ш}}$  и  $h_{\text{ш}}$  — условный модуль деформаций при центральном сжатии, ширина и высота шва.

Проведено также сравнение результатов статического испытания натурных блоков типа «колпак», выполненного НИИСК, с данными расчета. Рассматриваются результаты испытания только нижнего блока фрагмента, так как верхний имел значительные дефекты.

Характеристики блока: кубиковая прочность бетона 200 кгс/см<sup>2</sup>; характери-

стадии второй б—8 по данным испытаний блоков  $10 \times 10 \times 40$  см,  $z_1 = 0,6535 \cdot 10^{-10}$ ;  $z_2 = 0,46248 \cdot 10^{-5}$ ; коэффициент Пуассона — 0,25; размеры блока  $610 \times 300 \times 300$  см; толщина стен в среднем 6,5 см, потолка — 5 см;  $e_0 = 1,75$  см; всего было 19 этапов нагружения, величина шага нагрузки равнялась 40 тс (32,8 кгс/см<sup>2</sup> стены).

Разрушения блока от вертикальной нагрузки достичь не удалось, так как сумма  $\Sigma N_y = 780$  тс была исчерпана мощность испытательного оборудования.

Ширина  $\Delta_{sh}$  и высота  $h_{sh}$  растворных швов между колпаком и полом и между блоками были соответственно 6 и 1,8 и 2 см. При определении жесткостей этих швов модуль деформаций раствора принимался равным 7000 кгс/см<sup>2</sup>, что примерно соответствует податливости горизонтальных швов крупнопанельных конструкций при высоте шва 2 см [3].

На рис. 6 приведены эпюры теоретических изгибающихся моментов  $M_y$  и прогибов  $w$  из плоскости в среднем вертикальном сечении стен блока, полученные с учетом и без учета защемления.

Там же нанесены полученные в эксперименте значения прогибов стен с вычетом осадок опор. Учет защемления при расчете приводит к снижению величин  $w_{max}$  и  $M_y$  в стене в 2—4 раза (большая разница соответствует большому уровню нагрузки).

Экспериментальные величины прогибов хорошо соответствуют теоретическим, рассчитанным с учетом защемления (отличие на 10—15%). Расчеты проведены в широком диапазоне жесткостей швов  $B_N$  и  $B_c$ . При увеличении и уменьшении  $B_N$  по сравнению с основным вариантом в 10 раз величины прогибов изменяются не более чем в 1,5 раза.

Более значительно на величины  $w_{max}$  и  $M_y$  влияет изменение  $B_c$ . На рис. 6 показана расчетная зависимость величин  $w$  от  $B_c$  при защемлении блока. При уменьшении  $B_c$  в 10 раз значения  $w_{max}$  возрастают в 4—5 раз, приближаясь к значениям  $w_{max}$  в блоке без защемления.

Принятые в основном варианте расчета значения  $B_N$  и  $B_c$  позволяют достаточно хорошо описать фактическую работу конструкций.

Результаты испытаний железобетонных моделей в  $1/4$  натуральной величины [1] также сравнивались с результатами расчетов по программе «ОЗНОБ». Размеры моделей  $130 \times 80 \times 65$  см; толщины стен, потолка, пола 1,5; 1,2 и 4,5 см. Шаг нагрузки — 3,4 тс на блок.

Характеристики бетона, определенные по испытаниям призм  $4 \times 4 \times 16$  см, приведены в таблице. По аналогии с расчетами натурных конструкций  $E_w = 7000$  кгс/см<sup>2</sup>.

Получено качественное и количественное соответствие величин прогибов (см. рис. 2) для четырех моделей с результатами расчетов на всех этапах нагрузки. Расхождение между величинами максимальных прогибов также не превышает 10—15%. Такая же разница получалась и при определении величин разрушающих нагрузок для моделей.

В ЦНИИСК были проведены аналогичные испытания на моделях в  $1/2$  натуральной величины [4]. Величины про-

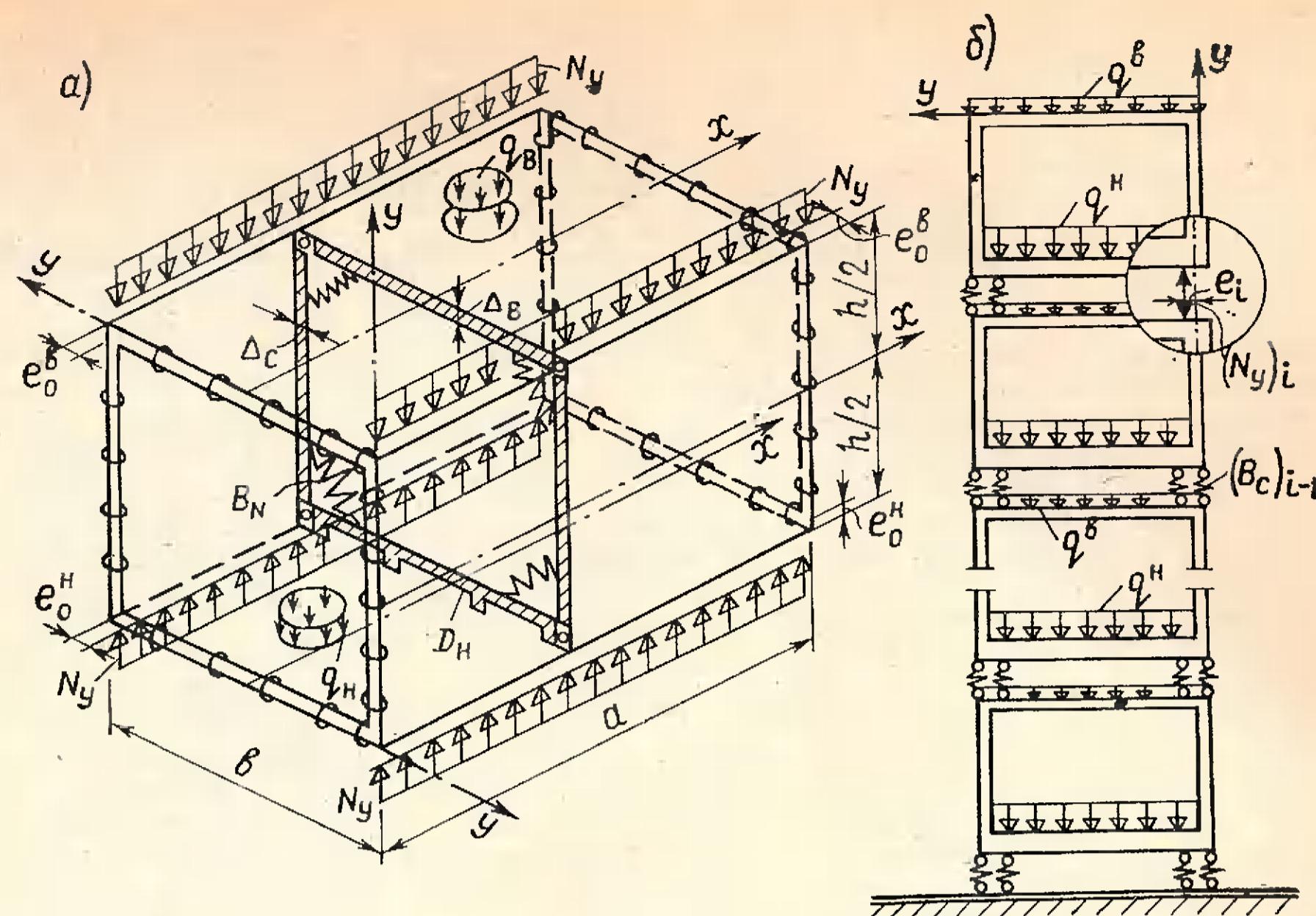


Рис. 5. Расчетная схема объемного блока (а) и столба блоков (б)

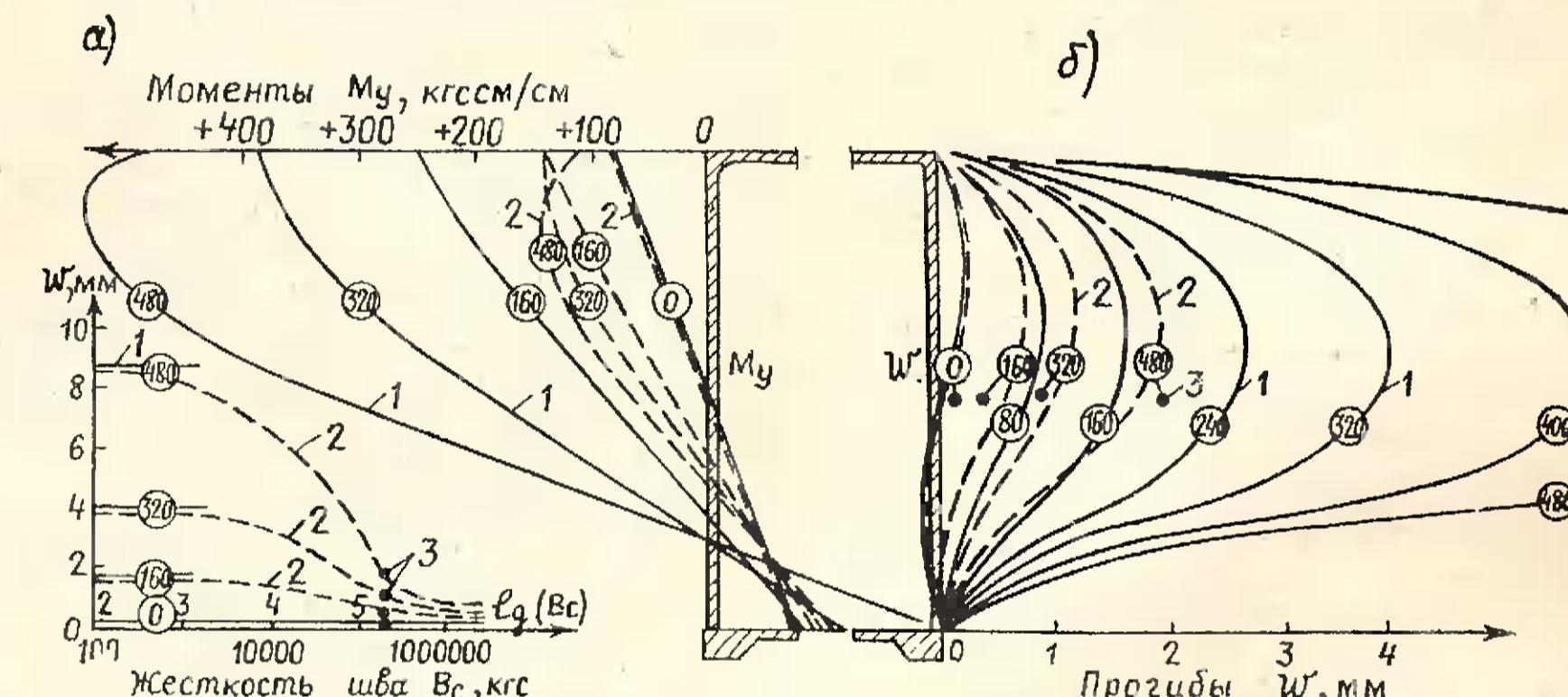


Рис. 6. Величины прогибов  $w$  и изгибающихся моментов  $M_y$  для натурного блока  
а — эпюры  $M_y$ ; б — эпюры  $w$ ; в — зависимость величин  $w_{max}$  в стене от жесткостей швов  $B_c$ ; 1 — расчетные без учета защемления; 2 — расчетные с учетом защемления; 3 — экспериментальные значения; (160) —  $w$  и  $M_y$  при нагрузке 160 тс на блок

гибов, деформаций и разрушающих нагрузок, полученные при испытаниях, находятся в соответствии с данными настоящей работы. Вполне удовлетворительно сходятся также результаты испытаний ЦНИИСК с расчетами по программе «ОЗНОБ».

Аналогичный эффект уменьшения величин фактических эксцентрикитетов и увеличения несущей способности был ранее отмечен при учете защемления панелей несущих стен крупнопанельных зданий.

Изложенные в настоящей статье вопросы будет продолжено для уточнения влияния на работу блоков проемов, длительного действия нагрузок, более сложных их сочетаний и т. д.

## Выводы

Результаты исследований позволили уточнить расчетную схему конструкции, выявить влияние защемления блоков в столбе на снижение величин изгибающихся моментов и прогибов, повышение несущей способности блоков, а также предложить практический метод расчета и программу для ЭЦВМ. По этой програм-

ме в «Рекомендациях по расчету и конструированию зданий до 9 этажей из несущих железобетонных объемных блоков» определены параметры напряженно-деформированного состояния блоков наиболее массовых типоразмеров.

Изучение изложенных в настоящей статье вопросов будет продолжено для уточнения влияния на работу блоков проемов, длительного действия нагрузок, более сложных их сочетаний и т. д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Здания из объемных блоков. М., Стройиздат, 1974. с. 89—212. Авт.: Монфред Ю. Б., Николаев Н. А., Бердичевский В. Г. и др.
2. Вольмир А. С. Устойчивость деформируемых систем. М., «Наука», 1967.
3. Указания по проектированию конструкций крупнопанельных бескаркасных жилых домов высотой 10—16 этажей. М., ЦНИИЭП жилища, 1968.
4. Морозов Н. В., Миникуев Ш. С. Исследование работы объемных блоков. Реферативный сборник ЦНИИС, 1973, № 11.

Д-р техн. наук, проф. Б. В. СТЕФАНОВ (КИСИ), инж. Я. Д. ЛИПОВОЙ  
(НИИСК, Киев)

УДК 691.327:666.973.2:666.64—492.3—46—412

## Оптимизация составов вакуумированного керамзитобетона для цельноформованных объемных элементов

Способ вакуумирования получил широкое применение при формировании изделий из тяжелых бетонных смесей [1—2]. Производство объемных элементов из тяжелых вакуумированных бетонов освоено на Кременчугском ДСК экспериментального объемно-блочного домостроения. На комбинате предполагается организовать изготовление объемных элементов, комплектующих и доборных изделий из легких бетонов.

В связи с этим в НИИСК Госстроя СССР исследовали составы мелкозернистых вакуумированных керамзитобетонов для цельноформованных объемных элементов на образцах-кубах с длиной ребра 7,07 см. Образцы формовали способом вибровакуумирования в специальной вакуумной форме. Вакуумирование бетонной смеси производилось снизу при разряжении, равном 0,7 атм. Твердение керамзитобетона осуществлялось в лабораторной пропарочной камере с автоматическим регулированием температуры по режиму 2+6+2 ч, изотермический прогрев происходил при температуре 80°C. Образцы испытывали через 28 сут после тепловой обработки.

Для приготовления керамзитобетонной смеси применяли портландцемент марки 500 (ГОСТ 310—60), керамзит Керченского завода фракции 5—10 мм и объемной насыпной массой 650 кг/м<sup>3</sup>. В качестве мелкого заполнителя использовали дробленый керамзитовый песок фракции 0—5 мм. Песок рассеивался на отдельные фракции, из которых составлялись необходимые зерновые составы (среднее значение объемной насыпной массы песка 960 кг/м<sup>3</sup>).

Подвижность используемой для формования образцов бетонной смеси различных составов регулировалась путем изменения ее водосодержания и выдерживалась постоянной, в пределах 16—19 см осадки стандартного конуса. Принятое значение осадки конуса оптимально при формировании объемных элементов на вакуумных установках типа МОБ-УВ-1.

Установлено [3, 4], что прочность легкого бетона на данном пористом заполнителе можно рассматривать как функцию количества и качества содержащегося в нем раствора. Исходя из этого изучали свойства как вакуумированных керамзитобетонов, так и входящих в их состав растворов.

Для проведения опытов было назначено пять составов цементно-керамзитовых растворов: 1:0,65; 1:1; 1:1,3; 1:1,6 и 1:2. Путем постепенного насыщения раствора керамзитом получали различные составы смесей с объемной концентрацией керамзита ( $\phi$ ) от 0 до 0,6.

Опытным путем определяли оптимальный зерновой состав пористого песка фракции 0—5 мм для вакуумированного керамзитобетона. Зерновые составы керамзитового песка фракции 0,14—5 мм принимали по кривой, соответствующей уравнению

$$y = \left( \frac{d}{D} \right)^n,$$

где  $y$  — количество песка, прошедшего через сито в долях единицы;  $d$  — размер отверстия сита в мм;  $D$  — диаметр наиболее крупных зерен песка в мм;  $n$  — показатель гранулометрии, изменяемый в наших опытах от 0,1 до 0,6. Содержание пылевидной фракции в керамзитовом песке было постоянным и составляло 25% объема остальных фракций. Максимальная прочность вакуумированного раствора получена при использовании керамзитового песка, зерновой состав которого характеризовался показателем гранулометрии  $n=0,3—0,35$  (рис. 1, а). Установлено также, что объемная масса раствора с увеличением показателя гранулометрии снижается до 3%.

Оптимальному зерновому составу пористого песка для вибророванных легких бетонов кассетного формования соответствует показатель гранулометрии  $n=0,6$  [5]. Сравнивая значения  $n$  для вакуумированного и вибророванного легких бетонов, можно отметить, что зерновой состав песка для вакуумированного бетона отличается более высоким содержанием мелких (0,14—1,25 мм) фракций.

Изучали также влияние наиболее активной составляющей керамзитового песка крупностью до 0,14 мм на свойства вакуумированного раствора. Для каждого из принятых составов раствора содержание пылевидной фракции в керамзитовом песке изменялось от 0 до 60% по объему.

С повышением до определенного предела содержания пылевидной фракции в керамзитовом песке прочность ва-

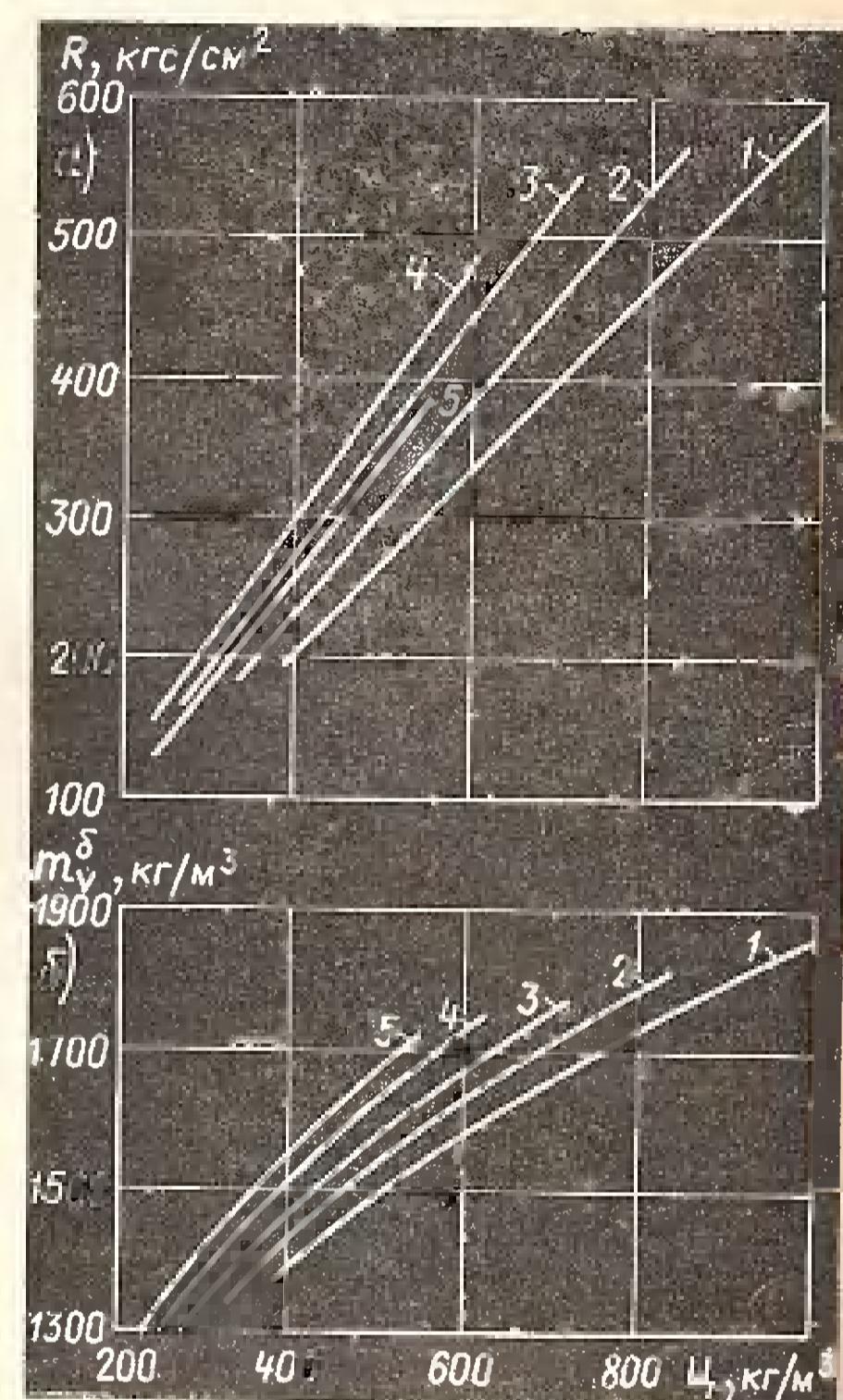
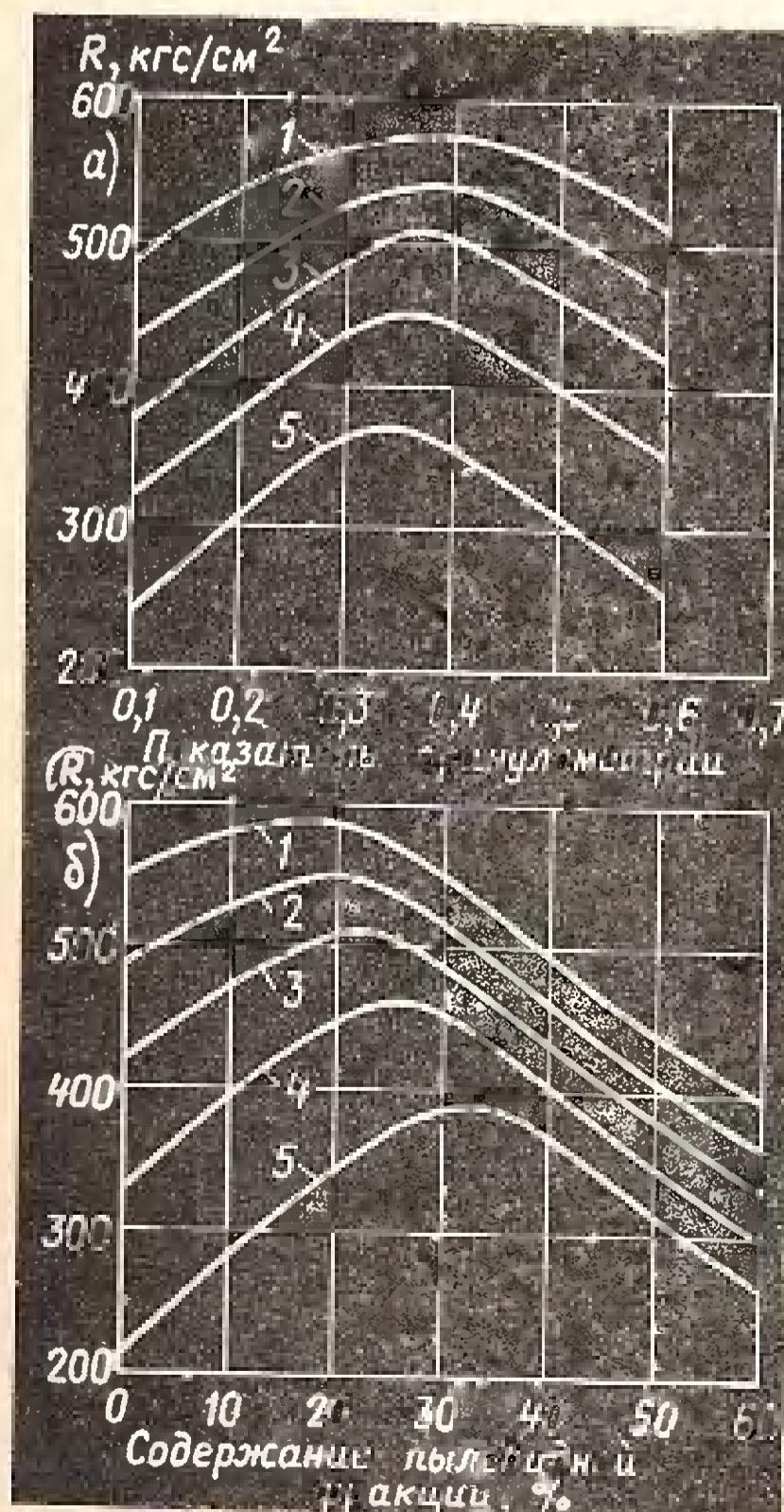


Рис. 1. Влияние гранулометрического состава керамзитового песка фракций 0,14—5 мм (а) и 0—0,14 мм (б) на прочность вакуумированного раствора  
1, 2, 3, 4 и 5 — составы раствора, соответственно 1:0,65; 1:1; 1:1,3; 1:1,6 и 1:2

куумированного раствора увеличилась (рис. 1, б). В зависимости от расхода цемента максимальное значение прочности получено при содержании пылевидной фракции в песке от 15 до 35%. Дальнейшее увеличение количества мелких частиц керамзитового песка, сверх экстремального (по прочности) значения, вызвало резкое снижение прочности раствора, особенно для составов с высоким расходом цемента. Увеличение содержания пылевидной фракции в керамзитовом песке повысило также объемную массу вакуумированного раствора. Однако по сравнению с ростом прочности объемная масса раствора увеличивалась не более чем на 10%.

Введение пылевидной фракции песка способствовало также улучшению формовочных свойств керамзитобетонной смеси: повышались удобоукладываемость и однородность смеси.

Последующие опыты проводили с использованием керамзитобетонных смесей, приготовленных на пористом песке оптимальной гранулометрии. Сохраняя постоянным (в пределах одной серии составов) соотношение между цементом и песком, при одинаковой степени вакуумуплотнения достигалась практически равновеликая прочность раствора в каждом из составов вакуумированного бетона данной серии. На основании этого можно считать, что повышение прочности керамзитобетона с увеличением расхода цемента (рис. 2, а) обусловлено увеличением количества раствора. Уменьшение же количества раствора при соответствующем повышении объемной концентрации керамзита (рис. 3, а) вызвало снижение прочности керамзитобетона. Большой прочностью обладал вакуумированный керамзитобетон, содержащий раствор более высокого качества.

Изменение объемной массы керамзитобетона (рис. 2, б и 3, б) в значительной мере обусловлено изменением содержания в нем крупного заполнителя. Повышение объемной концентрации керамзита способствовало уменьшению объемной массы бетона. При данном значении объемной концентрации керамзита большей объемной массой характеризовался керамзитобетон с более высоким расходом цемента.

Из рис. 2, а следует, что при постоянном расходе цемента прочность вакуумированных керамзитобетонов разных составов различна. Это объясняется изменением соотношения между мелким и крупным заполнителями ( $r = \frac{M}{M+K}$ ), оказывающего существенное влияние на свойства легких бетонов.

Для определения оптимального соотношения между крупным и мелким заполнителями для вакуумированных керамзитобетонов марок 200—300 были проведены дополнительные опыты с использованием смесей, в которых при постоянном расходе цемента (300 и 400 кг/м<sup>3</sup>) и оптимальном составе керам-

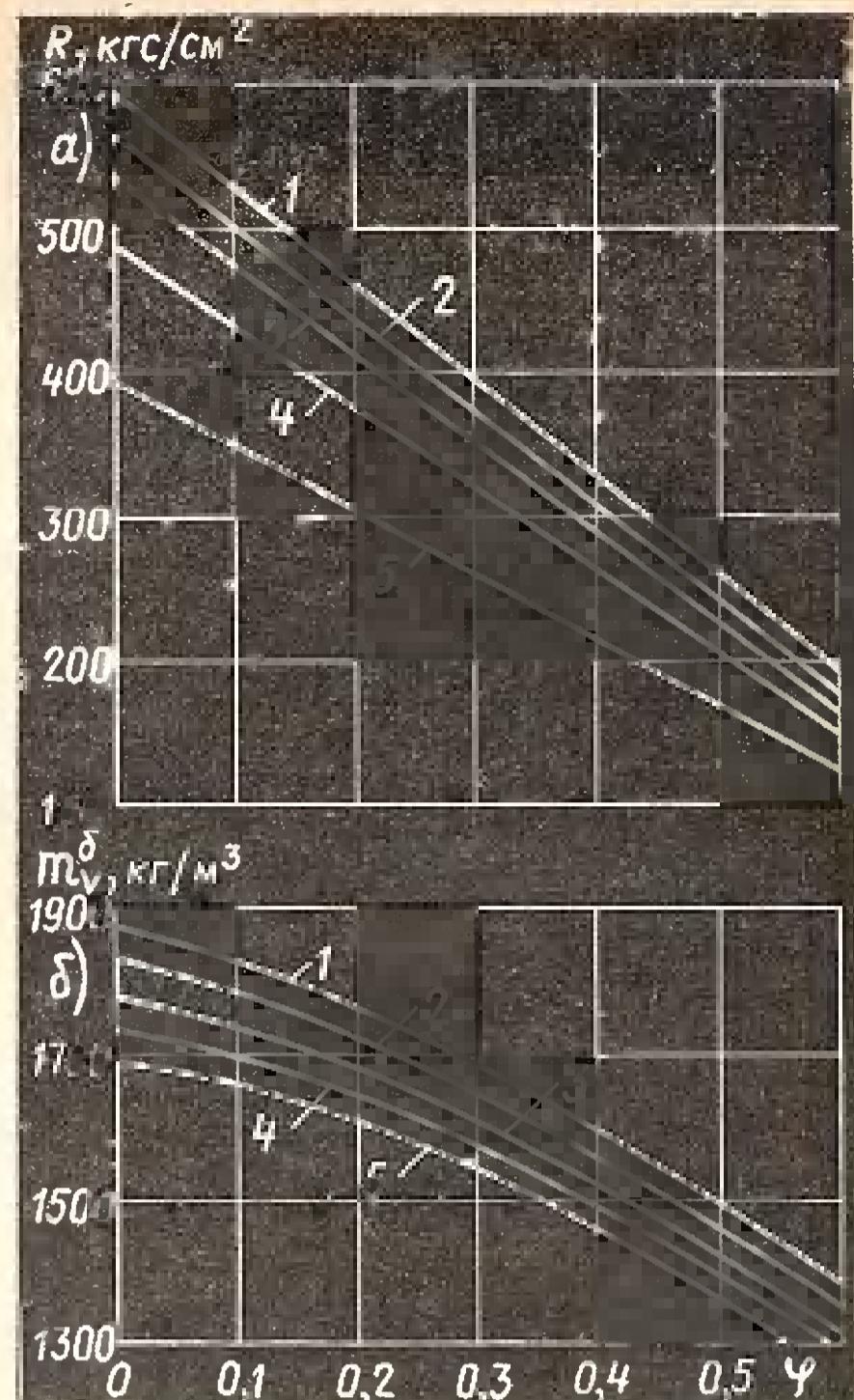


Рис. 3. Зависимость прочности (а) и объемной массы (б) вакуумированного керамзитобетона от объемной концентрации керамзита 1, 2, 3, 4 и 5 — как на рис. 1

зитового песка значение  $r$  изменялось от 0,3 до 0,7. Максимальная прочность керамзитобетона была получена при  $r = 0,6$ . Оптимальное содержание керамзитового песка в смеси пористых заполнителей находится в пределах  $r = 0,5—0,6$ .

Сравнивая полученные экспериментальные данные с техническими показателями вибровакуумного способа формования объемных элементов из тяжелых бетонов, необходимо отметить, что при практическом одинаковом расходе цемен-

та для марок бетона 200—300 достигается значительное (на 600—1000 кг/м<sup>3</sup>) снижение объемной массы бетона. Это позволяет в условиях действующих предприятий и с использованием существующего технологического оборудования уменьшить массу объемных элементов в 1,3—1,7 раза.

## Выводы

Оптимальному зерновому составу керамзитового песка фракции 0,14—0,25 мм соответствует показатель гранулометрии  $n = 0,3—0,35$ . В зависимости от расхода цемента в керамзитовый песок целесообразно вводить от 15 до 35% объема пылевидной фракции, содержание которой должно быть тем больше, чем ниже расход цемента.

Зерновой состав керамзитового песка для вакуумированного керамзитобетона отличается более высоким по сравнению с виброуплотненным керамзитобетоном содержанием мелких (до 1,25 мм) фракций.

Оптимальное соотношение между мелким и крупным пористыми заполнителями в мелкозернистом вакуумированном керамзитобетоне характеризуется значением  $r = 0,5—0,6$ .

Применение оптимального зернового состава пористых заполнителей при расходе цемента 300—400 кг/м<sup>3</sup> позволяет получить вакуумированный керамзитобетон марок 200—300 при объемной массе 1400—1500 кг/м<sup>3</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

- Хромых Б. А., Сулковский И. А. Изготовление железобетонных лотков вакуумированием. Ташкент. УзИНТИ, 1966.
- Артемцев В. П. Вакуумный метод изготовления объемных элементов—«Будівельні матеріали і конструкції», 1970, № 4.
- Корнилович Ю. Е. Вопросы прочности легких бетонов. — «Бетон и железобетон», 1962, № 2.
- Симонов М. З. Основы технологии легких бетонов. М., Стройиздат, 1973.
- Комисаренко Б. С. Исследование особенностей технологии изготовления керамзитобетонных панелей в кассетных формах. — В кн.: Всесоюзная конференция по легким бетонам (тезисы докладов) [Минск, 1970]. М., Стройиздат, 1970.

Канд. техн. наук Г. Б. ГИРШТЕЛЬ, инж. В. А. ЛАСТИК  
(ЭКБ НИИСК, Киев)

УДК 691.328—46—412:693.542:532.11

## О давлении бетонной смеси на борта формовочных установок для изготовления объемных элементов

При проектировании и расчете формовочных установок для изготовления объемных элементов необходимо знать величину и закономерности давления бетонной смеси. При высоте слоя бетонной смеси 3 м и более, а также площади стен до 20 м<sup>2</sup> важно установить как статическое, так и динамическое давление смеси на борта формовочных установок.

Проводили исследования давления на борта формовочных установок четырех типов: на вибровакуумной машине, на установке кассетного типа, на машине непрерывного формования и на установке с подачей и укладкой бетонной смеси методом нагнетания.

Для определения величины давления использовали датчики мембранныго типа

и измерительную схему, разработанную в НИИСК [1].

Давление бетонной смеси на опалубку при изготовлении объемных элементов по методу вибровакуумирования определяли на фрагменте формующей установки.

Откидной борт установки представляет собой вакуум-щит. В неподвижном борте заподлицо с его поверхностью были установлены в специальные отверстия по высоте борта четыре датчика давления: нижний на расстоянии 10 см от дна, остальные — на расстоянии 85 см один от другого.

Фрагменты объемного элемента высотой 275, шириной 68 и толщиной 4 см изготавливали из бетонной смеси с под-

вижностью 19 см осадки по стандартному конусу.

Были проведены три серии экспериментов. В первой серии бетонную смесь заливали в форму и вакуумировали без дополнительного воздействия вибрации. Во второй серии при заливке в форму включали вибратор, установленный в нижней части вакуум-борта, а затем вакуум-насос. Третья серия экспериментов отличалась от второй тем, что в форму устанавливали сетку с размером ячеек 200×200 мм и диаметром арматуры 4 мм.

Величину давления определяли в следующие моменты: после заполнения формы смесью; во время вакуумирования (величина разряжения по вакуумметру

Рис. 1. Давление на борт фрагмента вибровакуумной машины

1 — после заполнения формы бетонной смесью; а и б — динамическое давление смеси при вибрации; 2 — при вакуумировании; 3 — после отключения вакуум-насоса; 4 — после открытия вакуум-борта; —— — распределение давления по гидростатическому закону

до 0,6 ат); после отключения вакуум-насоса и установления в вакуум-полости атмосферного давления; после открытия вакуум-борта.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1. Здесь же пунктирной линией показано давление, рассчитанное по гидростатическому закону

$$P_{ст} = h j_0 g, \quad (1)$$

где  $P_{ст}$  — давление, кгс/см<sup>2</sup>;  $h$  — высота слоя бетонной смеси, см;  $g$  — см/сек<sup>2</sup>;  $j_0$  — объемная масса бетонной смеси, кг.

При  $h=275$  см  $P_{ст}=0,625$  кгс/см<sup>2</sup>.

Максимальное давление на борт соответствует моменту полного заполнения формы бетонной смесью и во всех случаях меньше давления, рассчитанного по гидростатическому закону.

При сравнении давления в форме без вибрации и с вибрацией отмечено, что в первом случае происходит неполное заполнение формы смесью, особенно в нижней ее части. Это свидетельствует о необходимости эффективного виброревизии бортов формы при ее заполнении бетонной смесью. В противном случае из-за значительной высоты бортов и малого расстояния между ними происходит некачественное заполнение полости формы за счет зависания бетонной смеси на стенах.

Закономерность горизонтального статического давления по высоте формы при заполнении бетонной смесью с одновременным вибраторием борта может быть аппроксимирована с достаточной степенью точности прямо пропорциональной зависимостью:

$$P_{ст} = h j_0 g \lambda_0, \quad (2)$$

где  $\lambda_0$  — коэффициент статического давления, определяемый по формуле [2]:

$$\lambda_0 = \frac{\gamma}{1 - \gamma}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  — коэффициент Пуассона.

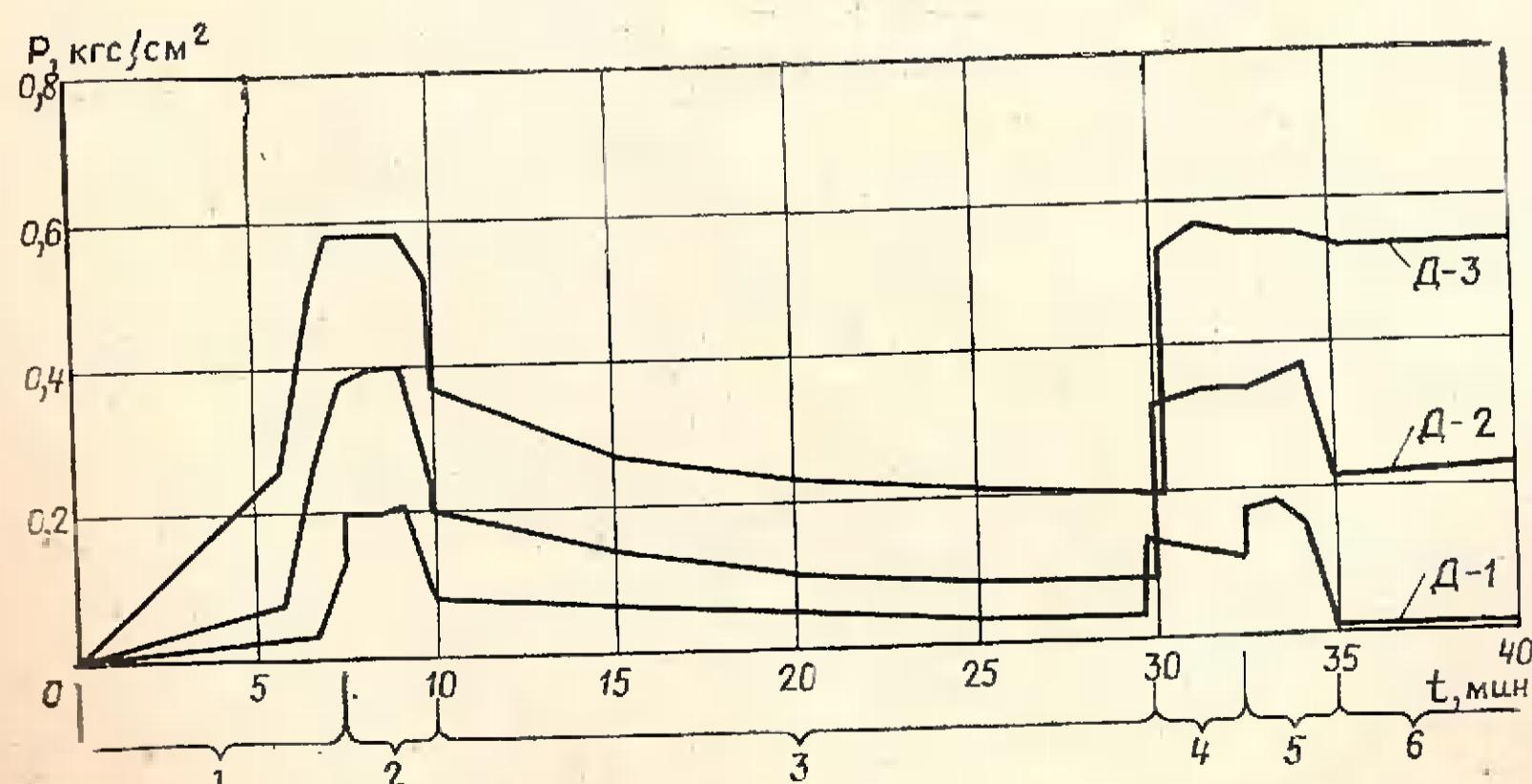
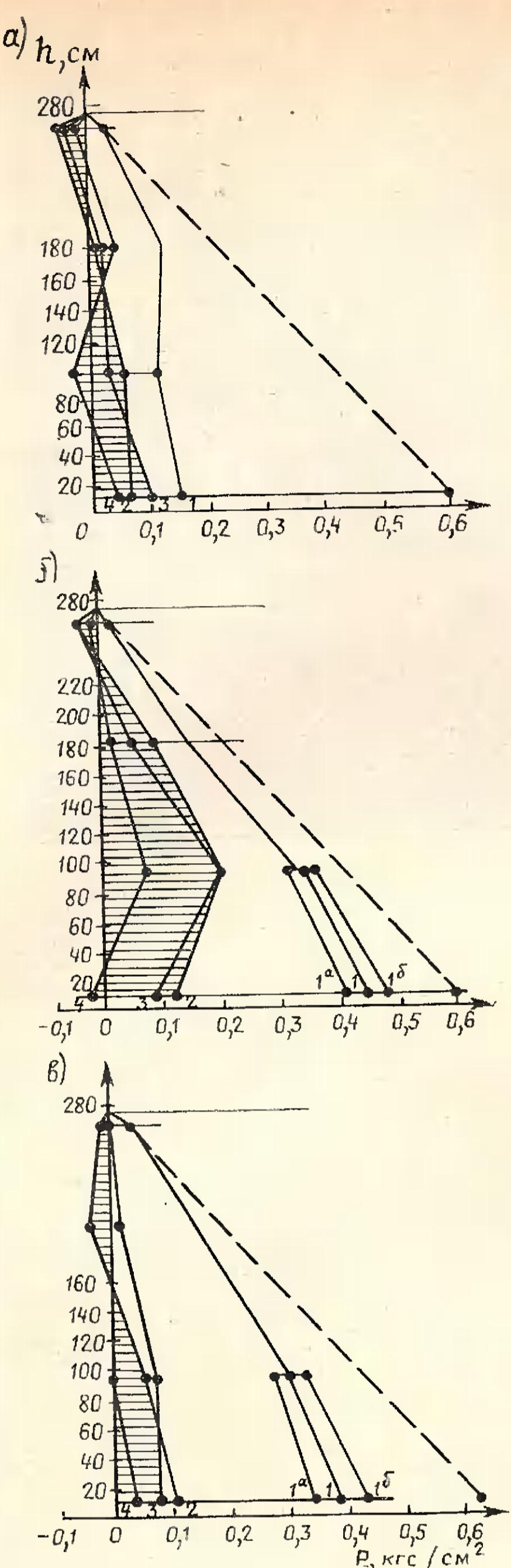


Рис. 2. Изменение давления во времени на борт фрагмента вибровакуумной машины в процессе формования  
1, 4 — работа нижнего вибратора; 2, 5 — работа верхнего вибратора; 3, 6 — I и II вакуумирование

Для бетонных смесей по данным [3]  $\gamma=0,42-0,49$  и  $\lambda_0=0,72-0,96$ . С увеличением жесткости смеси значения  $\gamma$  и  $\lambda_0$  уменьшаются. На величину коэффициента статического давления влияет расстояние между стенками формы и степень армирования конструкции.

Так, во второй и третьей сериях экспериментов величина  $\lambda_0$ , определяемая как средняя по показателям четырех датчиков, составила соответственно 0,75 и 0,68.

Разница в значениях этого коэффициента объясняется тем, что в третьей серии использовали арматурную сетку, частично воспринимающую массу бетонной смеси, уменьшая тем самым давление на боковые стены.

Анализ показывает, что чем ниже находится точка, в которой определяется давление, и больше влияние стенок, тем меньше значение коэффициента  $\lambda_0$ .

При вакуумировании давление на стенку формы резко падает и достигает 0,3 кгс/см<sup>2</sup>. В верхней части формы датчики показывают отрицательные давления, т. е. мембрана прогибается в сторону бетонной смеси.

После отключения вакуум-насоса и установления в вакуум-полости атмосферного давления величина давления смеси на стенку формы возрастает очень незначительно, так как после отсоса воды в процессе вакуумирования смесь становится жестче и коэффициент бокового распора уменьшается.

Установлено, что для качественного заполнения формы необходима эффективная вибрация.

Максимальная величина давления на стенике формы создается после ее заполнения бетонной смесью и может быть определена по формуле (2).

Дальнейшие исследования при вибровакуумировании проводили на фрагменте железобетонного изделия с толщиной слоя бетонной смеси 16 см. На вакуумном борте было закреплено два навесных вибратора ИВ-2А. Фрагменты изготавливали из бетонной смеси с подвижностью 10 см осадки стандартного конуса. Датчики давления Д-1, Д-2, Д-3 были закреплены заподлицо с глухой стенкой установки соответственно на расстоянии 218, 145 и 10 см от дна. Формование осуществлялось в следующей последовательности: загрузка бетонной смеси, включение нижнего бортового вибратора (7,5 мин), выключение верхнего бортового вибратора (2,5 мин), после окончания вибрации на 20 мин включалась вакуум-насос. После вакуумирования вибрация повторялась при последовательном включении нижнего, а затем верхнего вибраторов, каждого на 2,5 мин. Затем в течение 10 мин производилось повторное вакуумирование, после чего борт формующей установки открывался.

На рис. 2 показано изменение полного (статическое  $P_{ст}$  + динамическое  $\sigma_d$ ) давления на стенку установки в процессе формования. После включения нижнего вибратора давление увеличивается и достигает максимального значения.

Последующее включение верхнего вибратора не приводит к увеличению давления. После отключения вибраторов и включения вакуум-насоса давление уменьшается в 2-3 раза. Повторная вибрация вызывает повышение давления до уровня, близкого к первичной виб-

рации. Повторное вакуумирование приводит к значительному падению давления. При исследовании объемного элемента с толщиной 160 мм статическое давление также линейно зависит от высоты слоя бетонной смеси. Амплитуда динамического давления в ряде случаев достигает значительной величины ( $0,15 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ) и может в несколько раз превосходить статическое давление; при этом динамическое давление не зависит от высоты слоя смеси, а определяется амплитудой колебаний.

Давление на борта установки кассетного типа, установленной на заводе, определяли в процессе заполнения полости стенки блока бетонной смесью и ее виброуплотнения (с момента начала укладки и до окончания процесса формования). На рис. 3 показано изменение давления бетонной смеси на различных стадиях формовочного процесса. Максимальное давление на борт создается к моменту окончания формования, когда вибраторы еще работают (см. рис. 3, б). Максимальное полное давление в каждой точке борта может быть определено по формуле

$$P_{\max} = \sigma_d \sin \omega t. \quad (4)$$

Как видно из результатов проведенных экспериментов, статическое давление меньше, чем определенное по закону гидростатики (на рис. 3 показано пунктиром) и может быть определено по формуле (2).

Значение амплитуды динамического давления  $\sigma_d$ , при прочих равных условиях, не зависит от высоты слоя бетонной смеси и определяется амплитудой колебаний борта.

Таким образом, за счет динамического давления полное давление бетонной смеси может значительно превосходить гидростатическое.

После окончания формования объемного блока при выключенных вибраторах эффект тиксотропного превращения бетонной смеси прекращается, при этом резко уменьшается значение коэффициента статического давления  $\lambda_0$  и статическое давление бетонной смеси (см. рис. 3, в).

Проведены эксперименты по определению величины давления на наружные борта машины для непрерывного формования объемных элементов типа «колпак», осуществляемого за счет перемещения сердечника из крайне верхнего в крайне нижнее положение. Уплотнение смеси производится при помощи контурной виброрейки, расположенной в верхней части.

Максимальное давление, развиваемое на стеки установки, достигает  $1,55 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , что значительно превышает гидростатическое давление бетонной смеси. Давление во времени меняется скачкообразно и не закономерно.

Это свидетельствует о том, что определяющее влияние на величину давления имеет деформация смеси, так как при перемещении сердечника его поверхность и поверхность наружных бортов не абсолютно параллельны, а при малой толщине стеки объемного элемента даже незначительная непараллельность, перекосы и неровности вызывают большие местные давления.

Явление перепадов давления во времени наблюдается в зоне, где вибрация бетонной смеси практически не ощущима,

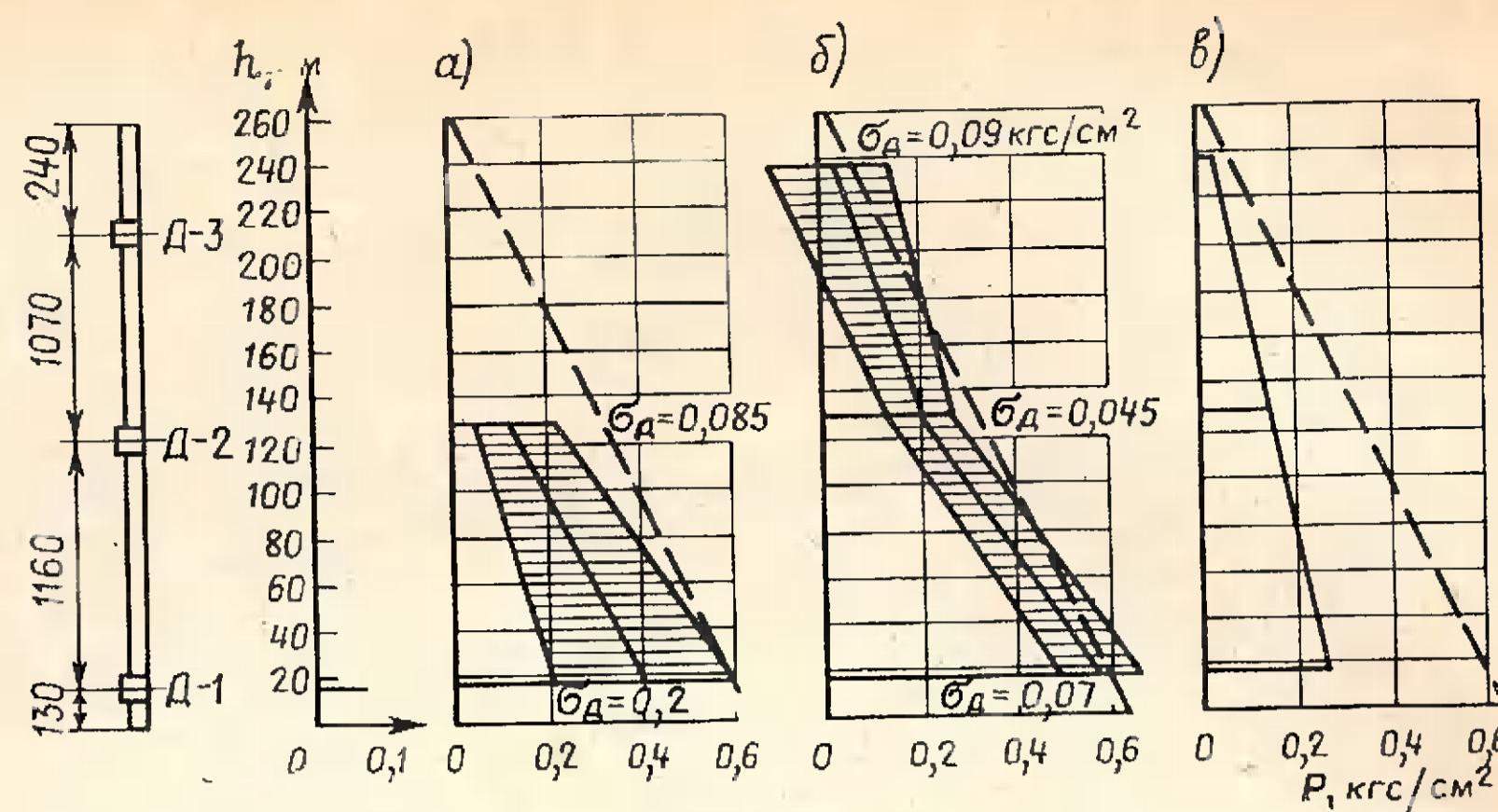


Рис. 3. Давление на борт кассетной установки при формировании объемного блока  
а и б — 10-я и 40-я минуты после начала укладки смеси, вибраторы включены;  
в — 50-я минута, вибраторы выключены

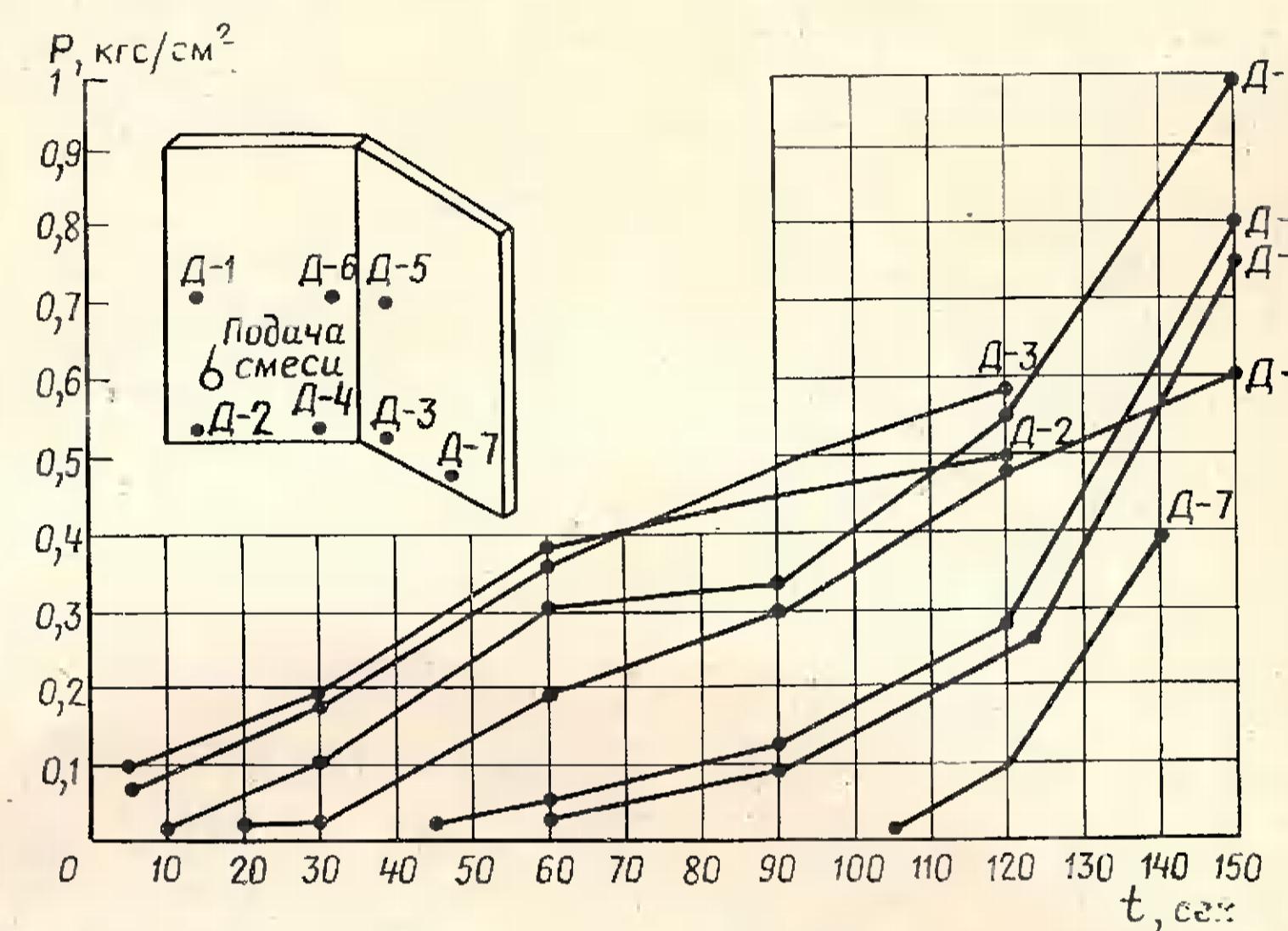


Рис. 4. Давление на борт фрагмента формовочной машины с нагнетанием бетонной смеси

так как амплитуда динамического давления мала. В зоне эффективной вибрации — значительных скачков в величине давления нет, так как смесь находится в разжиженном состоянии и при ее деформации не возникают значительные усилия. Однако в этой зоне появляются большие динамические давления, амплитуды которых могут достигнуть  $0,3 \text{ кгс}/\text{см}^2$ .

Таким образом, давление на стеки установки для непрерывного формования объемных элементов, в основном, определяется не высотой слоя, а механическими параметрами самой установки.

Были также проведены исследования давления на борта фрагмента установки, в которую бетонная смесь подается методом нагнетания. Размеры фрагмента соответствуют действительным размерам формовочной установки.

На рис. 4 приведена схема расположения датчиков при первом и втором формировании. Здесь же приведены графики зависимости давления от времени. За отметку времени «0» принят момент начала подачи бетонной смеси.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что на всех уровнях

давление в процессе заполнения формы смесью растет, достигая максимального значения к концу формования. Давление бетонной смеси на борта достигает до  $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$ , т. е.  $10 \text{ тс}/\text{м}^2$ , что требует применения жестких и массивных форм. Снижение давления приводит к тому, что форма неполностью заполняется бетонной смесью. Давления по площади стеки формы не одинаковы и колеблются в достаточно широких пределах.

Проведенные исследования позволили установить некоторые закономерности давления бетонной смеси, которые следует учитывать при выборе конструктивных схем формовочных машин, их расчете и назначении режимов формования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гирштель Г. Б., Венглинский Р. В., Шульгин В. В. Применение электроники для исследования вибрационных процессов. — «Известия вузов», раздел «Строительство и архитектура», 1970, № 6.
- Терцаги К. Теория механики грунтов. М., Госстройиздат, 1962.
- Гирштель Г. Б. Комплексные исследования реологических свойств смесей. — В кн.: VI Всесоюзная конференция по бетону и железобетону (Рига). Киев. «Будівельник», 1966.

Канд. техн. наук Н. А. НИКОЛАЕВ, инж. Е. М. АЛЬШУЛЛЕР  
(ЦНИИЭП жилища)

УДК 691.328—46—412(—87)

## Железобетонные объемные блоки в зарубежном домостроении

Во многих зарубежных странах имеются определенные достижения в развитии исследований и экспериментальных работ, а также практике применения в жилищно-гражданском строительстве объемных элементов. Это подтвердил состоявшийся в ВНР в мае 1973 г. симпозиум по объемно-блочному домостроению.

Объемно-блочное домостроение в разных формах нашло применение более чем в 18 странах Европы, Америки и Азии. Насчитывается более 100 различных систем и фирменных способов изготовления блоков и возведения из них зданий, не считая использования сантехкабин в домах традиционных типов.

Естественно, не все эти системы и способы равнозначны: по некоторым из них осуществляется промышленное изготовление блоков и массовое строительство зданий, другие проходят стадию эксперимента, третьи вообще прекратили развитие после постройки одного или нескольких объектов.

Для многоквартирных домов высотой более двух этажей в европейских странах и в США применяются преимущественно железобетонные монолитные несущие блоки.

Необходимо отметить, что в большинстве стран объемно-блочное домостроение пока занимает лишь 1—2% общего объема жилищного строительства, за исключением США, где строится 2% стационарных и 10—20% передвижных домов из объемных блоков. Столь малые объемы применения можно объяснить прежде всего неустойчивостью рынка сбыта строительной продукции (жилых и общественных зданий), относительно небольшими объемами жилищного строительства в ряде стран и необходимостью значительных вложений в заводское производство объемных блоков.

Поскольку капитальные вложения в производство объемно-блочных конструкций полной заводской готовности достаточно высоки, экономичное их производство предполагает организацию выпуска крупных партий однотипной продукции, обеспечивающей минимальные издержки при производстве конструкций. Именно по этому пути пошел ряд фирм США, Швеции, Финляндии и других стран, организовавшие промышленное производство конструкций объемно-блочных зданий, реализуемых преимущественно на внутреннем рынке. Эти фирмы достигли высоких технико-экономических показателей, подтверждающих потенциальные возможности объемно-блочного домостроения.

Например, швейцарская фирма «Элькон», осуществляющая из сборных железобетонных блоков по системе «Вариэль» строительство в ряде стран (Швейцарии, Франции, ФРГ), выполняет на строительной площадке лишь 10—20% объема работ, тогда как при крупнопанельном методе домостроения на строительной площадке выполняется примерно 60%.

Таким образом, заводская готовность конструкций при применении объемных блоков повышается до 80—90%, т. е. до уровня, прогнозируемого для объемно-блочного домостроения в нашей стране.

По лицензиям фирмы работает 7 заводов, в среднем каждый выпускает 40 объемных блоков в сутки размерами в плане  $9,60 \times 2,70$  м<sup>2</sup> и высотой от 3 до 3,6 м. По данным фирмы, за последние 10 лет из таких блоков построены различные здания более 500 тыс. м<sup>2</sup> полезной площади, в том числе школы (более 300 тыс. м<sup>2</sup>), больницы, детские сады (более 56 тыс. м<sup>2</sup>), административные здания, конторские помещения, рестораны, кафе, общежития и жилые дома (индивидуальные и многоквартирные) около 50 тыс. м<sup>2</sup>.

В системе «Вариэль» приняты несущие железобетонные каркасные блоки открытого типа, состоящие по торцам из двух опорных рам, ребристой преднапряженной панели пола и панели покрытия с подвесным потолком (рис. 1).

Блоки опираются по четырем точкам на стойки несущих рам, они предназначены для возведения зданий до 4 этажей. Преднапряженные панели пола имеют контурные ребра и одно внутреннее ребро высотой 40 см. Толщина плиты между ребрами 6 см. Панель пола рассчитана с учетом дополнительной нагрузки от перегородок в 100 кг/м<sup>2</sup>. Перегородки и наружные стены устанавливают непосредственно на панель пола. Внутренние перегородки выполняются из гипсовых плит или фанеры с отделкой по деревянному или металлическому каркасу, с дополнительной акустической изоляцией в необходимых местах. В некоторых случаях применяют двойные перегородки с воздушным зазором.

Применение открытых блоков — без внутренних продольных стен — позволяет получить варианты планировок для зданий различного назначения. Однако в зданиях с небольшими, часто повторяющимися ячейками (жилые дома, общежития) возникает необходимость выполнять дополнительные работы большого объема по устройству внутренних перегородок, а также применять специальные меры для защиты отделки и оборудования от загрязнения и хищений при перевозке. Видимо, по этим причинам для жилых зданий до настоящего времени применялось всего около 10% блоков, выпускаемых заводами фирмы. Однако уже имеются сведения, что в 1974 г. 85% продукции фирмы — блоки для жилых зданий.

Монтаж объемных блоков системы «Вариэль» ведется после укладки ленточных фундаментов. Перед монтажом блоков тщательно выверяются все опорные точки. Для установки объемных блоков в проектное положение применяют «направляющие башмаки», что гарантирует точную установку. В строительстве используют (рис. 2) передвижной кран грузоподъемностью около 60 т, который

монтажирует в день 25 блоков, или 625 м<sup>2</sup> общей площади. Рациональная дальность перевозки составляет 200—250 км.

Данные фирмы «Элькон» показывают, что переход к объемно-блочному строительству позволяет резко снизить затраты труда на возведение зданий (табл. 1).

Таблица 1

Метод строительства	Трудоемкость, чел.-ч/м <sup>2</sup> общей площади			
	изготовления конструкций	монтажа	отделки	всего
Традиционный .	—	8,55	10,35	18,9
Крупнопанельный . . . . .	5	3,1	6,5	14,6
Объемно-блочный . . . . .	5,3	1,6	—	6,9

Примечание. Затраты труда даны без учета работ по нулевому циклу и благоустройству.

Применительно к нашим условиям описанная система представляет несомненный интерес, имея в виду существование комплексной застройки районов жилыми домами и зданиями культурно-бытового назначения — школьных, лечебных, торговых и административно-бытовых с большими помещениями.

Финская фирма «Сааринен» осуществляет строительство объемно-блочных зданий по системе «Ауса», предусматривающей применение монолитных железобетонных несущих блоков.

Объемный блок типа «труба» из железобетона имеет на наружной поверхности продольных стен, потолка и пола часто расположенные поперечные ребра. Толщина стен плиты пола и потолка между ребрами 6 см, толщина плиты пола и потолка между ребрами 11 см, в плите пола и потолка 14 см, соответственно приведенная толщина составляет 8,5 и 10 см. Торцевые элементы изготавливают отдельно и присоединяют к основному после его распиловки. По данным фирмы, такие блоки обладают несущей способностью, достаточной для возведения бескаркасных зданий высотой до 30 этажей.

Блоки изготавливают шириной 3,75 м, высотой 2,8 м, длиной на ширину дома (11,6—12 м). Они почти полностью обрудуются и отделяются на заводе. Площадь одного блока — 40 м<sup>2</sup>. В двух таких блоках размещаются помещения трехкомнатной квартиры подземной площадью 78 м<sup>2</sup>. Кроме бетонных блоков, используются пространственные элементы выносных лоджий высотой на 4 этажа. Масса одного пространственного элемента 20 т, объемного блока — 45 т.

Монтаж блока выполняется за 20 мин 2 кранами грузоподъемностью 50 т каждый.

На подъемной траперсе используются вспомогательные устройства, предотвращающие ее скручивание и появление трещин в блоках при их подъеме. При монтаже каждый блок отделяется от соседних неопреновой лентой с образованием зазора в 1 см. Швы со всех сторон конопатятся минеральной ватой для предотвращения возможных вертикальных потоков воздуха в промежутках между блоками и устранения потерь тепла через швы фасадов. После монтажа блоков подключается водоснабжение и электрооборудование, устанавливаются лиф-

ты и проводятся последние отделочные работы.

Для строительства 2800 квартир в год фирма содержит 330 рабочих, в том числе 250 чел. работают на заводе в Тампере, изготавливающем конструкции. По данным фирмы, система «Ауса» позволяет перенести в заводские условия около 50% всех трудовых затрат на возведение дома. На строительной площадке монтируются также лестничные марши, крыша, водостоки, выполняются работы по отделке наружных стен, а также внутренняя отделка или оклейка обоями.

О скорости строительства домов по этой системе говорит тот факт, что дом полностью готов к заселению через три недели после начала монтажа. В Тампере за 2 рабочих дня фирма смонтировала 6-этажный жилой дом и добилась экономии до 10% затрат по сравнению с обычно применяемыми методами строительства.

Фирма ведет в ряде стран переговоры о продаже лицензий, в частности, в США фирма «Кемай США Лтд» начинает строить в г. Нью-Йорке завод системы «Ауса» производительностью до 3000 блоков в год. Ожидаемая экономия составит около 10% по сравнению с обычными способами строительства.

Работающая по лицензии датской фирмы «Ларсен Нильсен» шведская фирма «Боштадсболагет» (Гетеборг) производит конструкции для полнообъемных зданий блочно-панельной системы, при которой в пространственных элементах из тяжелого бетона сосредоточены наиболее трудоемкие инженерные устройства квартиры, что повышает уровень сборности крупнопанельных зданий.

Объемные блоки типа «стакан» нескольких типоразмеров и с разным набором вспомогательных помещений выполняются цельноформованными из железобетона и заменяют часть внутренних несущих конструкций здания.

Фирма возводит многоэтажные дома, в каждой квартире которых имеется по крайней мере один пространственный элемент, который используется в качестве контейнера для транспортирования и хранения материалов и оборудования, используемых на строительной площадке для установки в жилых помещениях.

Конструкции объемных блоков рассчитаны для применения в домах высотой до 10 этажей. Блоки включают кухню, ванную, нишу для ванной или кухни, лифты. Максимальный размер блоков 5,69×2,56 м, высота 2,7 м, толщина стены составляет от 7 до 16 см, масса 14,6 т, марка бетона 250.

Предназначенный для изготовления съемных блоков заводской пролет цеха имеет ширину 20 м и длину 114 м и обслуживается двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 5 т и одним — грузоподъемностью 20 т. В пролете расположены две линии поточного производства для кухонных блоков и две — для сантехнических. Одна линия — для возврата освободившихся поддонов. К цеху примыкает склад деталей.

Участок формования блоков состоит из 8 установок, управляемых с общего пульта. Технологический поток включает в себя 7 постов, что соответствует семи дням производственного процесса (формования, твердения, комплектации, отделке и защите блоков).

На заводе обеспечивается высокая точность размеров блоков и качество по-

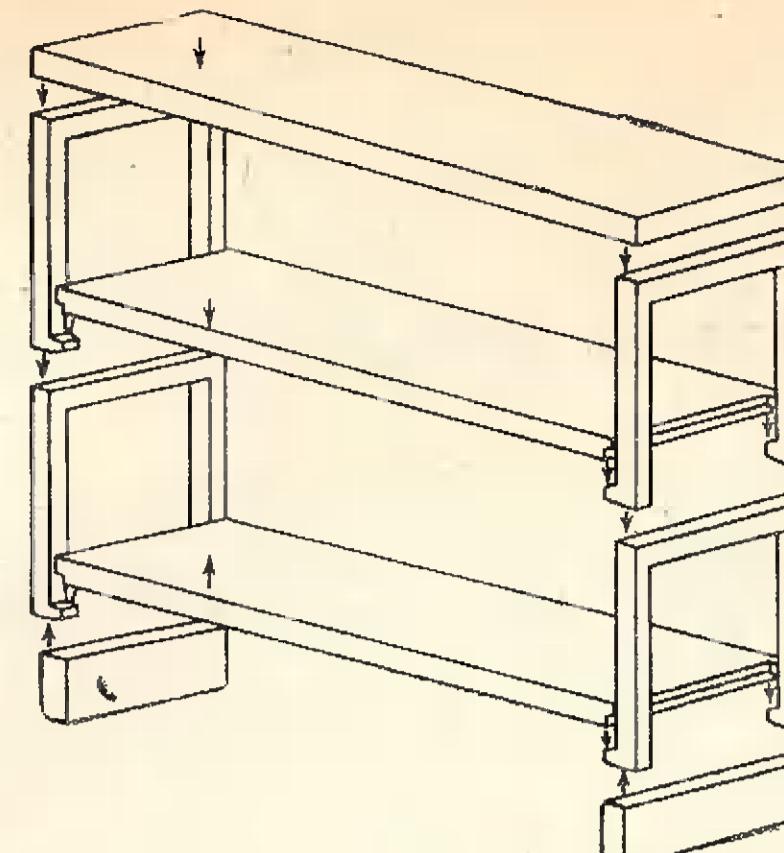


Рис. 1. Статическая схема блоков системы «Вариэль»

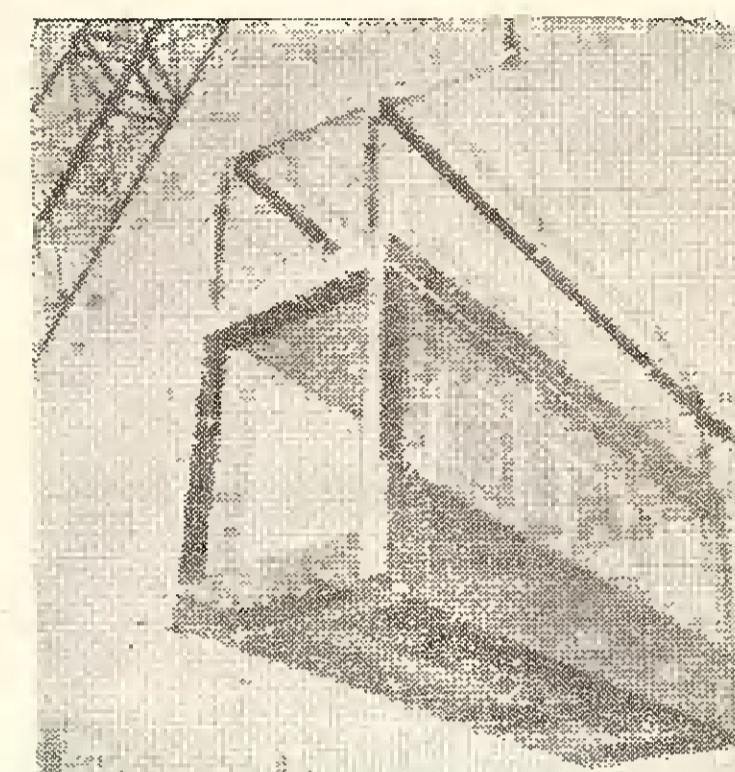


Рис. 2. Монтаж блоков системы «Вариэль»

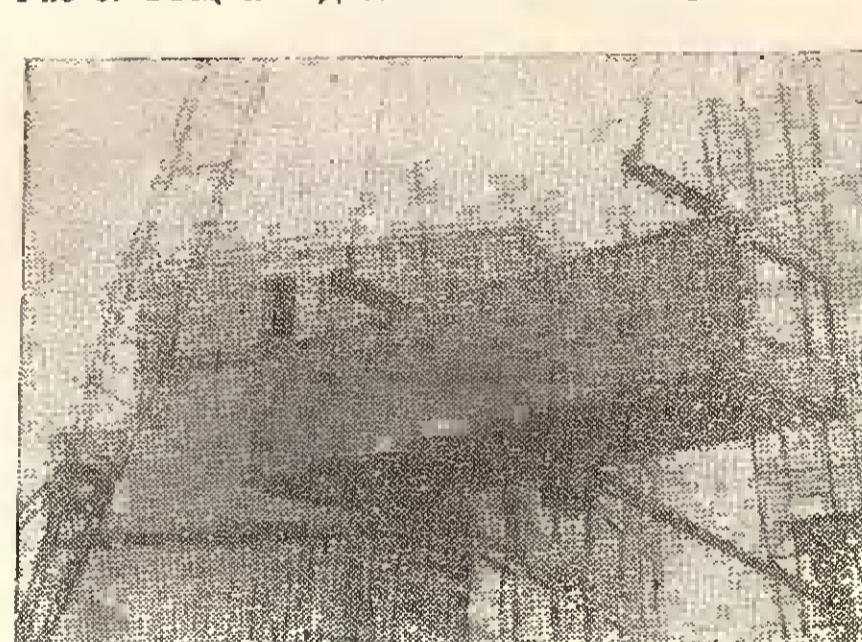


Рис. 3. Общий вид блока системы «Ауса»

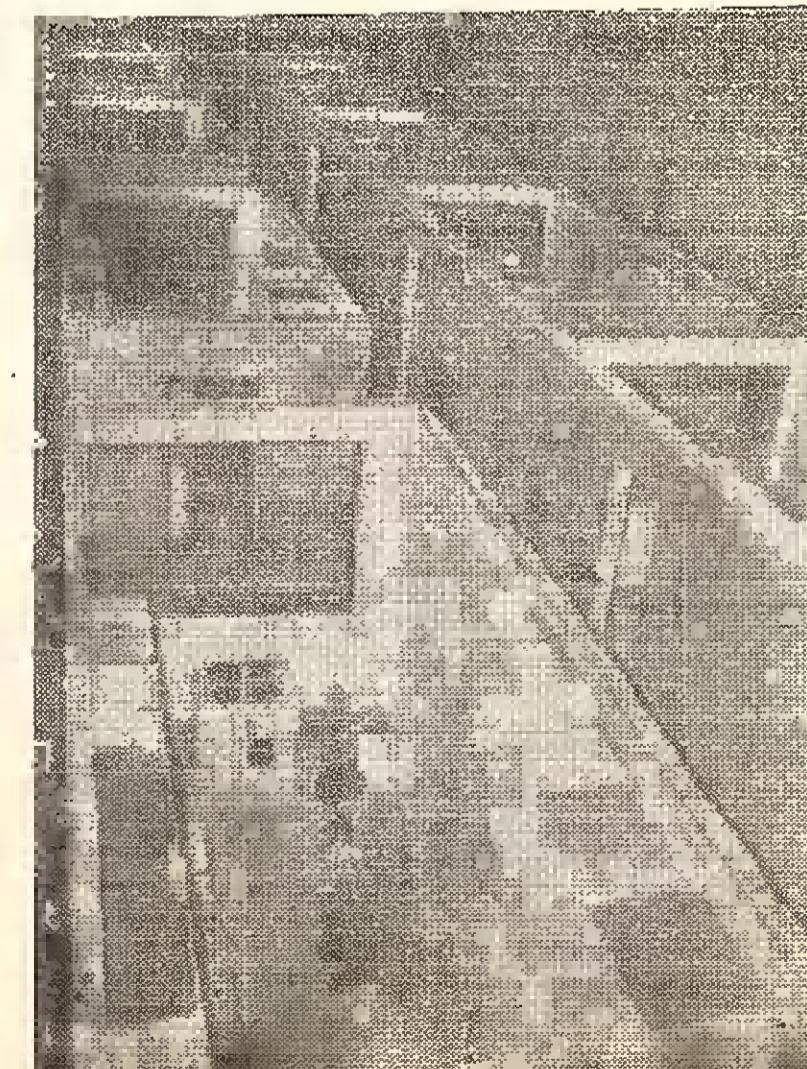


Рис. 4. Монтаж оборудования в блоках системы «Боштадсболагет»

верхностей, благодаря чему бетонные стены не требуют особой обработки, а прямо окрашиваются или оклеиваются обоями.

Блоки выпускают с завода полностью отделанными. Особенность конструкции состоит в том, что стены блоков не армируются, за исключением обрамления проемов; арматура укладывается лишь в перекрытия.

Высокая точность изготовления способствует качественному монтажу блоков, которые устанавливаются друг на друга через неопреновые прокладки, что обеспечивает равномерную передачу нагрузки и улучшает звукоизоляцию.

Ниже (табл. 2) приводятся данные фирмы о трудоемкости возведения 1 м<sup>2</sup> общей площади в чел.-ч/м<sup>2</sup> при различных методах возведения зданий.

Таблица 2

	Методы возведения зданий		
	Затраты труда	традиционный	из крупнопанельных элементов
На заводе, всего . .	0,00	1,40	2,06
В том числе на производство конструкций . .	—	1,02	1,51
На строительной площадке, всего . . . . .	7,55	4,27	1,99
В том числе:			
бетонщиков . . . . .	2,89	—	—
монтажников . . . . .	2,08	2,28	1,14
каменщиков . . . . .	0,26	—	—
крановщиков . . . . .	0,39	0,28	0,07
подсобных рабочих . . . . .	0,20	0,15	0,07
маляров . . . . .	0,65	0,54	0,19
электриков . . . . .	0,70	0,68	0,31
сантехников . . . . .	0,70	0,68	0,31

По данным фирмы, на монтаже зданий в смену работают 7 человек (в том числе 5 монтажников), которые за 8,5 ч монтируют 3 квартиры. Кроме того, на работах по окончательной доводке квартиры заняты еще 10 рабочих (столяры, маляры, электрики, сантехники, вспомогательные рабочие по уборке комнат).

Фирма считает, что применение объемно-блочных конструкций позволяет снизить затраты на возведение жилых зданий до 12% по сравнению с традиционным методом строительства.

Таким образом, некоторые фирмы добились значительных успехов в освоении объемно-блочного домостроения.

Благодаря применению стен и перекрытий увеличенной толщины практически решены такие проблемы, как трещинообразование блоков, повышенная звукоизоляция зданий. Решен вопрос защиты блоков от атмосферных воздействий путем тщательного укрытия их пленочными чехлами (в том числе для однократного применения). Опыт заводского изготовления объемных элементов свидетельствует о высоком уровне организации производственного процесса с минимальными затратами труда.

Все эти достижения должны быть тщательно рассмотрены и использованы в отечественном объемно-блочном домостроении, что безусловно будет способствовать его скорейшему освоению и повышению качества.

# В Госстрое СССР

УДК 69.003:658.516.002.237

## О дальнейшем развитии и совершенствовании стандартизации в строительстве

Госстрой СССР совместно с Госстандартом СССР, Госгражданстроем, госстройми союзных республик, строительными министерствами и ведомствами, руководствуясь Директивами XXIV съезда КПСС и постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 1970 г. «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой продукции», осуществил ряд мер, направленных на совершенствование работы по стандартизации и повышению уровня стандартов в строительстве, способствующих ускорению научно-технического прогресса и повышению эффективности капитальных вложений.

Действующие в настоящее время государственные стандарты на строительные материалы, изделия и конструкции массового производства, обуру-

дование зданий и сооружений, устанавливая требования, направленные на улучшение качества, надежности и долговечности, повышение заводской готовности, в основном соответствуют современному уровню развития науки и техники, а также показателям зарубежных стандартов.

В целях более полного охвата стандартами новой строительной продукции, а также обеспечения систематического пересмотра устаревших стандартов Госстрой СССР счел целесообразным выделить головные и базовые организации по стандартизации в строительстве и промышленности строительных материалов.

Ниже приведен перечень тех организаций, которые имеют непосредственное отношение к бетону и железобетону.

### I. Головные организации

#### a) По методологическим, научно-техническим и организационным основам

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ЦНИИпромзданий) Госстроя СССР

Методологические, научно-технические и организационные основы стандартизации в строительстве. Координация работ головных и базовых организаций. Организация работ советских специалистов — строителей в Международной организации по стандартизации (ИСО). Ведение секретариата постоянной советской части (ПСЧ) ИСО/ТК 59

#### б) По общестроительным проблемам

Научно-исследовательский институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР

Бетоны.  
Арматурные изделия и закладные детали.  
Методы испытаний всех видов бетонов, бетонных и железобетонных конструкций.

Ведение секретариата ПСЧ ИСО/ТК 71  
Методы теплотехнических, акустических, аэродинамических испытаний строительных материалов, изделий, конструкций, элементов зданий.

Освещение, климатология.  
Ведение секретариата ПСЧ ИСО/ТК 43  
Технология строительного производства. Техника безопасности при производстве строительно-монтажных работ. Общие требования к ремонту строительных машин и механизмов

Унифицированная проектная документация для капитального строительства (состав, содержание и оформление).  
Неразрушающие методы контроля и испытаний изделий и конструкций.

Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ) Госстроя СССР

Центральный научно-исследовательский институт по организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМП) Госстроя СССР

Центральный институт типового проектирования (ЦИТП) Госстроя СССР

Научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК) Госстроя СССР

#### в) По строительным материалам и изделиям

Государственный всесоюзный научно-исследовательский институт цементной промышленности (НИИЦемент) Минстройматериалов СССР

Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища) Госгражданстроя

Методологическое руководство и координация работ по стандартизации в области строительных материалов и изделий

Методологическое руководство и координация работ по стандартизации в области жилищного и гражданского строительства

#### г) По жилищно-гражданскому строительству

#### д) По промышленному, сельскохозяйственному и гражданскому строительству

Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ЦНИИпромзданий) Госстроя

#### е) По энергетическому строительству

Всесоюзный институт по проектированию и организации энергетического строительства (Оргэнергострой) Министерства тяжелой промышленности СССР

#### ж) По транспортному строительству

Государственный всесоюзный научно-исследовательский институт (Союздорнии) Минтрансстроя

Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС) Минтрансстроя

#### II. Базовые организации

а) По общему строительству

Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной защиты (ВНИИПО) МВД СССР

#### б) По строительным материалам

Государственный всесоюзный научно-исследовательский институт цементной промышленности (НИИЦемент) Минстройматериалов СССР

Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт проблемам добычи, транспорта и переработки минерального сырья и строительности строительных материалов (ВНИИПИИстромсыре) Минстройматериалов СССР

Государственный всесоюзный научно-исследовательский институт строительных материалов и конструкций (ВНИИСТРОМ) Минстройматериалов СССР

Всесоюзное научно-производственное объединение «Союзжелезобетон» Минстройматериалов СССР

Государственный научно-исследовательский институт по керамзиту (Бетонный керамзит) Минстройматериалов СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт теплоизоляционных и изоляционных строительных материалов (ВНИИтеплоизоляция) Минстройматериалов СССР

Уральский научно-исследовательский проектный институт строительных материалов (УралНИИстромпроект) Минстройматериалов СССР

### *в.) По жилищно-гражданскому строительству*

Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища) Госгражданстроя

Железобетонные конструкции жилых и общественных зданий из тяжелого и легкого бетонов (фундаменты, панели, стенные блоки, плиты, ригели, колонны, перемычки, перегородки и др.).

Санитарно-технические кабины из различных материалов для гражданского строительства, встроенная мебель для жилых зданий

Конструкции из ячеистых бетонов для гражданского строительства.

Пространственные конструкции для общественных зданий

Зональный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЛенЗНИИЭП) Госгражданстроя

Научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК) Госстроя СССР

Академия коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова Минжилкомхоза РСФСР

Объемно-блочные железобетонные конструкции для строительства жилых и общественных зданий

Железобетонные конструкции для сооружений систем водоснабжения и канализации в городах и поселках городского типа.

Конструкции оснований городских дорог и водоотводящих сооружений на этих дорогах (плиты железобетонные для дорог и тротуаров, детали коллекторов, смотровые колодцы и т. п.)

Бортовые бетонные камни и плиты

Научно-исследовательский институт Главмосстрой (НИИМосстрой) Мосгорисполкома

Центральный научно-исследовательский институт по организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП) Госстроя СССР

Инвентарные вспомогательные здания (сборно-разборные, передвижные, переносные).

Леса и подмости, инвентарная опалубка, поддоны и контейнеры

Сваи

Государственный институт по проектированию оснований и фундаментов (Фундаментпроект) Минмонтажспецстроя СССР

Центральный научно-исследовательский и экспериментально-проектный институт по сельскому строительству (ЦНИИЭП сельстрой) Минсельстроя СССР

Унифицированные габаритные схемы одноэтажных сельскохозяйственных зданий.

Конструкции сельскохозяйственных зданий и сооружений производственного назначения: плиты, фермы, балки, прогоны из тяжелого бетона; комплексные ограждающие конструкции с эффективными утеплителями; ограждающие конструкции из местных материалов (арболит, фибролит, камышит и др.);

деревянные клееные конструкции; окна, двери, ворота из различных материалов

Конструкции сельскохозяйственных зданий и сооружений производственного назначения: фундаменты и колонны из тяжелого бетона;

несущие и ограждающие конструкции из легкого и ячеистого бетонов; асбестоцементные конструкции;

деревянные клееные несущие конструкции из прямоугольных элементов

Общие требования к строительству и эксплуатации мелиоративных систем Железобетонные, металлические конструкции и детали для водохозяйственного строительства

Всесоюзный проектный и научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования сельскохозяйственных производственных комплексов и предприятий биологической промышленности (ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ) Минсельхоза СССР

Всесоюзное производственное проектное объединение «Союзводопроект» Минводхоза СССР

### *г.) По энергетическому строительству*

Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники им. Б. Е. Веденеева (ВНИИГ им. Веденеева) Минэнерго СССР

Гидротехнический бетон

д.) Оборудование зданий и сооружений, оснастка и инструмент

Всесоюзный государственный проектный институт по строительному машиностроению для сборного железобетона (ГИПРОСТРОММАШ) Минстройдормаша

Формы стальные для изготовления бетонных и железобетонных конструкций и деталей

## Трибуна соревнующихся

УДК 69.003:658.387.64

### О выполнении плана I полугодия 1974 г. предприятиями Главмоспромстройматериалов

На состоявшемся в июле 1974 г. собрании партийно-хозяйственного актива предприятий, организаций и аппарата Главного управления промышленности строительных материалов и строительных деталей при Мосгорисполкоме, в работе которого приняли участие работники Отдела строительства ЦК КПСС, Отдела строительства и строительных материалов МГК КПСС, исполкома Молодежного совета, ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов, городской плановой комиссии, ГлавАГПУ, Главмосавтранса, Главмосинжстроя, редакции газеты «Московская правда» и др., были подведены итоги работы за первое полугодие и обсуждены задачи по обеспечению выполнения плана и социалистических обязательств на 1974 г.

План по объему реализуемой продукции за первое полугодие выполнен досрочно — 28 июня.

Общий объем производства за шесть месяцев выполнен на 101,2%, план по производительности труда — на 101%. По сравнению с первым полугодием 1973 г. рост производства составил 5,7%, производительность труда возросла на 5,5%. За счет увеличения производительности труда получено свыше 96% всего прироста промышленной продукции. Сверх плана изготовлено 36 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона и другой продукции, всего на 4,9 млн. р.

За шесть месяцев в производство внедрено 121 крупное мероприятие по новой технике, более 5 тыс. рационализаторских предложений и 42 изобретения с годовым экономическим эффектом 4,5 млн. р. Налажено производство многих видов новых строительных конструкций

и материалов. Освоен массовый выпуск более чем 1300 новых унифицированных железобетонных изделий по единому каталогу. Начато промышленное производство свыше 70 новых прогрессивных материалов.

Успешно выполнены социалистические обязательства в соревновании между Главмоспромстройматериалами и Главмосстройматериалами, принятые на первое полугодие.

В главном управлении успешно развивается новая форма социалистического соревнования, получившая всесоюзное распространение — принятие коллективами предприятий встречных планов, которые в первом полугодии перевыполнены. Выросло число передовиков производства, выполнивших личные пятилетние планы в июне-июле 1974 г.

Досрочно выполнили социалистические обязательства, дали сверхплановую продукцию и сэкономили значительное количество материальных ресурсов многие передовые бригады ведущих профессий, возглавляемые новаторами производства.

Коллективы предприятий главного управления выступили инициаторами Всесоюзного социалистического соревнования за экономию не менее 1% сырья, материалов и топлива, 9 тыс. т цемента, 8,6 млн. кВт·ч электроэнергии и др.

Успешное выполнение плановых технико-экономических показателей, а также планомерное осуществление мероприятий по снижению себестоимости продукции, улучшению качества и освоению новых высокоеффективных строительных материалов способствовали созданию необходимых условий для стабильной финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций Главмоспромстройматериалов.

В ходе обсуждения доклада начальника Главмоспромстройматериалов А. Д. Деминова много внимания было уделено использованию скрытых резервов в промышленности и устранению отмеченных в работе некоторых предприятий недостатков, дальнейшему повышению качества продукции, улучшению архитектурных и конструктивных решений новых серий домов, внедрению новой техники, более полному использованию новых мощностей, росту производительности труда, ликвидации потерь рабочего времени и непроизводительных расходов.

На активе было одобрено предложение коллективов некоторых предприятий главного управления о повышении обязательств по дополнительному сверхплановому выпуску продукции в 1974 г., в том числе выпуску 15 тыс. м<sup>3</sup> железобетонных изделий вместе ранее принятых 8 тыс. м<sup>3</sup>.

Было также решено широко распространить одобренную Бюро МГК КПСС инициативу 18 промышленных предприятий столицы и отделения Московской железной дороги по сокращению простое вагонов на подъездных путях под грузовыми операциями и улучшению использования вагонов.

Собрание партийно-хозяйственного актива приняло решение, обязывающее руководителей предприятий и подразделений главного управления, партийных, комсомольских и профсоюзных организаций усилить оперативность и действенность работы по обеспечению досрочного выполнения плановых заданий и социалистических обязательств на 1974 г. по всем производственным, качественным и технико-экономическим показателям.

Участники собрания выразили уверенность в том, что, руководствуясь решениями XXIV съезда партии и декабрьского (1973 г.) Пленума ЦК КПСС, а также положениями и выводами, содержащимися в речи Генерального секретаря ЦК КПСС Л. И. Брежнева на встрече с избирателями Бауманского избирательного округа Москвы 14 июня 1974 г., коллективы предприятий и организаций Главмоспромстройматериалов досрочно выполнят плановые задания и социалистические обязательства на 1974 г.

УДК 69.003:658.387.64.012.2

### Об итогах Всесоюзного общественного смотра использования резервов производства и режима экономии за I полугодие 1974 г.

Коллегия Госстроя СССР и президиум ЦК профсоюза, рассмотрев итоги Всесоюзного общественного смотра использования резервов производства и режима экономии в организациях, учреждениях и на предприятиях Госстроя СССР и Госгражданстроя за I полугодие 1974 г., отмечают, что смотр способствует развитию творческой инициативы работников, повышению эффективности производства, перевыполнению плановых заданий.

В ходе смотра в январе—мае т. г. в 81 организации внедрено более 2 тыс. предложений по научной организации труда работников проектных и научно-исследовательских институтов, лучшему использованию электронно-вычислительной техники, дальнейшей механизации проектных работ, рациональному

расходу материалов и сокращению непроизводительных затрат, в результате чего достигнута экономия средств в сумме более 2,4 млн. руб.

Коллегия Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства и президиум ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов постановляют:

1. Наградить Почетными грамотами Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов по итогам Всесоюзного общественного смотра использования резервов производства и режима экономии за I полугодие 1974 г. коллективы следующих организаций, добившихся наилучших результатов:

Государственного проектного инсти-

тута Приднепровский Промстройпроект Госстроя СССР, Днепропетровск.

Проектного института № 2 Госстроя СССР, Москва;

Проектного института Харьковский Водоканалпроект Госстроя СССР, Харьков;

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования зрелищных, спортивных и административных зданий и сооружений им. Б. С. Мезенцева Госгражданстроя, Москва;

Центрального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования лечебно-оздоровительных и санаторно-курортных зданий Госгражданстроя, Москва.

# Конструкции

Канд. техн. наук К. И. ЛЬВОВИЧ, инж. Р. В. ШАХНОВИЧ,  
д-р техн. наук Н. В. МИХАЙЛОВ  
(НИИЛ физико-химической механики материалов и технологических процессов)

УДК 624.154.3.012.35.002.6

## Сваи из песчаного бетона

Сплошные железобетонные забивные сваи, применяемые в практике фундаментостроения, имеют значительную массу и большой расход арматуры, не вызванные требованиями эксплуатации. Для свай, работающих в условиях низких ростверков, а таких свай подавляющее большинство армирование определяется лишь условиями обеспечения сохранности изделий в процессе перевозки, подъема на копер и забивки. Прочность висячих свай по стволу, как правило, недоиспользована. При применении пустотелых, в том числе и преднатяженных свай даже в самых удачных конструктивных решениях затраты материалов все же велики.

Одним из факторов, обуславливающих перерасход бетона, является требование ГОСТ 10628—63 об отпуске с заводов изделий 100% прочности. Выполнение этого требования, особенно в зимнее время года, приводит к повышенным расходам цемента и излишним запасам прочности изделий в стадии эксплуатации.

Использование для свай песчаного бетона, приготовленного по «усовершенствованной» технологии [1], в значительной мере решает указанную проблему, так как песчаный бетон на тонкомолотом связующем быстро набирает прочность именно в начальный период твердения (прочность через 4 ч после термообработки достигает 80—90% марочной).

Песчаный бетон имеет целый ряд преимуществ по сравнению с бетоном на крупном заполнителе. Повышенная прочность песчаного бетона на растяжение и на динамические воздействия [2] позволила разработать новые типы тонкостенных свай, в том числе и с преднатяженной арматурой.

Отсутствие крупного заполнителя, тонкокапиллярный характер поровой структуры и высокая плотность материала, определяющие его водонепроницаемость, позволяют ставить вопрос об уменьшении защитного слоя бетона до 10 мм, что дает возможность, например в сваях сечением 30×30 см, уменьшить расход продольной арматуры на 18%.

В проведенных экспериментальных работах была отработана технология изготовления свай как на цементах заводского помола, так и на тонкомолотом песчанистом портландцементе, оценена несущая способность свай из песчаного бетона. Учитывая технические особенности виброплощадки ( $w_{1,2}=3000, 5000$  об/мин  $A_{1,2}=0,7, 0,2$  мм), была выбрана свая длиной 6 м, поперечным сечением 30×30 см, трещиностойкая.

Конструкции изготавливали в форме на два изделия, уплотнение бетона производили без пригруза.

В первой и второй сериях свай, изготовленных на тонкомолотом песчанистом

портландцементе, опытные формовки были проведены для определения необходимой подвижности смеси (табл. 1, 2). Последующие серии свай изготавливали на цементах заводского помола.

Таблица 1

№ серии	Тип образца	Число, шт.	Метод уплот- нения	Рабочая арматура	Тол- щина защи- тного слоя, мм	$P_1$	$P_2$
1	Сваи на тонкомолотом песчанистом портландцементе	6	Глубинный вибратор	4 Ø12 AII	30	1200 1200 1000 1100 1200	1600 1600 1500 1400 1500
2	То же	4	Виброплощадка	То же	30	750 1100 1100 1100	1500 1500 1500 1500
3	Сваи на цементе заводского помола	3	То же	»	30	1100 1200 1300	1300 1460 1660
4	То же	3	»	»	10	1200 1200 1200	1760 1860 1860
5	»	1	»	4 Ø12 AI	10	1200	1960
6	Отрезки свай 30×30×100 см на цементе заводского помола	4	»	4 Ø12 AII	30	—	—
7	То же	4	»	То же	10	—	—
8	Сваи из бетона с крупным заполнителем	3	Глубинный вибратор	»	30	1000 1000	1400 1350
9	Сваи на цементе заводского помола	20	Виброплощадка	4 Ø12 AII	30	—	1000 1300
10	То же	10	То же	4 Ø10 AII	15	—	—

$P_1$  — нагрузка, при которой раскрытие трещин равно 0,2 мм;

$P_2$  — разрушающая нагрузка.

Таблица 2<sup>1</sup>

№ серии	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> /кг				$S_{уд}$ , см <sup>2</sup> /г	$K_{упл}$ (по образ- цам)	$R_{куб}$ , кгс/см <sup>2</sup>	
	$Ц$ (тонко- молотая смесь)	$\Pi$ или $\Pi/\Pi'$	$B$	ССБ			1 сут.	28 сут.
1	450 (600)	1512	215	0,816	3970—4000	0,98	350	450
	450 (600)	1480	220	0,816	4070	0,96	240	420 <sup>2</sup>
	450 (600)	1418	230	0,816	4170	0,985	400	547
2	450 (600)	1460	230	0,816	4170	0,99	360	457
	450 (600)	1460	240	0,816	4170	0,99	320	460
3,5	570	1530	230	0,65	3600—3750	0,98	363	465
6								
4,7	570	1530	230	0,65	3600—3750	0,98	433—360	—
8	570	1040/530	225	—	3700	—	270	360
9,10	410	1710	215	0,82	3500	0,95	240	290

<sup>1</sup> Работы по подбору составов выполнены сектором песчаного бетона НИИЛ ФХММ и ТП.

<sup>2</sup> Режим изотермического прогрева при гидротермальной обработке не выдержан.

На той же виброплощадке параллельно со сваями формовали (тоже без пригруза) образцы — отрезки свай  $30 \times 30 \times 100$  см и кубы  $10 \times 10 \times 10$  см в количестве 12 шт. на каждую пару изделий. Испытания кубов вели в следующем порядке: 3 шт. — перед распалубкой, 3 + 3 куба в дни испытаний свай, 3 шт. — в 28-дневном возрасте.

Отрезки свай изготавливали для проверки несущей способности конструкций с уменьшенной толщиной защитного слоя при центральном сжатии.

В сериях 1 и 2 использовали песчанистый цемент Акмянского завода М 300 (при соотношении  $C:P=68:32$ ), домоготовый до  $S_{уд}=4000 \dots 4170 \text{ см}^2/\text{г}$  и песок Тучковского карьера  $M_{kr}=2 \dots 2,2$ .

Расход тонкомолотой смеси  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  (цемент  $407 \text{ кг}/\text{м}^3$ ). Для получения необходимой подвижности цементно-песчаной смеси водосодержание ее последовательно увеличивали с  $215$  до  $240 \text{ л}/\text{м}^3$  (табл. 2). В смесь вводили добавку ССБ в количестве  $0,1\%$  веса цемента.

В сериях 3—7 применяли песчанистый бетон на цементе завода «Гигант» М 400,  $S_{уд}=3600 \dots 3750 \text{ см}^2/\text{г}$  с расходом  $570 \text{ кг}/\text{м}^3$  и песок Тучковского карьера.

В сваях из бетона на крупном заполнителе, выпускаемых заводом ЖБИ-17 (серия 8), использовали тот же цемент завода «Гигант» с расходом  $570 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Заполнители: щебень  $1040 \text{ кг}/\text{м}^3$ , песок карьера «Серебряный бор»  $M_{kr}=1,9 \dots 2 - 530 \text{ кг}/\text{м}^3$ , вода  $225 \text{ л}/\text{м}^3$ .

Все сваи подвергали одинаковой гидротермальной обработке. Сваи из песчаного бетона изготавливали с использованием отдельных принципов «усовершенствованной» технологи — вибровакуумации введения добавок ПАВ (ССБ) при оптимальном времени предварительной выдержки и режима гидротермальной обработки.

Время, необходимое для достижения коэффициента уплотнения бетона свай не ниже  $0,98$  в среднем составляло около 2 мин. При этом уплотнение бетона было достаточно равномерным по длине и высоте изделия.

Из табл. 2 следует, что расходы цемента для свай серии 1—7 оказались избыточными, поэтому для серий 9, 10 они были снижены.

Определению несущей способности свай предшествовали испытания на образование трещин в соответствии с ГОСТ 10628—63, показавшие, что все изготовленные из песчаного бетона сваи удовлетворяют требованиям ГОСТ.

Для свай из песчаного бетона и из бетона с крупным заполнителем были про-деланы ультразвуковые испытания. Скорость ультразвука определяли в трех точках по высоте и в 12 сечениях по длине сваи. Такая схема испытаний позволила выявить участки пониженной прочности как по высоте, так и по длине свай.

Стендовые испытания свай на изгиб проводились по традиционной схеме (2 груза в третях пролетах) и имели своей задачей оценку прочности, трещиностойкости, деформативности. Конструкции нагружали ступенями: 250, 500, 750, 1000, 1200 и далее до 1900 с интервалом 100 кг.

Отсчеты снимали после выдержки 15 мин. На каждой ступени нагружения за-

В сваях из бетона на крупном заполнителе с ростом нагрузки и приближением ее к разрушающей количеству трещин достигает 15. Они концентрируются в средней части сваи, раскрытие их  $0,2 \dots 0,3 \text{ мм}$ . При нагрузках, близких к разрушающим, две-три трещины в середине пролета раскрываются интенсивнее других, по ним происходит разрушение. Сцепление бетона с арматурой также не нарушалось.

Очевидно, что указанный характер трещинообразования в песчаном бетоне позволяет полнее использовать прочностные свойства стали. Образование большого количества равномерно раскрывшихся мелких трещин, расположенных практически по всей зоне чистого изгиба, приводит к тому, что в сваях из песчаного бетона нагрузка, вызывающая нормируемое раскрытие трещин, выше. Что же касается несущей способности свай, представляющих собой слабо армированные конструкции, то разрушающая нагрузка не должна была бы зависеть от размеров заполнителя. Однако испытания показывают некоторое увеличение несущей способности свай из песчаного бетона (табл. 1).

Можно предположить, что большая величина разрушающей нагрузки при изгибе для свай из песчаного бетона может быть объяснена как большей однородностью материала ( $R_z^n > R_{cr,s}^{kp,s}$ ), так и разницей в предельной деформативности обоих видов бетонов по сжатию, определяющей различную степень участия сжатой арматуры в восприятии внешнего момента.

Испытания отрезков свай серий 6 и 7 на центральное сжатие показали, что при уменьшении толщины защитного слоя не наблюдается снижения несущей способности изделий.

При изучении песчаного бетона, проведенном в ЛМИЖТ [3], и по исследованиям авторов установлено, что из-за тонкодисперсной поровой структуры материала коэффициент скорости движения воды в песчаном бетоне на два порядка ниже, чем в бетоне на крупном заполнителе. Это позволяет предположить положительные результаты проводимых в настоящее время экспериментов по оценке влияния уменьшения толщины защитного слоя на коррозионную стойкость арматуры.

Пробная забивка 30 свай (серии 9,10) под фундаменты строящегося в Северном Чертанове экспериментального жилого комплекса проведена трестом Мостфундаментспецстрой<sup>1</sup>. Были проведены забивка и динамические испытания четырех типов свай: тип А — 14 свай подобных СУ-6-30 из песчаного бетона вместо бетона с крупным заполнителем; тип Б — 6 свай по типу А, но с тупым концом (конструкция предложена трестом МФСС); тип В — 6 свай с тупым концом типа Б, но с уменьшенным до 15 мм (вместо 30 мм по типовому проекту) защитным слоем и сокращенным на 18% расходом арматуры; тип Г — 4 свай с острым концом с защитным слоем, уменьшенным до 15 мм, и расходом арматуры, сокращенным на 18%.

<sup>1</sup> В работах принимал активное участие зам. управляющего трестом С. Б. Беленький.

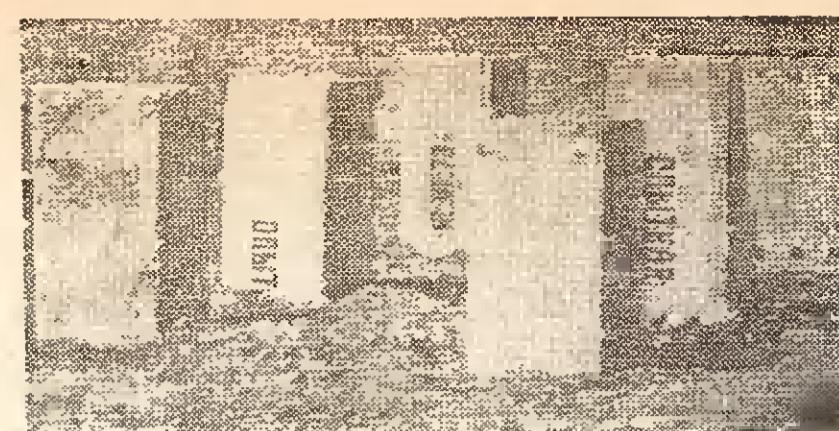


Рис. 1.

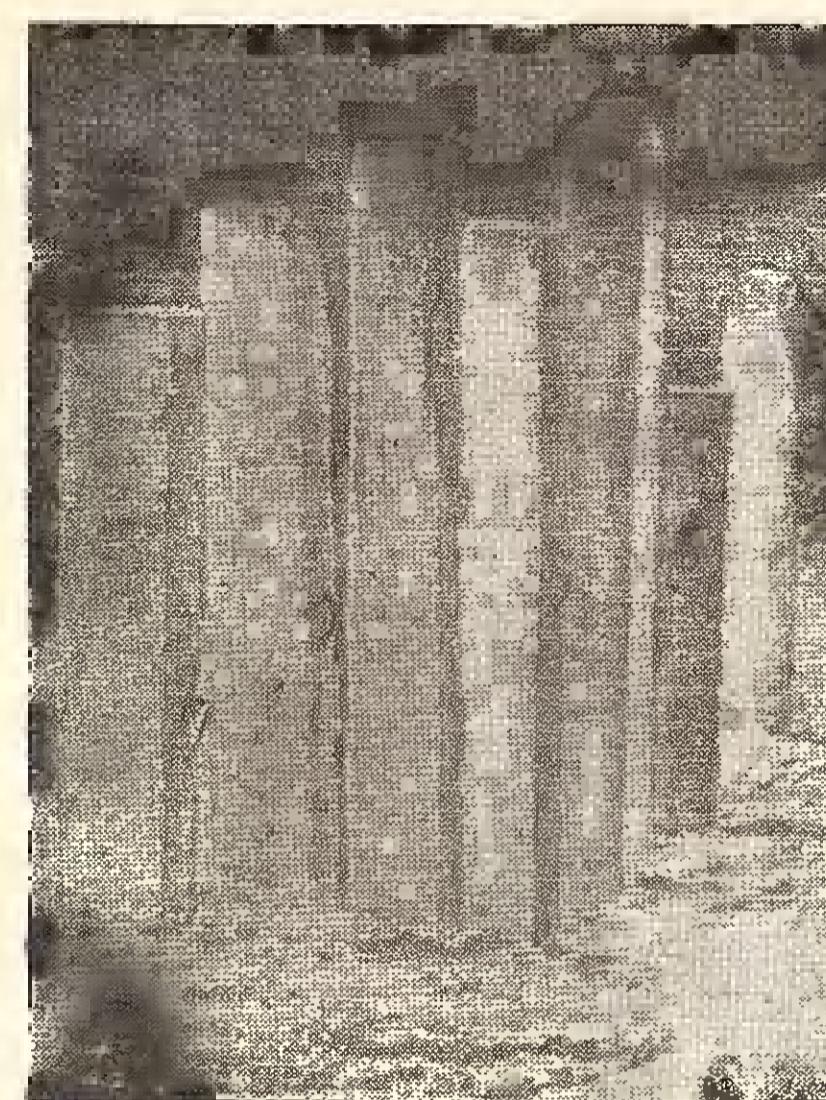


Рис. 2.

писывали показания приборов, измеряли ширину, длину раскрытия трещин, фиксировали место их расположения.

Для того чтобы получить сравнимые результаты, помимо свай из песчаного бетона по той же методике были испытаны три сваи из бетона марки 300 на крупном заполнителе, выдержавшие испытание на трещиностойкость по ГОСТ 10628—63 и не имеющие внешних дефектов.

Параллельные испытания свай на щебеночном и песчаном бетонах показали, что у последних разрушающая нагрузка выше в среднем на 10%, а нагрузка, соответствующая нормируемому раскрытию трещин, на 7%.

Представляет интерес сравнение механизма образования трещин в сваях из песчаного бетона и бетона на крупном заполнителе. При принятой схеме испытаний с увеличением нагрузки и приближением ее к разрушающей количеству трещин в сваях из песчаного бетона достигает 25—30, при этом трещины с раскрытием  $0,1 \dots 0,2 \text{ мм}$  равномерно распределены по длине зоны чистого изгиба. При нагрузках, близких к разрушающим, начинается интенсивное раскрытие трещин. При разрушении (текущести арматуры) практически нельзя выделить трещину, по которой происходит разрушение. Раскрытие трещин на этом этапе не превышало 1,5—2 мм. Сцепление бетона с периодической арматурой не нарушалось.

Осмотр изделий до забивки показал, что сваи из песчаного бетона имели гладкую поверхность, четкие грани, раковины и каверны на их поверхности отсутствовали.

Погружение, проводимое с помощью копровой установки с дизель-молотом С-330, заканчивалось при достижении расчетного отказа.

В процессе перевозки, подтаскивания к копру, забивки в сваях из песчаного бетона не было обнаружено трещин, околов, отслоений защитного слоя.

В результате осмотра (после забивки) голов свай из песчаного бетона в них также не обнаружено повреждений (рис. 1).

На той же стройплощадке были погружены сваи СУ-6-30 из бетона на крупном заполнителе. Прочность свай колебалась от 165 до 220 кгс/см<sup>2</sup> и в среднем (по испытаниям 10 свай) равна 180 кгс/см<sup>2</sup>. Сваи эти, как правило, имевшие дефекты внешней поверхности, после забивки получили повреждения — трещины, околы, разрушение голов. Ряд свай в результате разрушения голов не удалось погрузить до проектной отметки, непогруженные участки свай достигли 2 м (рис. 2).

#### Выводы

Использование песчаного бетона — материала, обладающего высокой растяжимостью и стойкостью к динамическим нагрузкам, рационально для свай.

Сравнительные стендовые испытания показали, что изгибающий момент, которому соответствует нормируемое раскрытие трещин в сваях из песчаного бетона, превышает в среднем на 7% соответствующий момент для свай из бетона на крупном заполнителе. Изгибающий момент, вызывающий разрушение конструкции, выше в среднем на 10%.

Опытная забивка и динамические испытания 30 сплошных свай различных конструкций, в том числе и с уменьшенным защитным слоем, произведенными на промышленном объекте, подтвердили высокое качество свай из песчаного бетона. Забитые сваи не имели трещин, околов, разрушения голов.

Погружение свай без остряя практически не вызывало дополнительных трудностей по сравнению со сваями обычной конструкции.

Снижение приведенных затрат при переходе на изготовление свай, отличающихся лишь использованием песчаного бетона вместо бетона с крупным заполнителем на известняковом щебне, составляет около 1 руб. на 1 м<sup>3</sup> изделия.

#### ЛITERATURA

- Михайлов Н. В. Основные принципы новой технологии бетона и железобетона. М., Госстройиздат, 1961.
- Баженов Ю. М. Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций. М., Стройиздат, 1963.
- Мохов Б. А. Исследование влияния методов обработки смеси на структуру и свойства высокопрочного мелкозернистого (цементно-песчаного) бетона. Автореф. дис. на соиск. учен. степени, канд. техн. наук. Л., 1967.

Д-р техн. наук А. П. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук В. А. БЕЛИКОВ,  
инж. Л. П. РУСАНОВА (НИИЖБ)

УДК 624.012.45:666.982—16

## Конструкции из бетона марок 600—800

На заводах ЖБК изготавливают сборные элементы из бетона марок 600—800 по традиционной технологии на существующем оборудовании, используя высокопрочный цемент марки 600. Технико-экономический анализ выявил высокую эффективность применения бетона такой прочности для ряда конструкций благодаря снижению их массы, уменьшению материоемкости, стоимости и трудоемкости выполнения.

Повышение марки бетона до 600—800 позволяет в среднем снизить массу и объем конструкций на 25%, а стоимость на 10—15%.

Используя существующие формы и повышенную марку бетона, можно значительно повысить несущую способность элементов и, таким образом, расширить область применения унифицированных конструкций.

Для разработки рекомендаций по проектированию и изготовлению сборных железобетонных конструкций, выявлению рациональных конструктивных форм и их экономической эффективности проводили специальные исследования. Были изучены физико-механические свойства бетонов высоких марок, особенности работы конструкций из них, разработана рабочие чертежи элементов зданий из бетона марок 600—800 (колонны, фермы, балки), освоено изготовление опытных партий таких конструкций в заводских условиях и проведены соответствующие технико-экономические исследования. Большое внимание было уделено выявлению соотношений прочностей, получаемых при испытании призм и кубов. На рис. 1 приведены ре-

зультаты исследований по определению  $K_{\text{пп}} = \frac{R_{\text{пр}}}{R}$ . Основная масса точек лежит в пределах 0,75 ... 0,9. Тенденции к снижению коэффициента призменной прочности с увеличением марки бетона не наблюдается.

В действующем СНиП на проектирование железобетонных конструкций  $K_{\text{пп}}$  для бетонов марок 250—600 принят постоянным и равным 0,7. На основании проведенных исследований можно рекомендовать  $K_{\text{пп}} = 0,75$ . Надежность рекомендуемого значения  $K_{\text{пп}}$  проверяли соответствующей обработкой данных испытания на внецентрное сжатие различных серий железобетонных колонн, изготовленных из бетона марок 800—900. Используя формулы расчета сечений на внецентрное сжатие и зная величины опытных разрушающих усилий и замеренных напряжений в арматуре, находили средние напряжения сжатия в бетоне  $\sigma$  к моменту разрушения, сопоставляемые с призменной прочностью  $R_{\text{пр}} = 0,75 R$ .

На рис. 2 приведен график отношения  $\frac{\sigma}{R_{\text{пр}}}$  при различных относительных величинах высоты сжатой зоны сечения колонн  $\xi$ .

Исследования масштабного фактора по испытаниям кубов из высокопрочного бетона с размерами сторон 20 и 10 см не показали снижения масштабного коэффициента с ростом прочности бетона.

В результате этих исследований рекомендуется принять коэффициент приведения к марочной прочности бетона

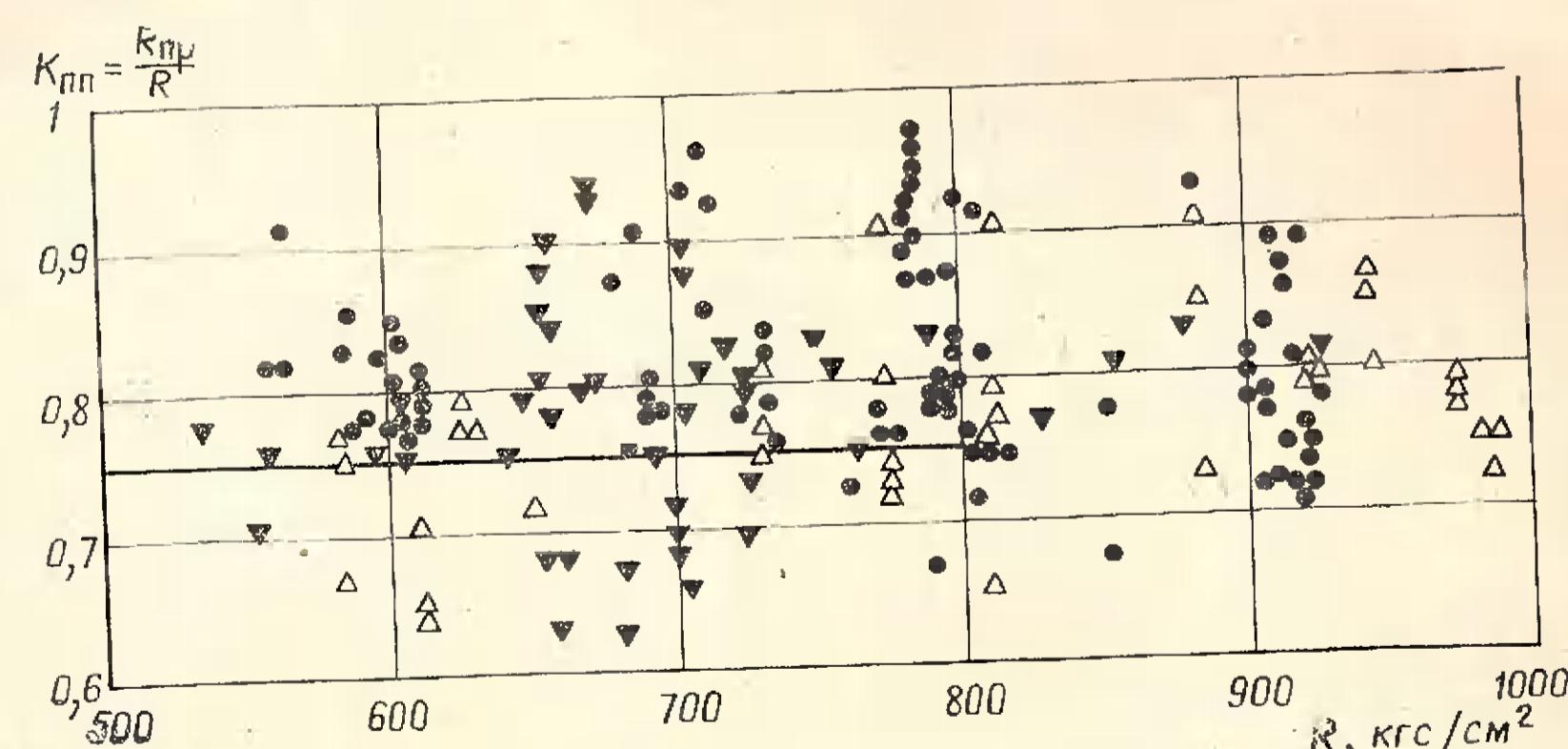


Рис. 1. Зависимость коэффициента призменной прочности от марки бетона  
Данные: ● — НИИЖБ; △ — НИИСК;  
▼ — ЦНИИС; — рекомендуемая.

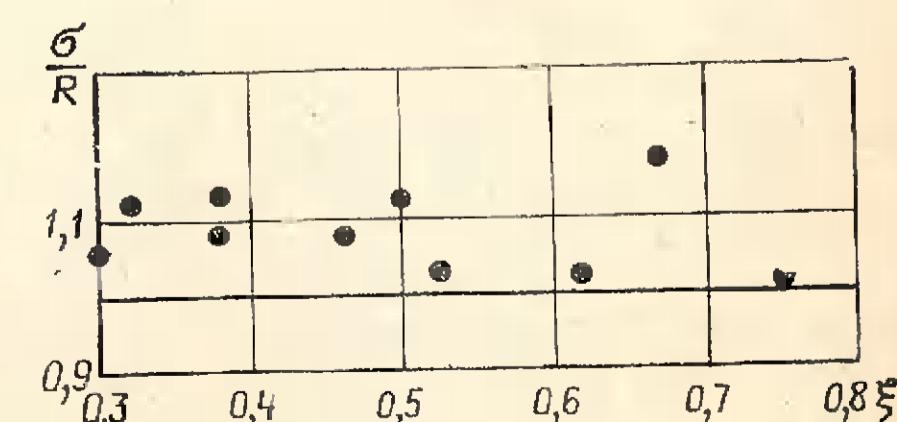


Рис. 2. Зависимость условных напряжений в сжатой зоне внецентренно сжатых колонн от  $\xi$

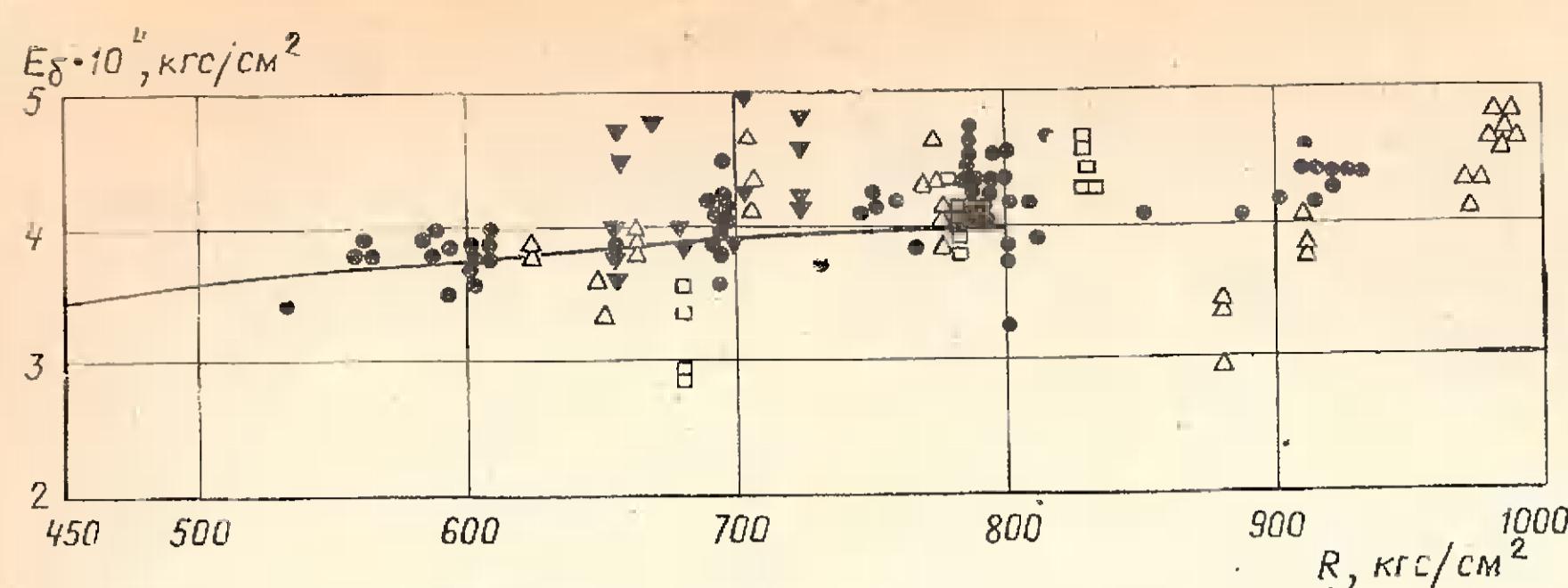


Рис. 3. Зависимость начальных модулей упругости от прочности бетона  
Данные: ● — НИИЖБ; ▽ — НИИСК; ▲ — ЦНИИС; △ — Харьковский ПромстройНИИ-  
проект; — рекомендуемая

при испытании кубов с размерами сторон 10 см постоянным и равным 0,85.

Испытания высокопрочного бетона на растяжение показывают, что с изменением марки бетона в пределах 600—800 прирост прочности незначителен. Замедляется также рост модуля упругости при сжатии. На рис. 3 приведены результаты опытов по изучению модуля упругости бетонов марок 600—1000. Разброс точек объясняется различиями в составах и технологии изготовления бетона. При более жестких бетонных смесях с меньшим содержанием воды и цементного теста модуль упругости бетона при равной прочности оказывается выше. Доля пластических деформаций в суммарных продольных деформациях высокопрочного бетона невелика, суммарные деформации на последних стадиях загружения превышают упругие на 20—25%.

С ростом марки бетона наблюдается некоторое повышение границы образования микротрещин. Для бетонов марок 600—800 были получены значения  $R_t^0$  в пределах (0,65—0,75)  $R_{up}$ , что приводит к повышению упругих свойств этих бетонов.

Таблица 1

Марка бетона	Сжатие осевое и измененная прочность $R_{up}$ , кгс/см²	Растяжение осевое, $R_p$ , кгс/см²	Начальный модуль упругости при сжатии, $E$ , кгс/см²
600	260	15,5	380 000
700	295	16,5	390 000
800	325	17,5	400 000

Примечание. Значения  $E$  даны для бетонов естественного твердения. Для пропаренных бетонов их следует снижать на 10%.

В табл. 1 приведены основные расчетные характеристики для высокопрочного бетона. Наиболее эффективно применение бетона высоких марок в железобетонных элементах, работающих на сжатие, близкое к центральному. В этом случае несущая способность бетонной части сечения увеличивается практически пропорционально повышению прочности бетона, соответственно может быть сокращена площадь поперечного сечения элементов. Значитель-

ный экономический эффект получается также при повышении марок бетона во внерадиально сжатых элементах. При этом особенно рационально использовать двутавровые, тавровые и пустотельные и другие эффективные сечения.

Использование высокопрочного бетона менее эффективно в изгибающихся элементах. Однако в ряде случаев высокопрочный бетон может с успехом применяться, например, в преднапряженных балках, работающих на внерадиальное сжатие при передаче усилия наружения арматуры на бетон. Рационально применять бетон высоких марок и в случаях, когда по условиям унификации требуется сохранить размеры изгибающихся элементов при использовании их под высокие нагрузки.

Таким образом, область наиболее рационального применения высокопрочного бетона в строительстве включает в себя сжатые и некоторые изгибающиеся, преимущественно преднапряженные железобетонные конструкции.

В жилых и общественных зданиях высокопрочный бетон рекомендуется использовать прежде всего в колоннах многоэтажных каркасов связевой системы, работающих на сжатие, близкое к центральному, с очень малыми случайными эксцентричеситетами продольной силы.

Увеличение марок бетона с 400 до 600 в таких колоннах под расчетную нагрузку 400 т и с 500 до 700 под нагрузку 600 т при сохранении унифицированного сечения 400×400 мм позволяет снизить расход стали на 1 м³ бетона примерно на 140 кг.

Высокопрочный бетон в таких каркасах с эффектом можно использовать и в колоннах под меньшие нагрузки, при замене сплошного сечения пустотелым в тех же габаритах, например, путем закладки в колонну при изготовлении вкладышей с сохранением сплошного сечения в зонах консолей и стыков. Это снижает объем бетона и массу колонн от 20 до 40%.

Увеличение прочности бетона в колоннах до 800 кгс/см² без изменения армирования позволяет повысить этажность унифицированных каркасов (с 16 до 20 этажей).

В каркасах многоэтажных зданий с укрупненной сеткой колонн (6×9, 9×9 и 6×12 м) рационально использовать высокопрочный бетон не только в колоннах, но и в ригелях и ребристых плитах перекрытий.

В промышленных многоэтажных зданиях часто используют каркасы серии ИИ-20, в которых колонны и ригели образуют поперечные рамы с жесткими узлами. При горизонтальных воздействиях и несимметричных нагрузках в колоннах таких каркасов возникают изгибающие моменты. Это несколько ограничивает возможность снижения расхода арматурной стали при повышении прочности бетона в колоннах, и реализация экономического эффекта при этом осуществляется главным образом путем уменьшения размеров сечения. Так, в нижних этажах некоторых зданий применяют в каркасе один типоразмер колонн сечением 40×40 см.

Колонны одноэтажных производственных зданий работают на внерадиальное сжатие, причем в ряде случаев со значительными эксцентричеситетами, и имеют большую гибкость. Поэтому при сохранении традиционного прямоугольного сечения возможность облегчения таких колонн при повышении прочности бетона ограничена. Технико-экономические расчеты показывают, что в этом случае при переходе с марок бетона 200—300 на 600 объем колонн уменьшается на 15—20%.

Объем бетона можно снизить на 35—60% при повышении его прочности в указанных выше пределах, заменив прямоугольное сечение колонн двутавровым, пустотным, коробчатым или другим, более эффективным.

Изготовление таких колонн несколько сложнее обычных, однако эти трудности могут быть преодолены. Так, например, в НИИЖБ проверена технология изготовления колонн двутаврового сечения для бескарновых промзданий на виброплощадке в стальной форме при вертикальном положении ребра.

Отработана также технология изготовления пустотелых колонн с образованием пустот путем извлечения трубчатых каналаобразователей сразу после бетонирования. Такие колонны широко внедряются ЦНИИЭПсельстроем в сельскохозяйственном строительстве.

Бетон высоких марок эффективен в стропильных и подстропильных фермах, поскольку пояса их работают на сжатие с очень малыми эксцентричеситетами: нижний пояс — в процессе преднапряжения, а верхний — под нагрузкой.

В фермах пролетом 18 м увеличение марок бетона с 300—400 до 600—700 позволяет уменьшить объем бетона при шаге 6 м на 15—20%, а при шаге 12 м — на 20—25%. В фермах пролетом 24 м повышение марок бетона в указанных выше пределах при шаге 6 м приведет к снижению объема бетона на 20—25%, а при шаге 12 м — на 25—30%.

В настоящее время разработаны чертежи стропильных ферм по серии ПК-01-129 из высокопрочного бетона под некоторые типы нагрузок.

В стропильных балках пролетом 18 м увеличение прочности бетона с 500 до 600—700 кгс/см² позволяет уменьшить объем бетона на 10—15%. Кроме того, сохранив размеры балок и несколько увеличив количество напряженной арматуры за счет повышения марки бетона, удается использовать типовые балки с шагом 12 м, отказываясь от подстропильных конструкций.

Таблица 2

№ серии	<i>b</i> , см	<i>h</i> , см	<i>a</i> , см	$R_{10}^{\text{оп}}$	$R_{\text{пр}}^{\text{оп}}$	$F_a$ , см <sup>2</sup>	$\sigma_t^{\text{оп}}$ , кгс/см <sup>2</sup>	$e_0$ , см	$N_p$ , т	$R_{\Phi}$ , кгс/см <sup>2</sup>	$\frac{R_{\Phi}}{R_{\text{пр}}^{\text{оп}}}$	$R_{\Phi}$
				кгс/см <sup>2</sup>	кгс/см <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>	кгс/см <sup>2</sup>			кгс/см <sup>2</sup>	$R_{\text{пр}}$	
I	40,3	40,3	4,9	733	519	39,36	3892	0	990	529	1,02	1,33
	40,1	40,4	5	733	519	39,36	3892	0,3	990	530	1,02	1,33
II	40	40	5	756	614	78,72	3892	0,5	1324,3	667	1,09	1,63
	40	40	5	756	614	78,72	3892	0	1324,3	670	1,09	1,64
III	40,1	40,5	4,9	820	634	12,65	4043	2,4	900	638	1,01	1,41
	40	40,6	4,5	820	634	12,65	4043	3,5	840	615	0,97	1,38

В ряде случаев целесообразно использовать бетон марок 600—700 в ребристых плитах размером 3×12 м. Это позволяет при больших нагрузках на покрытие, например в зоне снеговых мешков, отказаться от плит 1,5×12 м или унифицировать толщину полки.

Высокопрочный бетон применяют в таких инженерных конструкциях, как напорные трубы, элементы подземных и шахтных сооружений, мостовые конструкции, аэродромные плиты, опоры линий электропередачи и др.

Приведенный выше перечень показывает, что уже в настоящее время имеется достаточно большая номенклатура конструкций, в которых использование высокопрочного бетона позволит существенно снизить их материалоемкость.

В дальнейшем область применения конструкций из бетона марок 600—800 может быть значительно расширена благодаря совершенствованию конструктивных форм элементов, например в колоннах под малые нагрузки, в плитах перекрытий, в преднатяженных элементах малых пролетов и др., а также в колоннах нижних этажей высотных зданий, в большепролетных конструкциях и т. д. Прогноз развития сборного железобетона предполагает увеличение объема конструкций из бетона марок свыше 600.

Однако для увеличения объема выпуска таких конструкций требуется осуществление ряда мероприятий: во-первых, разработка типовых проектов конструкций из высокопрочного бетона. Поскольку имеющиеся в настоящее время чертежи железобетонных конструкций из бетона марок 600—800, выполненные по планам экспериментального проектирования, охватывают сравнительно небольшую номенклатуру изделий, это не позволяет организовать их массовое производство на заводах ЖБИ. В основном это типовые конструкции, в которых повышение прочности бетона позволяет увеличить их несущую способность и использовать под более высокие типы нагрузок. Однако при этом не всегда удается полностью использовать преимущества высокопрочного бетона, поэтому необходимо разработать новые конструктивные формы железобетонных элементов, учитывающих специфику работы такого бетона в конструкциях.

Во-вторых, требуется увеличение выпуска цемента марки 600, который в настоящее время производится нерегулярно и в недостаточном количестве.

Необходимо отметить, что бетон марок 600—800 может быть получен различными путями. Например, за счет снижения  $B/C$  и использования для уплотнения жестких смесей вибротрампова-

ния и прессования. Для получения высокопрочного бетона можно использовать также автоклавную обработку с добавкой в цемент тонкомолотого кварцевого песка, вибрационизацию цементного теста, пропитку бетона полимерами и другие приемы. Однако эти методы находятся в стадии разработки и исследований, поэтому в настоящее время применяется технология, основанная на использовании цемента марки 600. При этом используют обычные приемы приготовления и уплотнения бетонной смеси. Заполнители должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10268—70.

На заводе ЖБИ № 11 Главмоспромстройматериалов при участии НИИЖБ были выпущены опытные партии колонн многоэтажных зданий из бетона марок 600 и 700 на цементе марки 600 заводов «Большевик» и Белгородского. При этом сохранились состав и вязкость бетонной смеси, принятые заводом для бетона марки 500 на воскресенском цементе марки 500.

Марки бетона 600 и 700 были получены в основном только за счет повышения качества цемента, хотя активность его при марке 600 не превышала 550 кгс/см<sup>2</sup>.

Опыт показал, что при активности цемента, близкой к 600 кгс/см<sup>2</sup>, в производственных условиях может быть получен бетон марки 800 или существенно снижен расход цемента при производстве бетона марки 600. Колонны из высокопрочного бетона, изготовленные на заводе ЖБИ № 11, были испытаны на сжатие, близкое к центральному. В результате испытаний была определена фактическая прочность бетона колонн  $R_{\Phi}$ , равная отношению опытной разрушающей нагрузки за вычетом фактического усилия в арматуре к площади бетонной части сечения. При наличии эксцентрикитетов вводили соответствующую поправку.

Фактическую прочность бетона колонн сопоставляли с опытной призменной прочностью  $R_{\text{пр}}$ , полученной при испытании на центральное сжатие бе-

тонных образцов размером 15×15×60 см, а также с призменной прочностью  $R_{\text{пр}}$ , полученной умножением  $R_{20}^{\text{оп}}$  на масштабный коэффициент  $\frac{R_{20}}{R_{10}}$  (равный 0,86), затем коэффициент  $R_{\text{пр}}$  (равный по действующему СНиП 0,7) и на коэффициент условий работы (0,9). Результаты сопоставлений приведены в табл. 2.

Как видно из таблицы, фактическая прочность бетона колонн близка к опытной призменной прочности и до 45% превышает условную призменную прочность, используемую при проектировании. Это объясняется большой величиной коэффициентов  $\frac{R_{20}}{R_{10}}$  и

$\frac{R_{20}}{R_{10}}$  по сравнению с нормируемыми значениями отсутствием влияния неупругих свойств бетона, учитываемого коэффициентом  $m_b=0,9$ , на несущую способность колонн при столь малых эксцентрикитетах, а также более благоприятными условиями работы высокопрочного бетона в армированных элементах по сравнению с бетонными призмами.

## Выводы

Применение в железобетонных конструкциях высокопрочного бетона позволяет существенно снизить материалоемкость и стоимость железобетонных конструкций.

Отсутствие типовых проектов железобетонных конструкций из бетона марок 600—800 сдерживает применение их при проектировании зданий и сооружений.

Для расширения производства высокопрочного бетона необходимо увеличить объем выпуска цемента марки 600 и организовать регулярную поставку его заводам ЖБК.

## Вышли в свет:

Здания из объемных блоков. М., Стройиздат, 1974. 487 с., 7000 экз., 1 р. 60 к. Авт.: Ю. Б. Монфред и др.

Петраков Б. И. Бетонирование конструкций с использованием пневмоопалубки. Л., Стройиздат, 1974. 88 с., 4 300 экз., 31 к.

Пунагин В. Н. Бетон и бетонные работы в условиях сухого жаркого климата. Ташкент, «Фан», 1974. 244 с., 1 500 экз., 1 р. 74 к.

Теория и практика зимнего бетонирования. Библиогр. указ. отечеств. и иностр. литературы за 1962—1973 гг. 125 с. (Центр. науч.-техн. б-ка по строительству и архитектуре Госстроя СССР). 1 000 экз., 55 к.

Шустер Р. Л., Рахимова Р. А. Сланцы как сырье для получения легких заполнителей бетона. М., «Недра», 1974. 64 с., 1 500 экз., 42 к.

## В помощь проектировщику

Д-р техн. наук, проф. П. Ф. ДРОЗДОВ (МИСИ им. Куйбышева)

УДК 624.043.2

### Совместная работа ядер и диафрагм в несущей системе многоэтажного здания

В жилых комплексах, строящихся в образцово-перспективном жилом районе Северное Чертаново в Москве, применяют несущие системы, в которых горизонтальные нагрузки воспринимаются совместно стволами-ядрами и вертикальными диафрагмами. Совместность их работы обеспечивается перекрытиями, сопротивляющимися деформированию в своей плоскости.

Под действием ветровой нагрузки, вследствие асимметрии плана, такие несущие системы не только изгибаются в направлении главных осей, но и поворачиваются вокруг вертикальной оси на угол  $\theta(x)$ , изменяющийся по высоте здания. При этом ядра и диафрагмы изгибаются и скручиваются. Общий внешний крутящий момент воспринимается сопротивлением конструкций чистому и изгибному кручению, а внешний изгибающий момент — их сопротивлением изгиба.

Для расчета таких несущих систем помимо обычных<sup>1</sup> примем следующие предпосылки:

ввиду очевидной несопоставимости сопротивления чистому кручению ядер и диафрагм последние не оказывают сопротивления чистому кручению;

поскольку ядра имеют форму сечения, близкую к квадрату, их собственная секториальная жесткость ( $EJ_{\omega i}$ ) мала по сравнению с жесткостью чистого кручения ( $GJ_{dI}$ ) и секториальной жесткостью относительно центра изгиба всей системы ( $\Sigma B_{iz} z_i^2$ );

перекрытия жестки в своей плоскости и податливы из плоскости;

столбы и ригели соединены шарнирно и не воспринимают горизонтальную нагрузку («связанный» каркас);

ядра и диафрагмы в соответствии с действительной конструкцией фундаментов жестко защемлены в основании;

рассматривается действие кратковременных горизонтальных (ветровых) нагрузок, но учитывается также действие не рассматриваемых в расчете вертикальных нагрузок. В связи с этим модуль деформаций в условно растянутых (только от ветра) зонах сечений принимается таким же, как и в сжатых, т. е. равным  $E_b$ .

Рассмотрим для примера действие ветра на длинный фасад здания (рис. 1), где  $W$  — равнодействующая ветрового давления на фасад здания.

Полное перемещение верхнего покрытия будет складываться в данном случае из поступательного смещения в направлении  $-y$  и поворота против

часовой стрелки вокруг оси  $x$  на угол  $\theta$ . Поступательное смещение произойдет при переносе  $W$  в начало координат, а поворот будет создан возникающим крутящим моментом

$$M = W \cdot e. \quad (1)$$

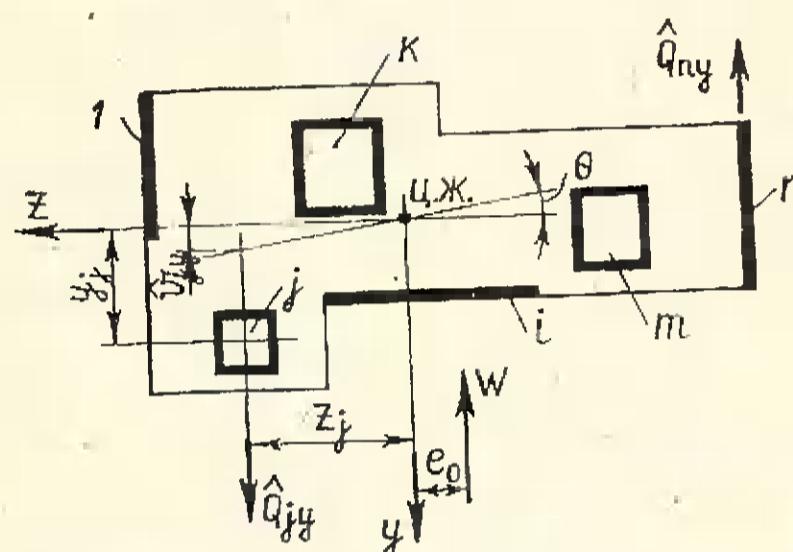


Рис. 1. План несущей системы здания с несколькими ядрами и диафрагмами  
Ц. Ж. — центр жесткостей (изгиба) системы

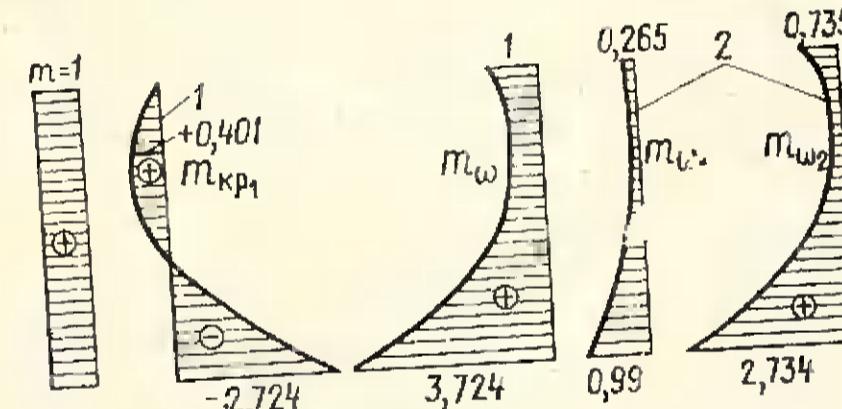


Рис. 2. Эпюры интенсивности моментов чистого кручения в ядре (1) и изгибного кручения в ядре и диафрагме (2)

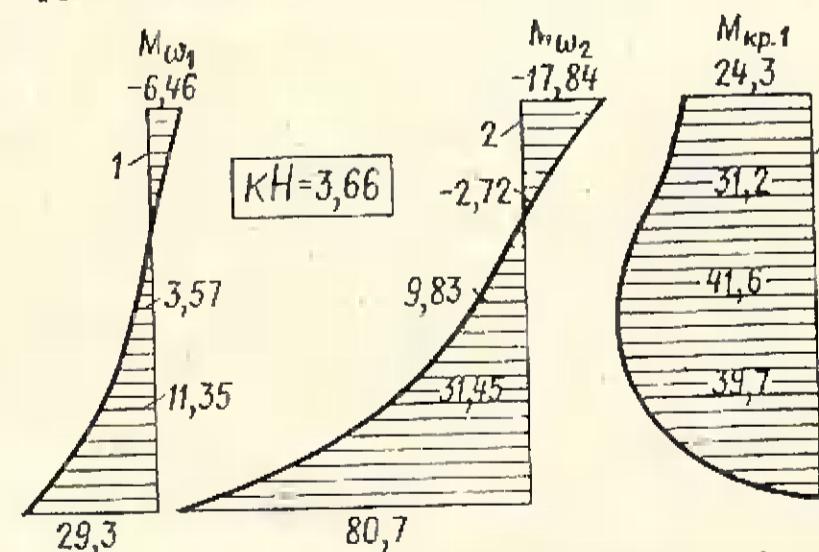


Рис. 3. Эпюры моментов изгибного ( $M_{\omega i}$ ) и чистого ( $M_{kp}$ ) кручения в ядре (1) и диафрагме (2)

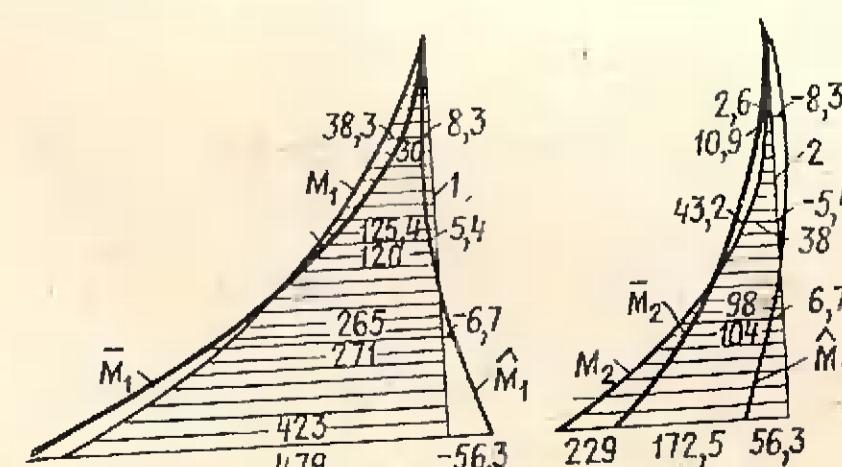


Рис. 4. Эпюры полных изгибающих моментов в ядре (1) и диафрагме (2)

$\Delta M$  — от поступательного смещения;  $\Delta M$  — от поворота в плане

В результате действия  $W$ , перемещенного в центр изгиба, при поступательном смещении возникнет только изгиб ядер и диафрагм в плоскостях, параллельных плоскости  $yx$ . При этом полный момент от внешней нагрузки  $M^o(x)$  распределится между ядрами и диафрагмами пропорционально их изгибным жесткостям  $B_{iz} = EJ_{iz}$ . В каждой из этих конструкций возникнут изгибающие моменты

$$\bar{M}_i(x) = \frac{M^o(x) B_{iz}}{\sum_{k=1}^n B_{kz}}. \quad (2)$$

В результате действия внешнего крутящего момента  $M$ , возникнет дополнительный изгиб ядер и диафрагм и произойдет закручивание ядер на угол  $\theta'(x)$ . Момент, который воспримут ядра за счет чистого кручения, при крутильной жесткости ядра  $j$ , равной  $GJ_{dj}$ :

$$M_{kp}(x) = -\theta'(x) \sum_m G J_{dj}. \quad (3)$$

Момент воспринимаемый ядрами и диафрагмами за счет изгиба при повороте этажей (рис. 1)

$$M_{\omega}(x) = \sum_n (\Delta Q_{jy} z_j + \Delta Q_{jz} y_j), \quad (4)$$

где

$$\Delta Q_{jy}(x) = B_{jz} \bar{V}_{jy}'''(x), \quad (5)$$

а значком  $\Delta$  обозначены вызванные поворотом усилия и перемещения. Вместе с тем, согласно рис. 1

$$\bar{V}_{jy}(x) = \theta(x) z_j \quad (6)$$

и, следовательно,

$$\Delta Q_{jy} = B_{jz} z_j \theta'''(x). \quad (7)$$

Используя (3) и (4) с учетом (7), получим уравнение равновесия

$$M(x) = -\theta' \sum_m G J_{dj} + \theta''' \sum_n (B_{jz} z_j^2 + B_{jy} y_j^2). \quad (8)$$

Дифференцируя (8) по  $x$ , получим дифференциальное уравнение угла закручивания несущей системы:

$$\theta^{IV} - k^2 \theta'' = \frac{m}{B_{\omega}}, \quad (9)$$

где

$$k = \sqrt{\frac{\sum_m G J_d}{\frac{m}{B_{\omega}}}}; \quad (10)$$

$$B_{\omega} = \sum_n (B_{iz} z_i^2 + B_{iy} y_i^2). \quad (11)$$

Уравнение (9) отличается от известного уравнения В. З. Бласова для отдельного тонкостенного стержня тем, что изгибно-крутильная характеристика  $k$  в уравнении (9) содержит суммарные жесткости всех столбов (ядер и диафрагм), образующих несущую систему здания.

<sup>1</sup> Дроздов П. Ф., Себекин И. М. Проектирование крупнопанельных зданий. М.: Стройиздат, 1967.

Границными условиями для уравнения (9) будут:  
при  $x=H$

$$\theta(H) = 0; \quad \theta'(H) = 0, \quad (12)$$

так как здесь невозможны поворот и изгибающие моменты всех столбов несущей системы при  $x=0$

$$\theta''(0) = 0; \quad \theta'''(0) - k^2 \theta'(0) = 0. \quad (13)$$

Первое условие (13) вытекает из того, что система находится под действием горизонтальной нагрузки, распределенной по высоте здания, и потому бимомент  $T(0) = -\theta''B_\omega$  должен быть равен нулю и, следовательно,  $\theta'' = 0$ . Второе условие соответствует тому, что при  $x=0 M=0$ .

Решение уравнения (9) в нашей системе координат при равномерно распределенной по высоте здания горизонтальной нагрузке и потому постоянной интенсивности крутящего момента  $m$  будет таким:

$$\theta(x) = \frac{m}{\Sigma G J_d} \left[ \frac{H^2 - x^2}{2} + \frac{\operatorname{ch} k(H-x) - 1 - kH(\operatorname{sh} kH - \operatorname{sh} kx)}{k^2 \operatorname{ch} kH} \right]. \quad (14)$$

Зная угол поворота  $\theta(x)$  произвольного сечения  $x$ , можно последовательным дифференцированием определить  $\theta'(x)$  и  $\theta''(x)$  и, согласно (3), найти  $M_{kp}(x)$  и  $m_{kp}(x)$ .

Поскольку  $M(x)$  и  $m(x)$  известны (они определяются через внешние нагрузки и заданные эксцентрикитеты), то, вычитая из них соответственно  $M_{kp}(x)$  и  $m_{kp}(x)$ , можно найти  $M_\omega(x)$  и  $m_\omega(x)$ . При известных  $m_{kp}(x)$  и  $m_\omega(x)$  усилия, приходящиеся на отдельные вертикальные элементы (ядра и диафрагмы), находятся распределением этих моментов пропорционально жесткостям соответственно чистого или изгибного кручения.

Следуя этому пути, дважды дифференцируя (14), получим

$$\theta''(x) = \frac{m}{\Sigma G J_d} \left[ \operatorname{ch} kx - 1 + \left( \frac{kH}{\operatorname{ch} kH} - \operatorname{th} kH \right) \operatorname{sh} kx \right], \quad (15)$$

и следовательно, доля внешнего крутящего момента, воспринимаемая ядрами за счет чистого кручения:

$$m_{kp}(x) = -m \left[ \operatorname{ch} kx - 1 + \left( \frac{kH}{\operatorname{ch} kH} - \operatorname{th} kH \right) \operatorname{sh} kx \right]. \quad (16)$$

Крутящий момент, воспринимаемый  $j$ -м ядром:

$$m_{kp,j} = m_{kp} G J_{dj} \left| \sum_{k=1}^m G J_{dk} \right|. \quad (17)$$

Доля внешнего крутящего момента, приходящаяся на изгибное кручение:

$$m_\omega = m - m_{kp}. \quad (18)$$

Крутящий момент, воспринимаемый ядром или диафрагмой  $i$  за счет изгибного кручения:

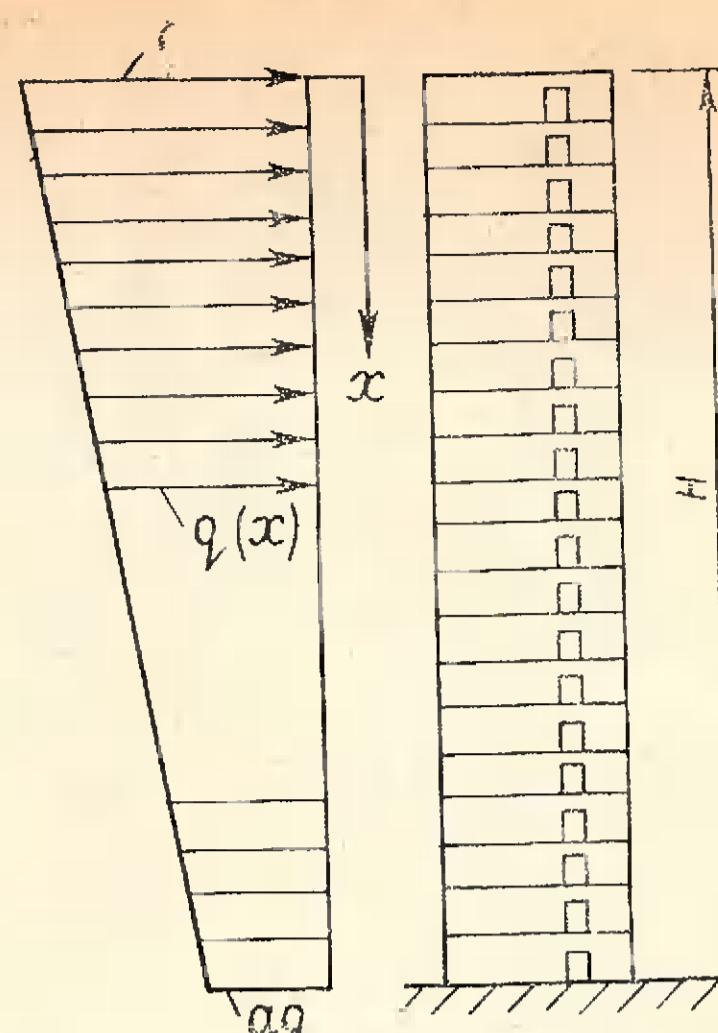


Рис. 5. Действие распределенной по трапеции нагрузки на несущую систему многоэтажного здания

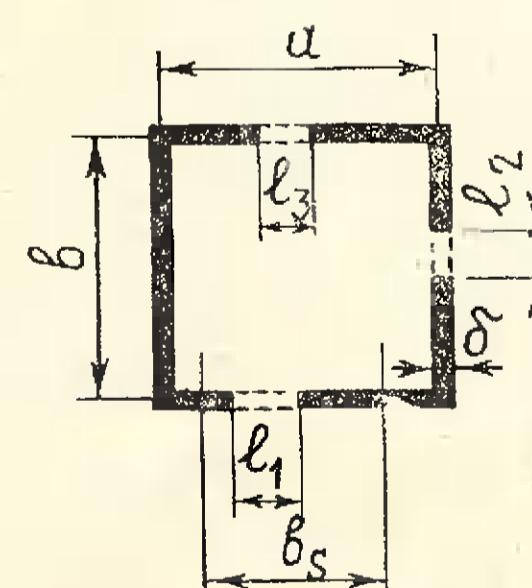
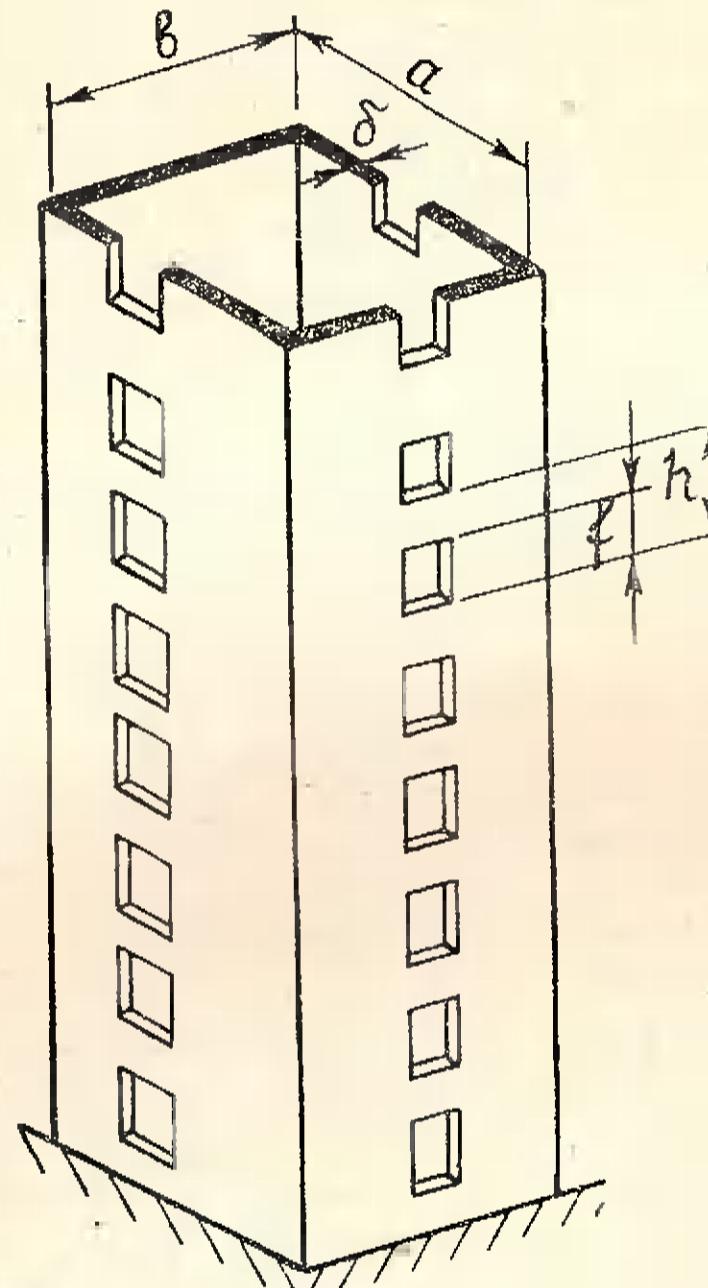


Рис. 6. К расчету на кручение ядра с проемами

$$m_{\omega,i} = \frac{m_\omega B_{\omega,i}}{B_\omega}. \quad (19)$$

Эквивалентная горизонтальная нагрузка  $\overset{\Delta}{q}_i(x)$ , создаваемая кручением здания в  $i$ -м ядре или диафрагме:

$$\overset{\Delta}{q}_{iy}(x) = \frac{m_{\omega,i}(x)}{z_i}; \quad \overset{\Delta}{q}_{iz}(x) = \frac{m_{\omega,i}(x)}{y_i}. \quad (20)$$

Полная горизонтальная нагрузка, на которую необходимо рассчитывать  $i$ -е ядро или диафрагму, например в направлении оси  $y$ :

$$\bar{q}_{iy}(x) = \overset{\Delta}{q}_{iy}(x) \pm \overset{\Delta}{q}_{iz}(x), \quad (21)$$

где  $\bar{q}$  — нагрузка от поступательного смещения

$$\bar{q}_{iy}(x) = \frac{q^\circ(x) B_{iz}}{\sum_{k=1}^n B_{kz}}, \quad (22)$$

а знак во втором члене формулы (21) принимается соответственно направлению кручения: при совпадении перемещений от поступательного смещения и поворота — плюс, при противоположном направлении этих перемещений — минус.

Например, для одного из корпусов экспериментального жилого района Северное Чертаново, несущая система которого состоит из одного ядра и одной диафрагмы при  $H=110$  м

$$k = \sqrt{\frac{0,4 \cdot 447}{157,9 \cdot 10^3}} = 0,0333 \text{ 1/m},$$

$kH=3,66$ , получим согласно (16) для единичного крутящего момента  $m=q^e=1$  и значений  $\operatorname{sh} kH=19,418$ ;  $\operatorname{ch} kH=19,444$

$$m_{kp}(x) = 0,81 \operatorname{sh} kx + 1 - \operatorname{ch} kx.$$

Соответствующие эпюры интенсивностей моментов — крутящих, бимоментов и полных изгибающих моментов в ядре и диафрагме — показаны на рис. 2, 3 и 4. Полные моменты (рис. 4) получены как

$$M_i = \bar{M}_i \pm \overset{\Delta}{M}_i,$$

где

$$\overset{\Delta}{M}_i = \int_0^x Q_i d x = \int_0^x \frac{x M_{\omega,i}}{z_i} dx = -\frac{B_{\omega,i} \theta''}{z_i}. \quad (23)$$

Эпюры на рис. 2 и 3 подобны эпюрам  $q(x)$  и  $Q(x)$ , изображенным на рис. IX-2 в работе<sup>1</sup>. Это объясняется тем, что уравнение (9) и уравнение (IX-8) аналогичны. Действительно, заменяя в (IX-8)  $\alpha=y'$  и дифференцируя по  $x$ , получаем

$$y^{IV} - \lambda^2 y'' = \frac{q}{\Sigma B}, \quad (24)$$

полностью совпадающее с (9). Таким образом, обнаруживается аналогия между стесненным кручением тонкостенного стержня, кручением ядро-диафрагмовой несущей системы и изгибом рамно-связевой или подобной составной системы (см. таблицу).

Приведенное сопоставление позволяет заменить расчет ядро-диафрагмовой системы на кручение расчетом рамно-связевой системы-аналога на изгиб, а также расчет на кручение тонкостенного стержня расчетом на изгиб составного стержня-аналога. Для этого достаточно в соответствующих уравнениях-аналогах заменить символы по таблице.

Воспользуемся приведенной аналогией для решения уравнения (9) при

действии горизонтальной нагрузки, распределенной по закону трапеции (рис. 5). Согласно (VIII-16)<sup>1</sup> при  $E= \infty, \Sigma B = B_{\omega}, b/s = \Sigma G J_d$  и, следовательно  $k^2 = k^2$ , учитывая, что  $a = y'$  соответствует  $\theta'$ , получим непосредственно, без каких-либо вычислений, производные угла поворота  $\theta(x)$  при кручении ядро-диафрагмовой несущей системы:

$$\theta'(x) = \frac{m(0)}{k \Sigma G J_d} \left[ \operatorname{sh} kx + A \operatorname{ch} kx - \left( 1 + \frac{a-1}{2H} x \right) kx - \frac{a-1}{kH} \right]; \quad (25)$$

$$\theta''(x) = \frac{m(0)}{\Sigma G J_d} \left( \operatorname{ch} kx + A \operatorname{sh} kx - 1 - \frac{a-1}{H} x \right); \quad (26)$$

$$\theta'''(x) = \frac{k m(0)}{\Sigma G J_d} \left( \operatorname{sh} kx + A \operatorname{ch} kx - \frac{a-1}{kH} \right); \quad (27)$$

$$\theta^{IV}(x) = \frac{m(0)}{B_{\omega}} (\operatorname{ch} kx + A \operatorname{sh} kx), \quad (28)$$

где

$$A = \left( \frac{a-1}{kH} + \frac{a+1}{2} kH - \operatorname{sh} kH \right) \frac{1}{\operatorname{ch} kH}. \quad (29)$$

Интенсивности и полные значения моментов при действии трапециoidalной нагрузки определяются так же, как и для случая действия равномерно распределенной нагрузки, но производные угла  $\theta(x)$  принимаются по формулам (25)–(28).

По полученным полным усилиям и усилиям от вертикальной нагрузки каждая диафрагма и ядро проверяются по известным формулам на винцентренное сжатие, с определением  $\sigma < R_{np}$ , и на главные растягивающие и сжимающие напряжения так, чтобы  $\sigma_{r,p} < R_p$ ,  $\sigma_{c,s} < R_{np}$ . При этом касательное напряжение определяется по формуле

Стесненное кручение ядродиафрагмовой системы (или тонкостенного стержня)

$$\begin{aligned} \text{Чистое кручение} \\ \theta &= \frac{T_{kp}}{G J_d} \\ \theta' &= -\frac{M_{kp}}{G J_d} \\ \theta'' &= -\frac{m_{kp}}{G J_d} \\ \theta''' &= -\frac{T_{\omega}}{B_{\omega}} \\ \theta^{IV} &= \frac{m_{\omega}}{B_{\omega}} \\ m_{\omega} + m_{kp} &= m \\ \theta^{IV} - k^2 \theta''' &= -\frac{m}{B_{\omega}} \\ k^2 &= \frac{G J_d}{B_{\omega}} \end{aligned}$$

Зависимость между внешним крутящим моментом и углом поворота

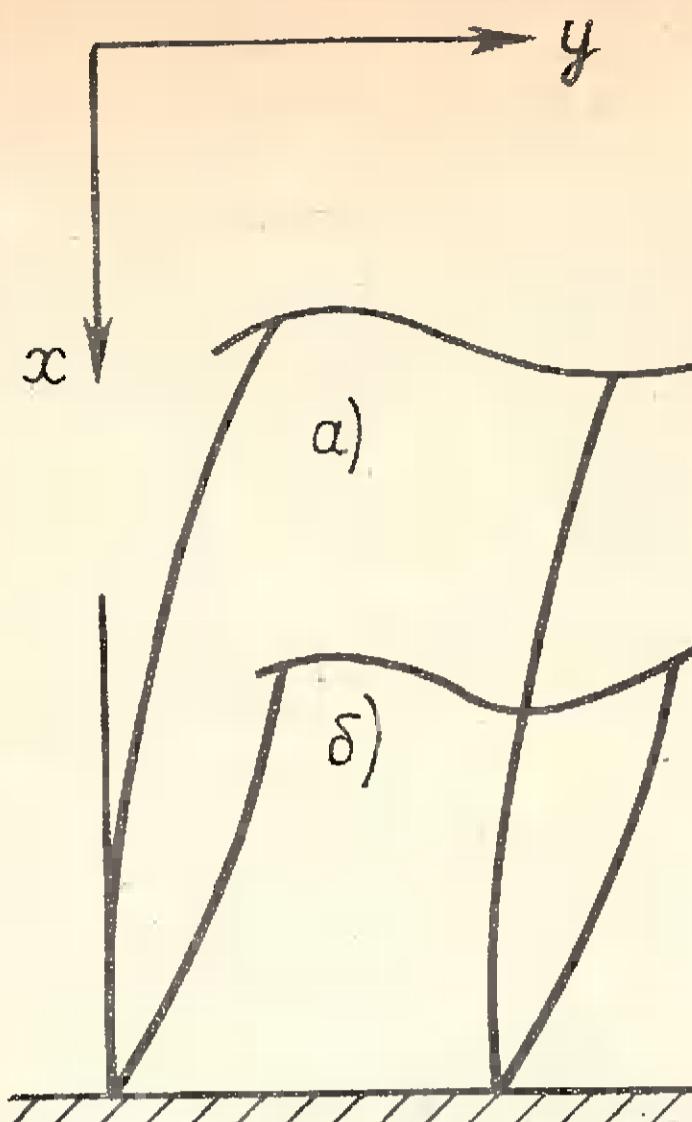


Рис. 7. Проекция на плоскость  $xy$  деформации ядра вблизи заделки  
а — при изгибном кручении от  $M_{\omega}$ ;  
б — при чистом кручении от  $M_{kp}$

Бредта

$$\tau = \frac{M_{kp}}{2 F \delta}, \quad (30)$$

где  $F$  — площадь, заключенная внутри осевого контура поперечного сечения ядра;

$\delta$  — толщина стенок ядра.

Расчет перекрытий в своей плоскости можно выполнить по балочной схеме, прикладывая к перекрытиям помимо ветровой нагрузки реактивные опорные моменты, равные крутящим в ядрах, и поперечные силы (опорные реакции перекрытий), которые действуют в ядрах и диафрагмах вследствие изгибного кручения и поступательного смещения перекрытий.

Учет проемов в ядрах (рис. 6) может быть выполнен приближенно, за-

Изгиб рамно-связевой системы (или составного стержня)

$$\begin{aligned} \text{Сдвиг (изгиб) связей} \\ y &= \frac{M_c}{b/s} \\ y' &= \frac{Q_c}{b/s} \\ y'' &= -\frac{q_c}{b/s} \\ y''' &= -\frac{M_i}{\Sigma B} \\ y^{IV} &= -\frac{Q_i}{\Sigma B} \end{aligned}$$

Изгиб столбов («ветвей»)

Зависимость между внешней нагрузкой и прогибом

$$\begin{aligned} q_u + q_c &= q \\ y^{IV} - \lambda^2 y'' &= -\frac{q}{\Sigma B} \\ \lambda^2 &= \frac{b/s}{\Sigma B} \end{aligned}$$

меной  $J_d$  на приведенный момент инерции кручения замкнутого контура с проемами

$$\bar{J}_d = 1 \left| \left[ \frac{1-c}{J_d} + \frac{8}{(a+b)^2} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left( \frac{c}{F} + G \sqrt{\sum_c \frac{b_s}{s}} \right) \right] \right|, \quad (31)$$

где  $c$  — отношение высоты проема к высоте этажа;

$J_d = \frac{2 a^2 b^2 \delta}{a+b}$  — момент инерции чистого кручения замкнутого контура (ядра) со сторонами  $a$  и  $b$  и толщиной стенки  $\delta$ ;

$F$  — площадь ослабленного проемами горизонтального сечения стенок ядра;

$G$  — модуль сдвига;

$s$  — характеристика податливости связей<sup>1</sup> для надпроемных перемычек  $s = \frac{h l^3 \gamma}{12 B_n b_s}$ ;

$h$  — высота этажа;

$l$  — ширина проема (пролет перемычки);

$B_n = E J_n$  — изгибающая жесткость вертикального сечения перемычки;

$b_s$  — расстояние между центрами тяжести сечений смежных столбов (в ядре), объединенных связью  $s$ .

Сумма с индексом  $c$  распространяется на все связи (проемы) в одном горизонтальном сечении ядра.

Анализ таблицы и эпюров, изображенных на рис. 3 и 4, показывает, что все обнаруженные<sup>1</sup> в рамно-связевых системах особенности полностью сохраняются также и при кручении ядродиафрагмовых систем или тонкостенных стержней. Так, например, при  $x=0$ , т. е. в вершине здания, в ядре и диафрагме возникают взаимоувязанные сосредоточенные крутящие моменты  $M_{kp}$  и  $M_{\omega}$ , подобные сосредоточенным силам, обнаруженным в рамно-связевых системах, в заделке ( $x=H$ ) оказывается равным нулю  $M_{kp}$  как момент рамы в рамно-связевой системе; в заделке обнаруживаются «спики» интенсивностей моментов  $m_{kp}$  и  $m_{\omega}$  (рис. 2). Обнаруженная аналогия позволила выявить, что эти особенности имеют место также при кручении тонкостенных стержней и при изгибе составных стержней. Причинами их возникновения являются отсутствие учета деформаций сдвига при изгибном кручении ( $m_{\omega}$  и  $M_{\omega}$ ) и при изгибе «ветвей» в составных стержнях и предпосылка о непрерывном распределении и абсолютной жесткости перекрытий в своей плоскости. В данном случае неучет сдвига при изгибном кручении ядра и диафрагмы приводит к тому, что в ядре  $M_{kp}(H)=0$ , так как в результате чистого кручения ядро деформируется от сдвига у самой заделки и уходит от восприятия внешнего крутящего момента. Последний в этом сечении целиком воспринимается за счет изгибного кручения ядра и диафрагмы вследствие равенства нулю углов их наклона в заделке (рис. 7).

# Заводское производство

Инж. Ю. Б. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук В. В. МАКАРИЧЕВ (НИИЖБ)

УДК 624.012.35:666.973.6.035.56:658.511

## Анализ производства изделий из автоклавных ячеистых бетонов

В целях дальнейшего снижения массы строительных конструкций и их стоимости осуществляется планомерное расширение применения автоклавных ячеистых бетонов. Это объясняется тем, что наружные ограждающие конструкции из ячеистых бетонов (стены и покрытия жилых и промышленных зданий) являются более легкими и дешевыми по сравнению с традиционными конструкциями из обычных или легких бетонов на пористых заполнителях [3].

Общий выпуск изделий из ячеистых бетонов в 1973 г., по данным НИИЖБ, составил 5 млн. 180 тыс. м<sup>3</sup><sup>1</sup>.

Общий объем изделий из ячеистых бетонов распределяется следующим образом.

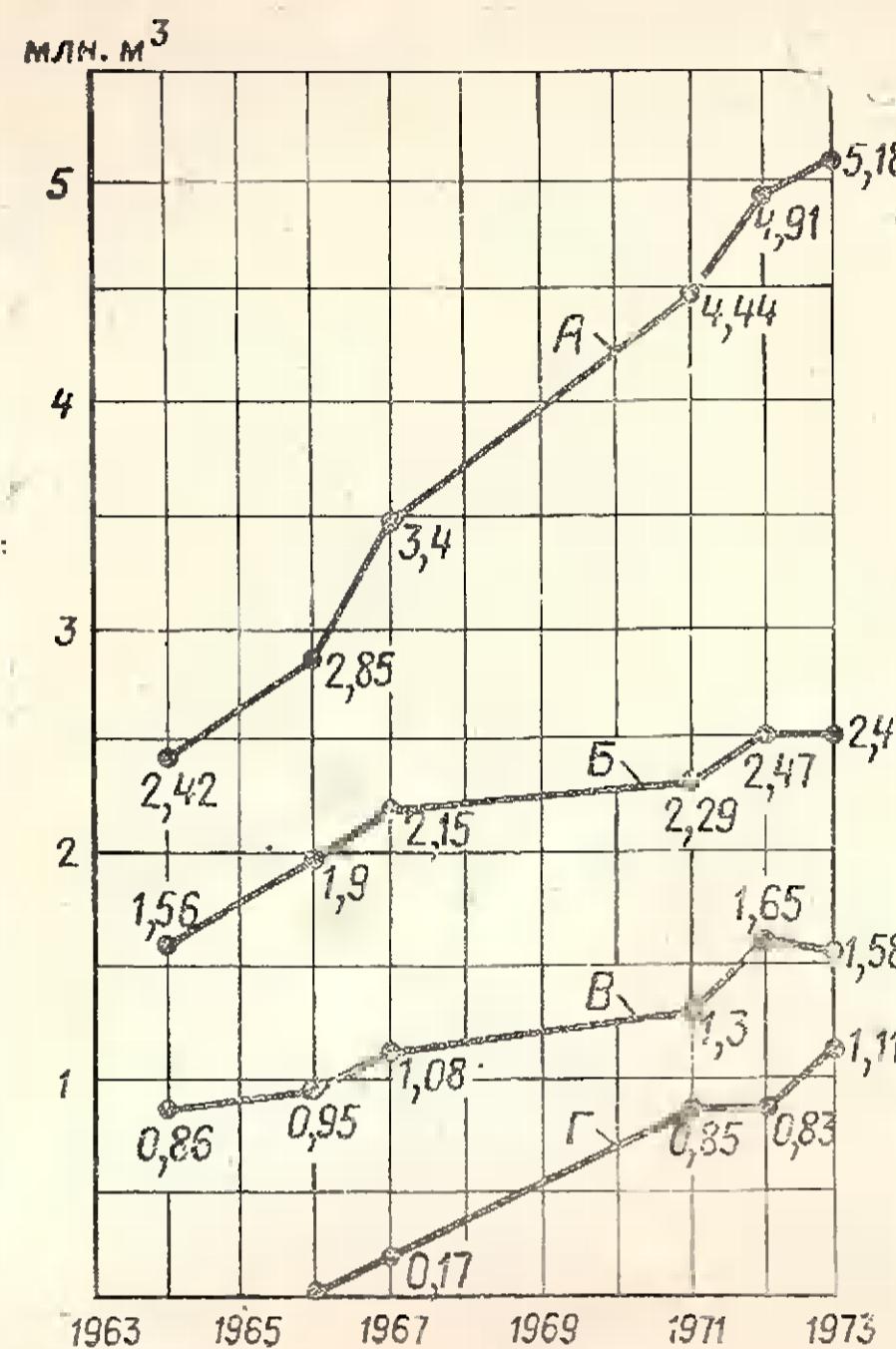
Теплоизоляционных плит было изготовлено 2 млн. 468 тыс. м<sup>3</sup>, стеновых блоков и камней — 1 млн. 110 тыс. м<sup>3</sup> и армированных конструкций — 1 млн. 580 тыс. м<sup>3</sup><sup>1</sup>.

Из этих данных видно, что 48% продукции составляет теплоизоляционный ячеистый бетон; примерно 30% — армированные конструкции и 22% — стекловые блоки и камни. Сопоставление этих данных с выпуском ячеистых бетонов в 1964 г. показывает, что с 1964 по 1973 г. общее производство их выросло в 2 раза (см. рисунок). При этом с 1966 г. значительно увеличился выпуск стеновых блоков и камней. Производство армированных конструкций и теплоизоляции увеличилось за этот период незначительно.

Производство теплоизоляционного ячеистого бетона возросло незначительно с 1,56 до 2,47 млн. м<sup>3</sup> (в процентном отношении даже снизилось с 67 до 48%), что следует считать оправданным. Вследствие высокой объемной массы (в среднем 417 кг/м<sup>3</sup>), а также необходимости устройства верхней цементно-растворной стяжки современная ячеистобетонная теплоизоляция менее эффективна, чем многие другие теплоизоляционные материалы.

Медленный рост производства армированных конструкций (крупных панелей) является существенным недостатком, так как именно эти конструкции (особенно стекловые) являются легкими, дешевыми, индустриальными и дают наибольший эффект по сравнению со всеми другими изделиями из ячеистого бетона. Производство армированных изделий распределяется следующим образом.

Стеновые панели промзданий выпускают в объеме 622 тыс. м<sup>3</sup>; плиты покрытия типа КАП и ГКП — 157 тыс. м<sup>3</sup>. Стеновых панелей жилых и общественных зданий производят 702 тыс. м<sup>3</sup> (в том числе с размерами на одну и две комнаты — 287 тыс. м<sup>3</sup>). Плит покрытий



Объем производства ячеистого бетона за 1964—1973 гг.

A — общий объем; B — теплоизоляция; Г — армированные панели; Г — стекловые блоки и камни

жилых зданий (главным образом в виде армированной теплоизоляции) производят 132 тыс. м<sup>3</sup>.

Быстрый рост производства стекловых камней из ячеистых бетонов объясняется тем, что они в 6 раз легче и на 30—50% дешевле кирпичных стен [2].

В табл. 1 приведен уровень концентрации производства ячеистых бетонов по данным 1973 г., подтверждающий большую рассредоточенность этого производства среди многих мелких предприятий [1] и [3].

Следует отметить работу десяти наиболее крупных предприятий, построенных

нных 10—12 лет назад, оборудование которых поставлено из ГНР. Первоначальная проектная мощность каждого такого завода составляла 189 тыс. м<sup>3</sup> мелких блоков и теплоизоляционных плит. По технологической схеме и оснащению оборудованием заводы не были предназначены для выпуска крупноразмерных армированных изделий.

Однако индустриализация строительства настоятельно выдвигала требование выпуска крупноразмерных изделий в виде стекловых панелей с максимальным размером 6×1,8 м и плит покрытий 6×1,5 м. Поэтому на всех заводах было организовано производство таких изделий. Объем выпускаемой на этих заводах продукции приведен в табл. 2, из которой видно, что на шести заводах проектная мощность перекрыта, причем на четырех (Ворошиловградский, Ступинский, Павлодарский и Темиртауский) значительно, на 20—30%. Однако общий объем производства армированных панелей является недостаточным (25%). В то же время некоторые заводы недогружены, следовательно для расширения производства панелей имеются еще неиспользуемые резервы.

Таблица 2

Кратное наименование завода	Выпуск ячеистого бетона, тыс. м <sup>3</sup>	В том числе (тыс. м <sup>3</sup> )			
		теплоизоляция	блоки и камни	промышленные здания	жилые здания
Автовский	76	4	—	—	70
Барнаульский	129	99	1	19	7
Ворошиловградский	347	290	—	57	—
Ижевский	197	104	46	32	15
Наб. Челны	153	124	—	—	29
Новосибирский	200	130	32	—	35
Павлодарский	230	123	82	1	10
Пензенский	136	48	20	9	18
Ступинский	307	209	40	5	35
Темиртауский	228	93	63	17	14
					27

Все анализируемые предприятия по выпуску изделий из ячеистых бетонов (106 шт.) находятся в ведении 15 министерств и ведомств. Из них только четыре основных министерства владеют 70% предприятий ячеистого бетона и выпускают его 72%.

Ниже приведен объем выпуска изделий из ячеистых бетонов этими министерствами в 1973 г.

Таблица 1

Показатели	Мин-пром-строй-мате-риалов СССР	Мин-строй-мате-риалов СССР	Мин-пром-строй-мате-риалов СССР		Мин-тяж-строй СССР
			Общий выпуск из- делий из ячеис- тых бетонов, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	В том числе: теплоизоляции стеновых кам- ней . . . . .	
Число предприня- тий	2176	650	284	739	
Мощность предприня- тий, тыс. м <sup>3</sup> в год	964	314	98	476	
шт.	% к итогу	тыс. м <sup>3</sup> в год	% к итогу	тыс. м <sup>3</sup> в год	
Средний выпуск на предприятие, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	778	58	9	3	
До 15	36	34	330	6	9
От 16 до 30	23	22	470	9	20
От 31 до 60	24	23	1100	21	46
От 61 до 100	7	6	530	11	78
От 101 до 200	11	10	1600	31	146
Свыше 200	5	5	1150	22	330

<sup>1</sup> Публикуемые цифры порядка 5,5 млн. тыс. м<sup>3</sup> включают выпуск изделий из плотных автоклавных силикатных бетонов.

Показатели	Мин-пром-строй-мате-риалов СССР	Мин-строй-мате-риалов СССР	Мин-пром-строй-мате-риалов СССР	Мин-тяж-строй СССР
Общий выпуск из- делий из ячеис- тых бетонов, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	2176	650	284	739
В том числе:				
теплоизоляции стеновых кам- ней . . . . .	964	314	98	476
армированных панелей . . . . .	778	58	9	3
Общее число пред- приятий, шт. . . . .	434	278	177	260
Средняя произ- водительность одно- го предприятия, тыс. м <sup>3</sup> . . . . .	31	11	13	19
	71	59	22	39

В зависимости от используемых материалов ячеистые бетоны подразделяются на газобетон, газосиликат, газозолобетон, газощлакобетон и т. п. В табл. 3 приведены данные по выпуску этих разновидностей бетона за 1972—1973 гг.

Таблица 3

Вид ячеистого бетона	Число предприятий, шт.	Изделия из ячеистого бетона, тыс. м <sup>3</sup>		Общий выпуск, тыс. м <sup>3</sup>	В % к общему объему
		теплоизоляция	стеновые камни		
Газобетон	35	1419	501	876	2796 57
Газосиликат	16	291	104	122	517 10,5
Газозолобетон	5	80	85	296	391 8
Газозолосиликат	8	413	109	64	586 12
Газощлакобетон	1	—	—	22	22 0,5
Пенобетоны	26	265	—	117	382 7,5
Прочие виды ячеистого бетона (в том числе газокукермит)	9	—	33	186	219 4,5

Наибольшее количество составляют газобетоны, ячеистая структура которых образуется при помощи алюминиевой пудры. И только 7% — пенобетон, хотя число предприятий, изготавляемых этот бетон, составляет примерно 25%.

Для производства газобетона, пенобетона и газозолобетона в качестве основного связующего используют цемент, расход которого в среднем составляет около 250 кг/м<sup>3</sup>. Общий расход цемента на производство этих видов ячеистого бетона составляет примерно 0,25 [(2796+382+391)=892 тыс. т. Расход цемента можно сократить примерно вдвое, заменив цементное связующее на смешанное (цемент и известь)].

Представляет значительный интерес анализ изменения основных технических характеристик выпускаемого ячеистого бетона: объемной массы и контрольной характеристики. По действующим нормам (СН 287-65) и наиболее распространенным типовым проектам, конструктивно-теплоизоляционные бетоны должны иметь контрольную прочность 50 кгс/см<sup>2</sup> при объемной массе 700 кг/м<sup>3</sup>. Фактически, то данным за 1973 г., в крупноразмерных армированных конструкциях этот бетон имел прочность 59 кгс/см<sup>2</sup> и объемную массу 751 кг/м<sup>3</sup>, а в стенных блоках и камнях — 51 кгс/см<sup>2</sup> и 706 кг/м<sup>3</sup>. Эти показатели можно считать вполне удовлетворительными, так как некоторое превышение объемной массы против нормативной величины компенсируется более существенным превышением заданной прочности.

Еще более значительный рост показателей можно отметить при дифференцированном анализе их в зависимости от мощности предприятий. Так, бетон крупноразмерных армированных конструкций на заводах малой и средней мощности (до 100 тыс. м<sup>3</sup> в год) имеет средневзвешенную объемную массу 724—834 кг/м<sup>3</sup> (прочность 53—70 кгс/см<sup>2</sup>), а на заводах мощностью выше 100 тыс. м<sup>3</sup> в год — 688—695 кг/м<sup>3</sup> (прочность 49—

54 кгс/см<sup>2</sup>). Объемная масса теплоизоляционного бетона на первой группе предприятий составляет 439—474 кг/м<sup>3</sup>, а на мощных заводах — 381—400 кг/м<sup>3</sup>. Следовательно, на более мощных заводах технический уровень производства значительно выше, чем на мелких. Показатели объемной массы и прочности ячеистого бетона на этих заводах больше средних показателей по стране. Это подтверждает возможность дальнейшего повышения показателей ячеистого бетона в производственных (а не только в лабораторных) условиях и перевода промышленности автоклавных ячеистых бетонов на выпуск их с объемной массой 600 и 500 кг/м<sup>3</sup> (прочностью не менее 40 и 30 кгс/см<sup>2</sup>) для армированных конструкций и с объемной массой 350 и 250 кг/м<sup>3</sup> для теплоизоляции.

## Выводы

Увеличение роста производства изделий из ячеистых бетонов с 1967 по 1973 г. на 52% недостаточно. Уровень производства изделий из ячеистых бетонов на 1000 чел. населения в СССР по-прежнему остается низким — примерно 20 м<sup>3</sup> в год, тогда как в Швеции он равен 250 м<sup>3</sup>, в Польше, Англии, ФРГ и Чехословакии — примерно 60—120 м<sup>3</sup> в год.

Объем производства крупных армированных ограждающих конструкций составляет недопустимо малую долю в общем балансе выпуска ячеистобетонных изделий (30%). Необходимо увеличивать объем производства этих конструкций за счет ликвидации недоиспользования мощностей на имеющихся заводах и увеличения доли армированных конструкций на новых заводах.

Резкое увеличение качества ячеистобетонной теплоизоляции позволяет снизить объемную массу, увеличить прочность на растяжение и изгиб и повысить точность размеров, чтобы ликвидировать устройство цементной стяжки в покрытиях.

В некрупнопальном строительстве, объем которого составляет примерно 50% всего строительства в стране, стенные камни из ячеистого бетона должны вытеснить кирпич и другие мелкотщучные материалы.

Значительно улучшились основные средневзвешенные показатели ячеистого бетона в крупноразмерных армированных изделиях. Так, Ворошиловоградский завод выпускает для армированных конструкций бетон объемной массой 575 кг/м<sup>3</sup> с прочностью 47 кгс/см<sup>2</sup>.

Следовательно, в ближайшие годы можно перевести промышленность автоклавных ячеистых бетонов на выпуск конструкций из этого бетона объемной массой 600, а затем и 500 кг/м<sup>3</sup> с контрольной прочностью в заводских условиях не ниже 40 и 30 кгс/см<sup>2</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

- Левин С. Н., Амханицкий Г. Я., Жодзинский М. Я. Производство ячеистых бетонов в СССР (обзор). М.: ЦНИИЭСТРОМ МПСМ СССР, 1969.
- Макаричев В. В., Рекитар Я. А., Эвинг П. Б. Производство и применение мелких автоклавных стенных блоков. — «Строительные материалы», 1967, № 7.
- Экономическая эффективность производства и применения стенных материалов и конструкций. М.: Стройиздат, 1972.

## Долговечность

Инженеры А. А. БАРТАШЕВИЧ,  
УДК 691.87:691.714:620.193:620.179.1

## Новый нераразрушающий

При обследовании железобетонных конструкций с целью ориентировочной оценки прочности бетона используются разные нераразрушающие методы, но коррозионное состояние арматуры, чаще всего определяющее погодущую способность конструкции, все еще практически не контролируется. Внешние признаки — ржавые пятна, трещины, отколы защитного слоя — свидетельствуют только о местных повреждениях, а вскрытие бетона или использование достаточно точных, но громоздких и малопроизводительных методов исследования дает лишь избирательную информацию.

При изучении методики коррозионных исследований в лаборатории долговечности сооружений Белорусского политехнического института было установлено, что в области частот порядка 60—80 кГц отчетливо проявляется различие ферромагнитных свойств стали и продуктов ее коррозии. Это послужило основанием для детальной разработки метода, названного частотным разностно-ферромагнитным (ЧРФ). В основу метода положена теория электромагнитных процессов, позволившая выразить аналитически и установить экспериментально взаимосвязь электрических параметров измерительной системы и свойств контролируемого объекта.

Работа сконструированного прибора ИСКА (измеритель степени коррозии арматуры, рис. 1) основана на измерении методом биений разности частот генераторов синусоидальных сигналов, один из которых — опорный — настроен на постоянную частоту, а частота другого — измерительного — изменяется в зависимости от вида стали и количества продуктов коррозии во вносимой в него системе «сталь — продукты коррозии». Этот эффект выражается найденной путем теоретических и экспериментальных исследований формулой

$$\Delta f = f_0 - \frac{f_0}{\sqrt{\mu_d}}, \quad (1)$$

где  $\Delta f$  — разность частот опорного и измерительного генераторов;  $f_0$  — частота опорного генератора;  $\mu_d$  — действующая магнитная проницаемость системы «сталь — продукты коррозии».

ИСКА малогабаритен (180×155×70 мм), весит 2 кг, питается от двух батарей напряжением 4,5 В, обеспечивает непрерывную работу в течение 30 ч, и позволяет измерять степень коррозии от 0 до 1000 мг/см<sup>2</sup> с точностью 4 мг/см<sup>2</sup>.

Показания прибора не зависят от влажности, насыщенности электролитом и температуры бетона, но определяются, кроме количества продуктов коррозии, еще маркой стали, диаметром арматуры и толщиной защитного слоя, что и учитывается тарировочными графиками.

Л. Я. ФРЕНКЕЛЬ, В. В. БАБИЦКИЙ (Белорусский политехнический ин-т)

## метод контроля степени коррозии стальной арматуры

С помощью прибора ИСКА проведены длительные лабораторные исследования как самого метода, так и коррозионного состояния стальной арматуры, причем для контроля использовался обычный и самый точный весовой метод.

Зависимость «показания прибора — степень коррозии арматуры» исследовалась на бетонных образцах-призмах 50×50×200 мм, армированных предварительно взвешенными стержнями из стали различных марок и диаметров. Призмы обрабатывались раствором КС1 до достижения заданной степени коррозии арматуры в большом, практически вероятном диапазоне поражения.

Автоматизированная лабораторная установка позволила перемещать датчик вдоль образца и фиксировать на ленте самописца КСП-4 показания в виде эпюры тем большей площади, чем больше продуктов коррозии содержалось в охватываемом датчиком поле — объеме образца. Площадь эпюры  $S_k$  увеличивалась пропорционально весовым потерям от коррозии  $\Delta P$ , устанавливаемым после пропаривания и взвешивания образцов арматуры:

$$S_k = a \Delta P, \quad (2)$$

где  $a$  — тарировочный коэффициент, учитывающий конструктивные параметры армирования.

По данным зависимости (2) строились тарировочные графики в сетке «показания прибора — весовые потери арматуры». Общая зависимость оказалась прямо пропорциональной, а отклонения от среднего значения не превышали 11%.

На рис. 2 показан пример кривых (эпюр), полученных автоматической записью коррозионного состояния стержней с различной резко дифференцированной степенью поражения. Ординаты отражают интенсивность, а абсциссы — длину прокорродированного участка.

В процессе исследования построены тарировочные зависимости для арматуры различных видов, марок стали и толщины защитного слоя бетона применительно к реальным железобетонным конструкциям.

Метод исследования с помощью прибора ИСКА обладает несомненными преимуществами перед всеми известными: позволяет в 5—7 раз сократить количество образцов, улавливать начальный, не фиксируемый никакими иными методами, эффект коррозии, прослеживать за кинетикой процесса, оценивать не только интегральные потери, но и степень явленного поражения.

Производственный вариант предлагаемого метода апробирован на объектах комбината «Белорускалий» при систематических обследованиях сооружений. Комплект датчиков (плоские, угловой) позволил исследовать железобетонные конструкции любой формы.

На рис. 3 приведен пример результа-

тов обследования с помощью углового датчика железобетонной колонны, армированной стержнями Ø22 мм из стали Ст5 при толщине защитного слоя бетона 35 мм. Техника измерений проста: на поверхность конструкции накладывался датчик и продвигался с шагом, равным длине датчика вдоль рабочей арматуры. Показания прибора давали дифференцированную степень коррозии. Поочередно зондировались все стержни.

Близкое к граням расположение хомутоў и, следовательно, более высокая степень их коррозии создавали дополнительный фон. Снятые показания зондирования хомутов между стержнями вычитались из показания в месте сопряжения с рабочей арматурой, таким образом определялось действительное поражение арматуры. Затем по тарировочным графикам показания прибора переводились в весовые потери арматуры ( $\text{мг}/\text{cm}^2$ ) и строились эпюры степени коррозии стержней.

Для более детального исследования можно использовать портативный одноточечный самописец, позволяющий дифференцировать коррозионное поражение арматуры по всей длине железобетонной конструкции на минимальной базе.

После анализа эпюр можно оценить роль ряда конструктивных и эксплуатационных факторов, в частности параметров армирования и защитного слоя, ориентации конструкции по отношению к источникам агрессии и вообще степень агрессивности, влаго- и воздухообмена в обеспечении коррозионной стойкости. Например, стержни 3 и 4 у грани, обращенной к оборудованию, прокорродировали до 370  $\text{мг}/\text{cm}^2$ , в то время как с противоположной стороны у грани, обращенной к стене, степень коррозии стержней 1 и 2 доходила до 160  $\text{мг}/\text{cm}^2$ .

На рис. 4 представлен пример массового обследования с помощью ИСКА-72 коррозионного состояния арматуры железобетонных колонн сечением 40×60 см в сетке 12×6 м, армированных четырьмя стержнями Ø 28 мм из стали Ст5 при толщине защитного слоя 35 мм. Вдоль цеха проходят две транспортерные ленты, с которых в бункера выгружаются теплый влажный КС1. Концентрация аэрозоля в помещении доходит до 350  $\text{мг}/\text{m}^3$ , а относительная влажность воздуха составляет в среднем около

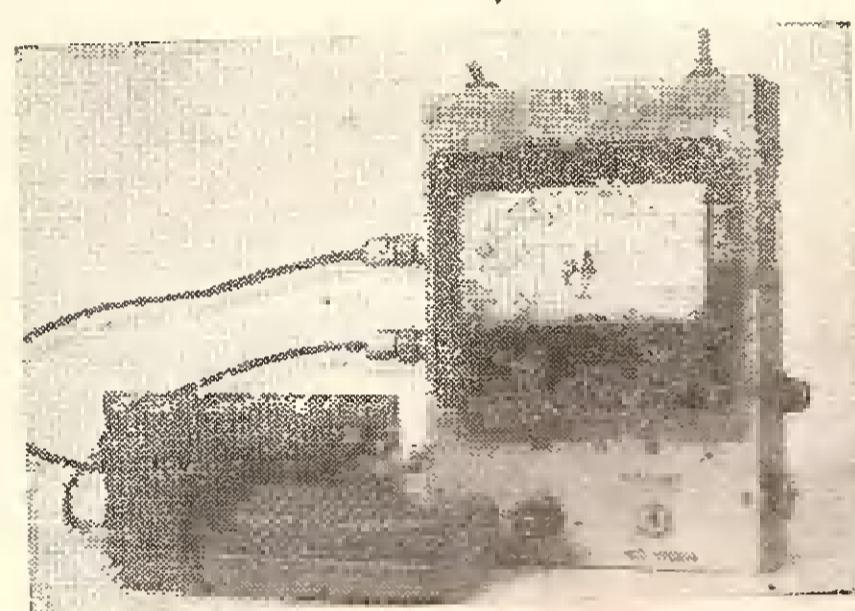


Рис. 1. Прибор ИСКА-73 с комплектом датчиков для измерения степени коррозии арматуры и толщины защитного слоя бетона

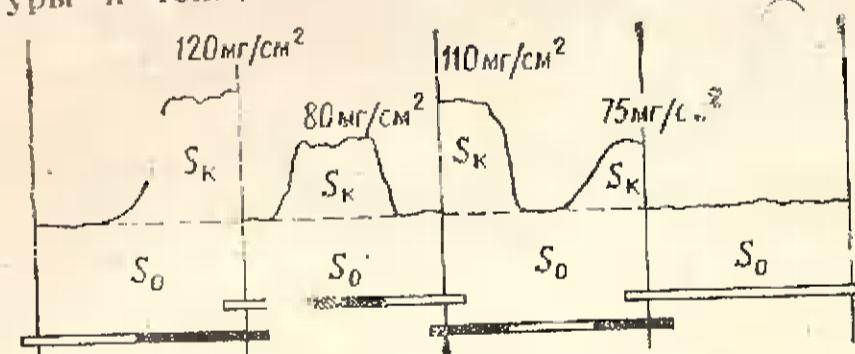


Рис. 2. Примеры записи показаний прибора при исследовании армированных бетонных образцов с различной степенью коррозии стали

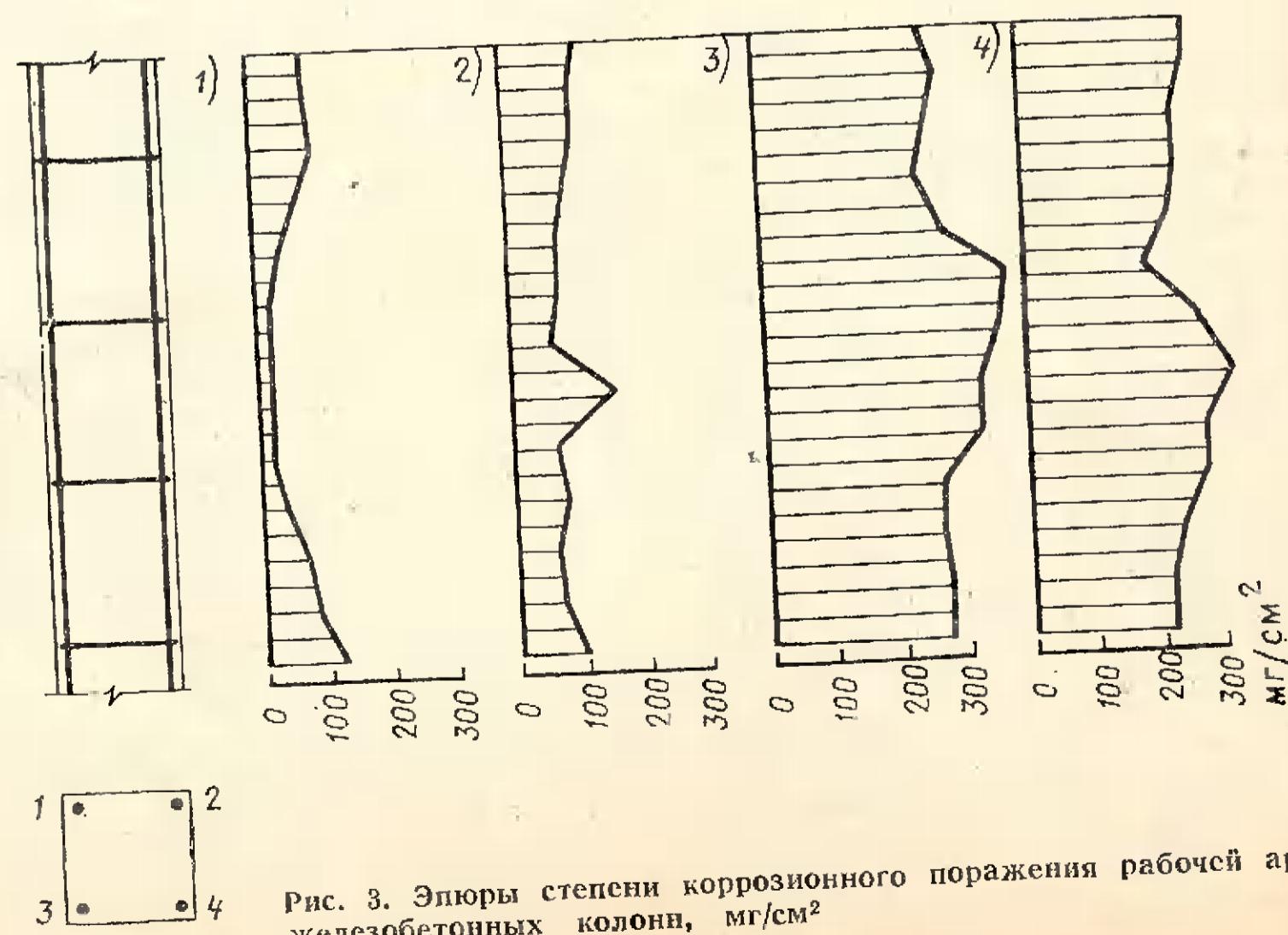


Рис. 3. Эпюры степени коррозионного поражения рабочей арматуры железобетонных колонн,  $\text{мг}/\text{cm}^2$

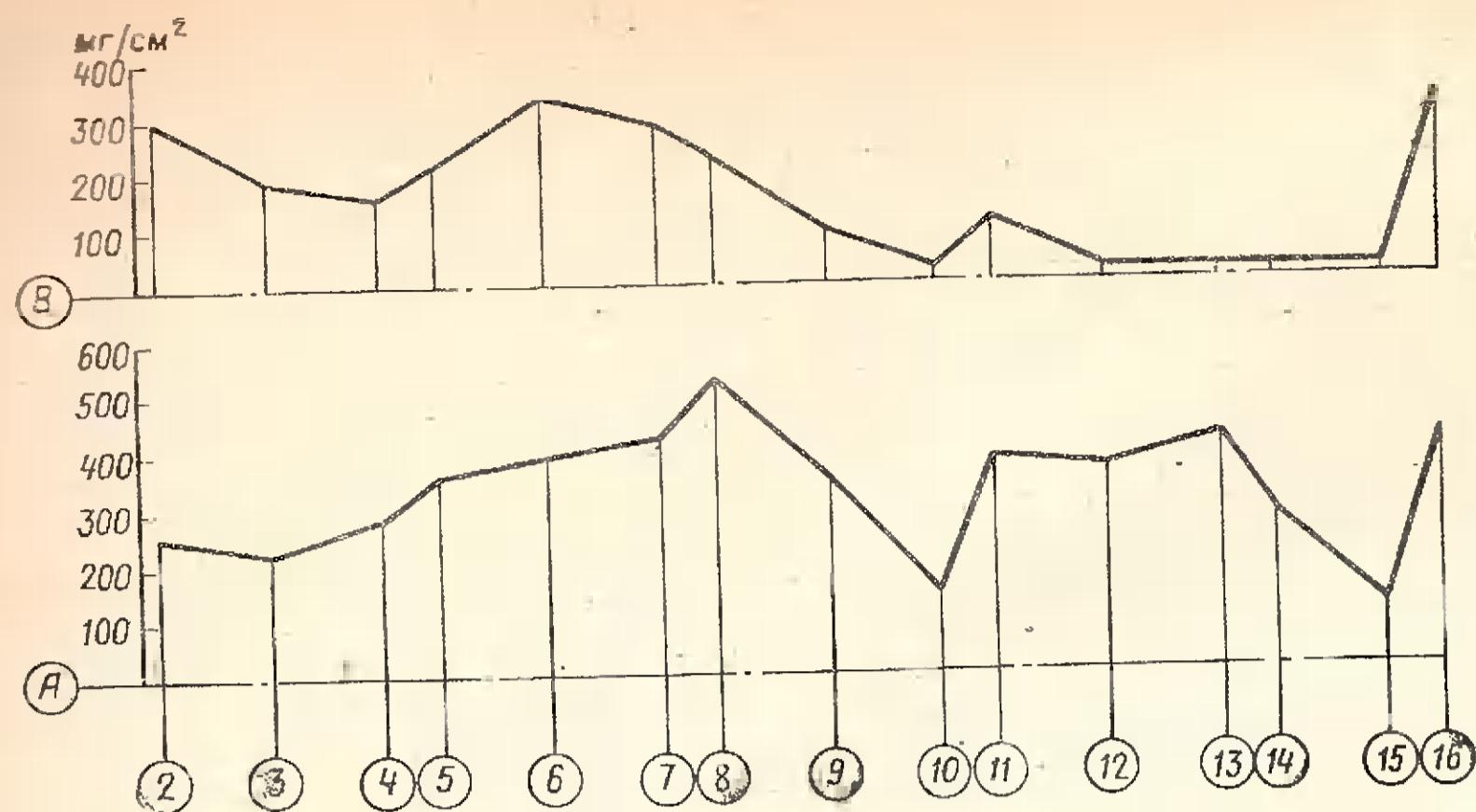


Рис. 4. Эпюры степени коррозионного поражения арматуры железобетонных колонн распределительного отделения цеха смешения и погрузки соли на комбинате Белорускаль,  $\text{мг}/\text{см}^2$

85%. Такие условия относятся к категории высокоагрессивных.

После обследования каждой колонны на ось ординат эпюры наносились максимальные значения степени коррозии рабочей арматуры. Поражение резко дифференцировано в различных — продольных и поперечных — осях цеха. Параллельные исследования температуры, относительной влажности, концентрации аэрозоля, интенсивности воздушных потоков в течение года в разных точках помещения позволило объяснить это явление. Например, колонны по оси А ориентированы на юго-запад, и для них характерна большая степень коррозии, ввиду более интенсивного массообмена, чем по оси В. Степень коррозии в осях В-9, В-11, В-12, В-13, В-14 не превышает  $20 \text{ мг}/\text{см}^2$ , очевидно, из-за усиленной вентиляции этого участка помещения: аэрозоль меньше оседает на гранях конструкций.

Такая методика исследования позволяет оценивать состояние железобетонных конструкций в целом, устанавливать места необходимого вскрытия бетона для локального ремонта арматуры, наметить мероприятия по восстановлению конструкции в целом, а кроме того дает материал для многочисленных научных изысканий.

Обследовав с помощью ИСКА-72 свыше 500 колонн, 86 балок, 122 плиты перекрытия объектов комбината Белорускаль, лаборатория выдала строителям рекомендации по каждой конструкции. После подобных исследований других объектов были систематизированы температурно-влажностные условия эксплуатации в среде аэрозоля  $\text{KCl}$  и  $\text{KCl}\cdot\text{NaCl}$  с позиций коррозионной долговечности железобетонных конструкций.

Отмечено, в частности, что при средней относительной влажности в пределах 65—70% коррозия арматуры в нормально плотном бетоне не наблюдается лишь при толщине защитного слоя 35 мм и более, а в бетоне повышенной плотности — при 25 мм.

Широкие возможности ЧРФ как инструмента для исследования коррозии арматуры в лаборатории и на производ-

стве очевидны, высокая производительность натурных исследований (на одну плиту двое операторов затрачивают не более 15 мин) позволяет проводить работы систематически и оперативно. Следует подчеркнуть, что широко используемые сейчас визуальные методы и избирательное зондирование не дают объективной информации. В жестких условиях эксплуатации, например на химических предприятиях, регулярный контроль с помощью ИСКА позволит избежать аварийных ситуаций.

Предложенный метод совершенствуется. В развитие прибора ИСКА-72 разработан и испытывается модифицированный ИСКА-73 (см. рис. 1), позволяющий параллельно определять толщину защитного слоя бетона. Для этого в схему введен дополнительный генератор, работающий на частоте 8 кГц, т. е. в области, где продукты коррозии практически не влияют на показания прибора.

## Выводы

Разработан и освоен в лаборатории и на производстве частотный разностно-ферромагнитный (ЧРФ) неразрушающий метод количественной оценки степени коррозии стальной арматуры железобетонных конструкций, в основу которого положено различие ферромагнитных свойств стали и продуктов ее коррозии.

Метод позволяет с помощью созданных для измерений приборов ИСКА оперативно и с достаточной точностью контролировать коррозионное состояние арматуры, определять вид и интенсивность поражения; приборы применимы для массового исследования железобетонных конструкций.

Канд. техн. наук А. А. ЕМЕЛЬЯНОВ  
УДК 69.059.22

## Повреждения конструкций

При строительстве крупноблочных зданий в Мурманской области в поселке Никель и г. Заполярный используют тяжелый и крупнопористый бетон с крупным заполнителем из щебня твердых пород (габбро, диабазы), который иногда имеет включения филлита и других сопутствующих пород (метадиабазы, серпентиниты, перидотиды и т. п.).

Филлиты Печентского месторождения (Мурманская область), представляющие собой нестойкую метаморфическую горную породу (глинистый сланец) темного и темно-серого цвета, плотностью 2700—2800  $\text{кг}/\text{м}^3$  характеризуются значительным содержанием лещадных зерен с прослойками различных примесей, в том числе кремнезема, рудных включений сернистых соединений, углистых веществ и т. п.

Результаты химических исследований образцов филлита, взятых из карьера и извлеченных из поврежденных блоков, приводятся в табл. 1. Обращает внимание количество в филлите серы, щелочей (4,9—5,4%) и углистых веществ (шл.п. 6—7%).

Содержание серы, представленной в основном сернистыми соединениями железа и никеля, изменялось от незначительного (0,1%) до большого (10—19%)

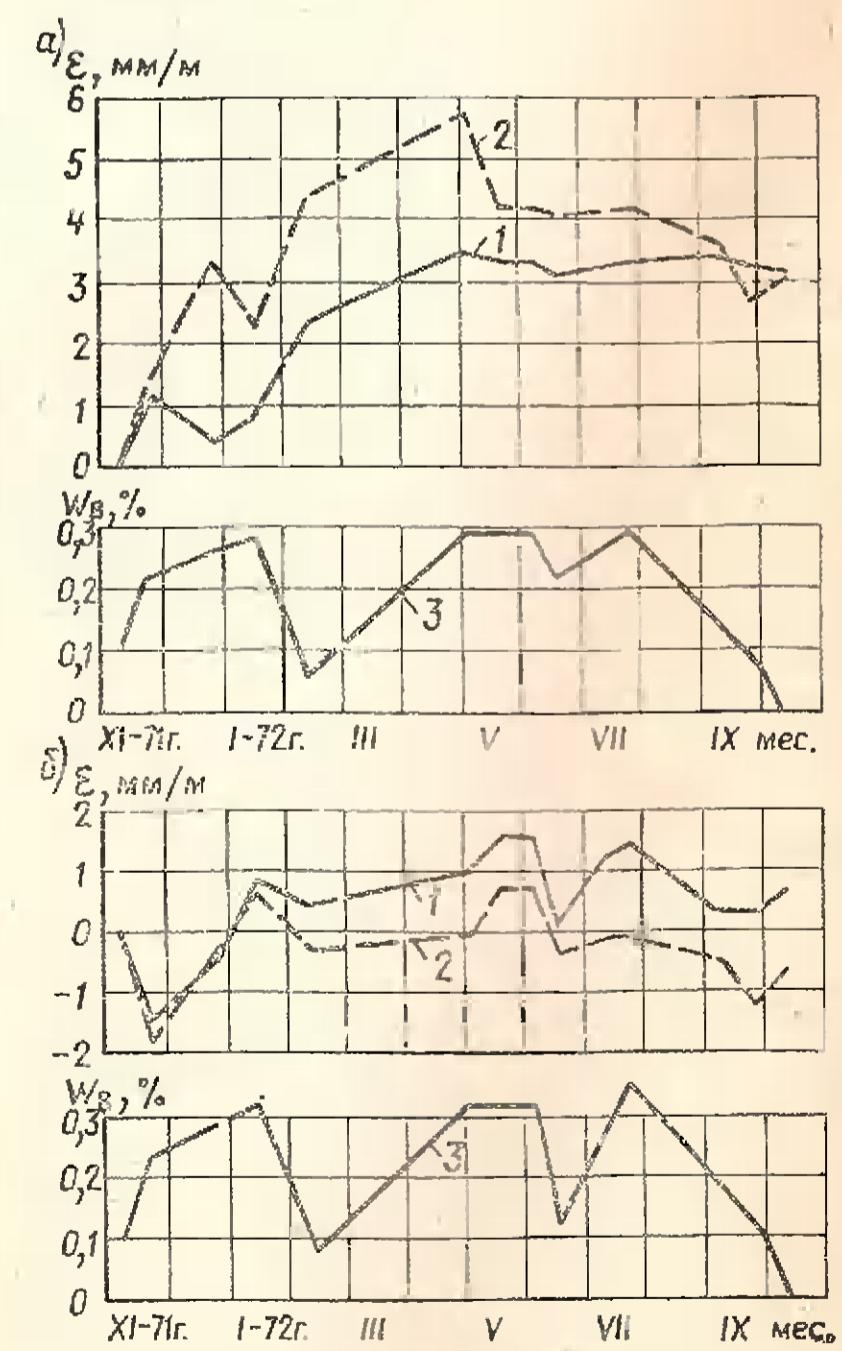


Рис. 1. Деформации образцов филлита при сорбционном увлажнении  
а — первый образец; б — второй образец; 1 — по длине; 2 — по ширине; 3 — весовая влажность филлита  $w_3$

## крупнозернистого бетона с включением филлитного щебня

$\text{SO}_3$ ). Количество растворимого кремнезема в филлите достигало 62,4 м·моль/л, что свидетельствует о его реакционной способности со щелочами.

При хранении образцов филлита в воздушно-влажных условиях с относительной влажностью воздуха 95—100% и температуре 20—25°C сорбционная влажность была равна 0,3—0,35% по весу.

При периодическом сорбционном увлажнении и сушке образцы испытывали значительные деформации пучения и усадки (рис. 1), которые достигали 2—10 мм/м. Деформации образцов по длине, ширине и высоте были разные и при колебаниях влажности изменялись неоднозначно. При сушке отмечались остаточные деформации до 3—10 мм/м.

Большая величина и неравномерность набухания филлита при увлажнении является одной из причин образования в бетоне трещин.

Деформации призм из крупнопористого бетона марки 75 на филлитном щебне при колебаниях сорбционной влажности в течение года показаны на рис. 2, а (призмы V, VI и IX). При изменении весовой влажности с 0,5 до 6% деформации бетона составляли 0,5 мм/м. Зависимость влажностных деформаций ( $\varepsilon_w$ ) крупнопористого бетона от весовой влажности ( $w_v$ ) показана на рис. 2, б.

Первые трещины в стенах жилых и промышленных зданий в поселке Никель и г. Заполярный были обнаружены в 1967 г. через 2—4 года после ввода объектов в эксплуатацию<sup>1</sup>. К 1972 г. число поврежденных зданий превысило 50.

<sup>1</sup> См. Шишкин А. А., Цитрон М. Ф. Случай повреждения крупнозернистого и шлакового бетона в суровых климатических условиях и методы его восстановления. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций. Стройиздат, 1973.

Степень повреждения стен, цоколей, перекрытий и других конструкций всегда была связана с величиной, длительностью увлажнения и характером распределения влажности по толщине конструкций (табл. 2).

Из таблицы видно, что конструкции, которые находились в сухих условиях (внутренние стены, колонны, перекрытия и т. п.), т. е. когда влажность бетона (0,6—2% по весу) была меньше верхнего предела сорбционного увлажнения ( $w_v=2,5\ldots 3\%$ ), имели незначительные повреждения в виде редких несквозных трещин с раскрытием до 0,5—1 мм. Признаки коррозии бетона или разложение филлита в этих случаях отсутствовали. Структура бетона была плотная и прочная. Минимальная прочность бетона по данным ударного обследования была не ниже проектной. Конструкции, подвергавшиеся систематическому и длительному увлажнению атмосферными и грунтовыми водами (наружные стены, цоколи, стены подвалов, фундаменты и т. п.), влажность бетона которых (плотного 3—5%, вслученного 4—12%) была значительно выше верхнего предела сорбционного увлажнения, имели значительные повреждения в виде трещин с раскрытием до 10—15 мм, пучения и расслоение бетона. Пучение и расслоение бетона на глубину до 10—20 см наблюдались в наружных слоях стен, подверженных значительному увлажнению. В местах пучения структура бетона была полностью разрушена коррозией и морозом. Бетон легко разбирался и осыпался при ударе. В отдельных случаях разрушение цокольных блоков и блоков подвальных стен привело к аварийному состоянию зданий. Значительные повреждения в виде трещин с раскрытием до 3—6 мм в простеночных блоках и до 10—15 мм в подоконных блоках возникали снаружи вследствие пучения бетона на глубину  $1/4\ldots 1/3$  толщины стены (рис. 3). Влажность бетона колебалась от 1,5% летом до 6% зимой и весной. Источником увлажнения наружных слоев стен являлись дождевые и талые воды, а также конденсации паров воды, диффундирующих через стены в период отопления.

Внутренняя часть наружных стен, которая находилась в зоне небольшой влажности (0,6—1,2%), имела незначительные повреждения бетона в виде редких трещин с раскрытием до 1 мм на глубину  $1/5\ldots 1/6$  толщины стены. Бетон имел высокую марочную прочность при сжатии ( $R_{куб}=54\ldots 130 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ). Анализ данных табл. 2 свидетельствует о том, что бетонные конструкции с филлитным щебнем имели повреждения в тех случаях, когда влажность бетона была выше верхнего предела сорбционного увлажнения ( $w_v=2,5\ldots 3\%$ ), при котором в порах и камиллярах появля-

Образцы филлита	потери при про-кали-вании	Химический состав в %						
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	S общая в пересчете на SO <sub>3</sub>
Из поврежденного бетона блоков	7,12	31,78	11,17	9,37	21,13	4,46	2,31	13,02
То же, с признаками поверхности коррозии	6,24	44,19	14,1	—	20,5	4,8	5,41 4,2 4,57	10,46 10,17 19,2
Из разрушенного бетона	—	—	—	—	—	—	—	—
Из карьера	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица 2

Конструкция	Элементы	Сече- ние, см	Весовая влажность, %	Раскры- тие трещин, мм	Состояние бетона	Мини- мальная прочность бетона по пока- заниям склерометра, кгс/см <sup>2</sup>
Внутренние из тяжелого бетона, $\gamma=2200 \text{ кг}/\text{м}^3$	Колонны	40×40	0,7—2	0,05—0,5	Плотный, высолов нет	150—200
	Плиты перекрытий 1—5 этажей	22	0,6—1,3	Отсутствуют	То же	200—300
	Лестничные марши	—	0,9—1,3	0,1—0,3	»	200—300
	Продольные и поперечные стены	30	0,6—1,3	0,1—1	»	200—400
	Блоки цоколей, стен подвала	60	3—5	2—3	Плотный, белые высоловы	100—150
	То же, вспученные	60	4—12 (наружные слои)	5—6, расслоение	Осыпание поверхности. Расслоение на глубину 10—20 см, в середине плотный	—
Наружные из тяжелого бетона, $\gamma=2200 \text{ кг}/\text{м}^3$	Блоки простеночные	60	5—6 (наружные слои)	3—6	Расслоение на глубину 15—20 см, пучение	—
			0,6—1,5 (внутренние слои)	До 1	Плотный, высолов нет	50—75
Наружные из крупнопористого бетона, $\gamma_3=1870—1980 \text{ кг}/\text{м}^3$						

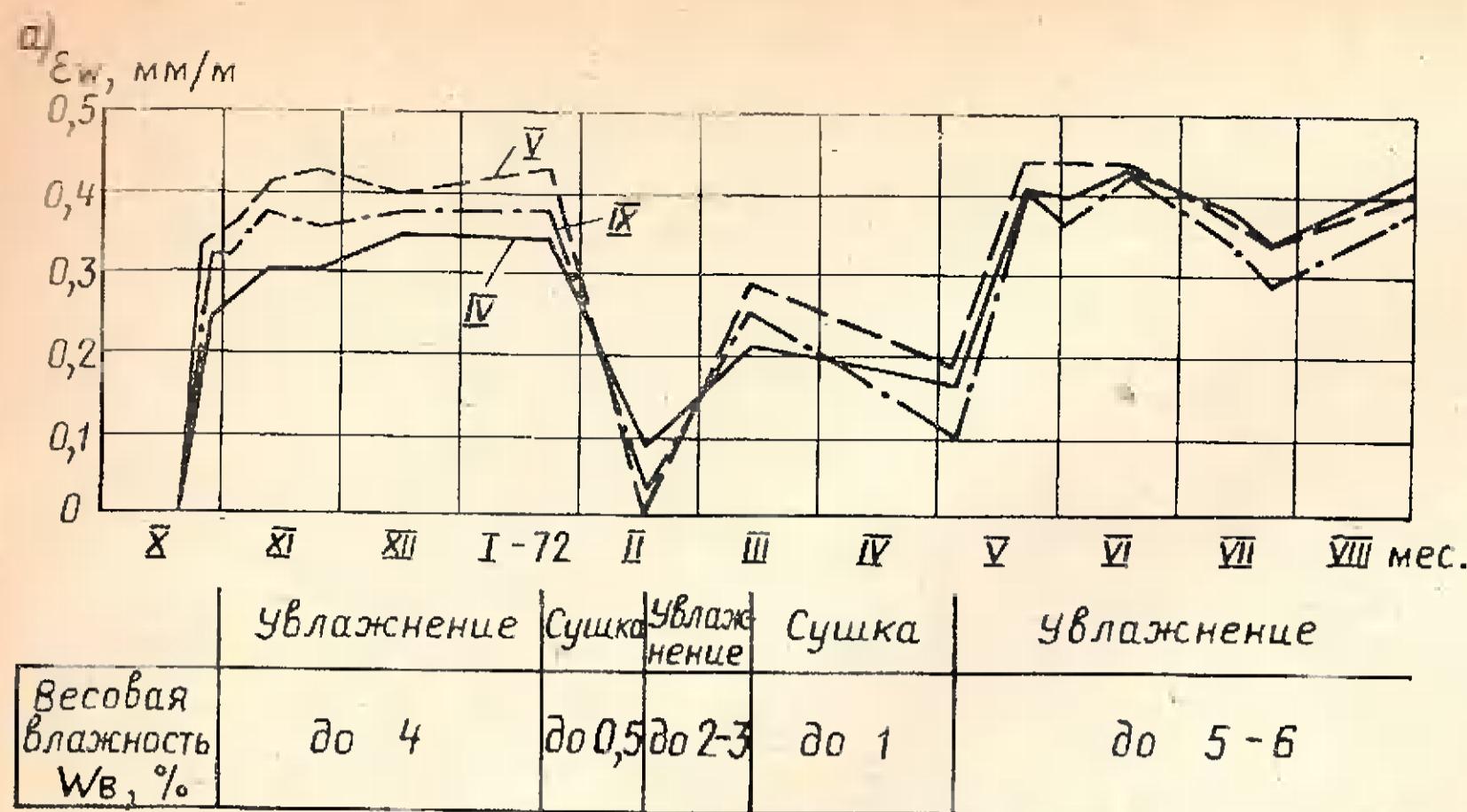


Рис. 2. Влажностные деформации крупнопористого бетона на филлитном щебне при сорбционном увлажнении

а — при периодическом увлажнении и сушке; б — зависимость деформаций от весовой влажности бетона

ется свободная вода. При обследовании отмечались три характерных вида повреждений.

Для первого вида было характерно появление радиальных трещин, которые возникали при объемном расширении (пучении) заполнителя (филлита) и появлении новообразований в виде порошка белого цвета на его контакте с цементным камнем. При этом цементный камень сохранял высокую (марочную) прочность. Заполнитель имел слабое сцепление с раствором и легко отделялся. Крупный щебень был разрушен на глубину 3—5 мм, мелкий щебень был разрушен полностью (раслоение на лещадки).

Химический анализ новообразований и цементного камня (табл. 3) показал большое содержание в них щелочей (1,44—3,36), что, принимая во внимание реакционную способность заполнителя со щелочами, является причиной щелочной коррозии бетона. При рентгеноструктурном анализе в новообразованиях на контакте щебня с раствором был обнаружен силикат натрия типа  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , который является характерным продуктом этого вида коррозии. Содержание серы ( $\text{SO}_3$ ) изменялось от 2—3 до 13,5%, при этом возможна сульфатная коррозия бетона.

Таблица 3

Место отбора пробы	Содержание, %	
	щелочей $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	серы в пересчете на $\text{SO}_3$
Новообразования на контактах заполнителя (филлита) с раствором	3,35; 1,45	3; 13,5
Цементный камень	1,65;	8

Для второго вида повреждения характерно частичное или полное разрушение цементного камня. Бетон был полностью разрушен, легко разбирался или осипался в виде порошка.

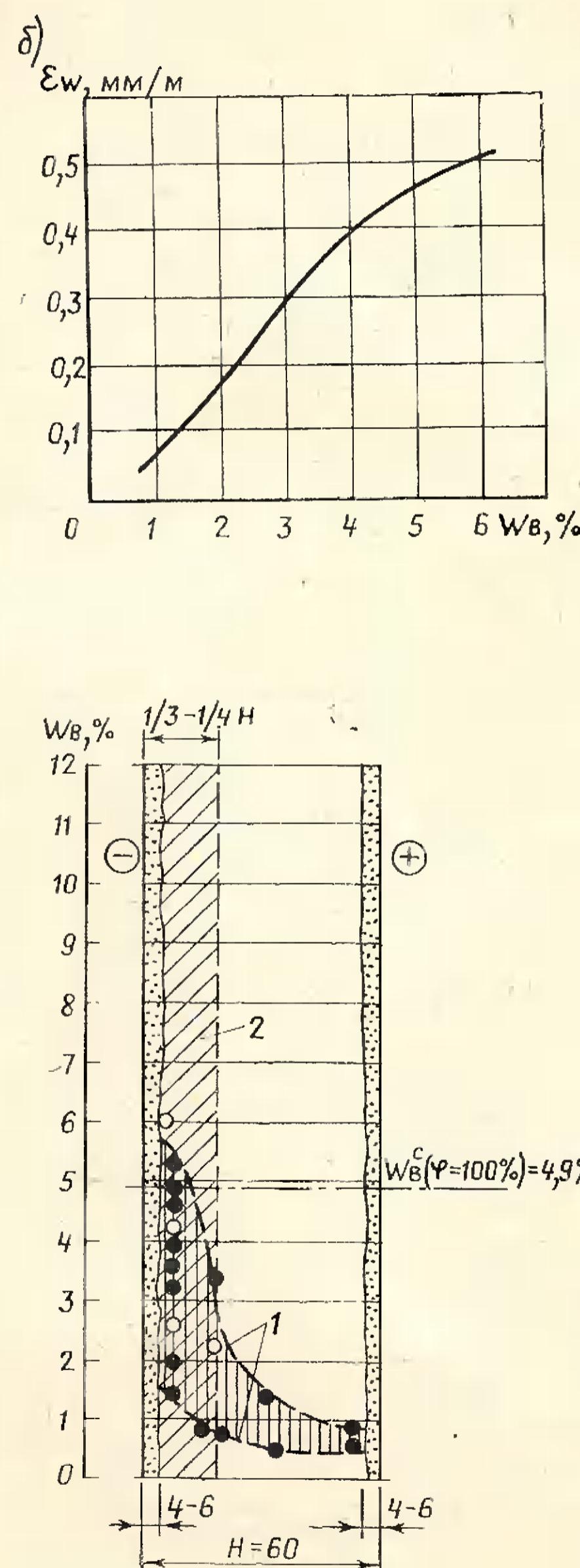


Рис. 3. Зоны повреждений бетона и колебаний влажности  $w_B$  за год по толщине  $H$  наружных стенных блоков из крупнопористого бетона  
1 — влажность; 2 — повреждения

Химические и рентгеноструктурные исследования показали, что причиной разрушения цементного камня в этом случае была сульфатная коррозия. В продуктах разрушения было обнаружено большое количество гидросульфоалюмината кальция. Общее содержание серы в продуктах разрушения достигало 13—19%.

Третий вид повреждений был вызван морозным пучением влажного бетона зимой. Этот вид повреждений являлся вторичным, т. е. следствием предварительного разрушения (вспучивания) бетона химической коррозией, что увеличивает влагоемкость бетона и снижает его морозостойкость.

Известно, что сульфатная и щелочная коррозии протекают медленно и могут продолжаться длительное время.

В связи с этим в 1971—1972 гг. на нескольких крупноблочных домах, находящихся в эксплуатации 6—8 лет, проводилось натурное исследование динамики коррозионных процессов во времени (развитие, затухание, стабилизация). Исследование осуществлялось тремя способами: а) измерением общего расширения зданий с помощью теодолита; б) определением деформаций и раскрытия трещин отдельных блоков; в) изучением роста числа трещин на поверхности наружных стен зданий.

Результаты теодолитных измерений расширения стен двух пятиэтажных зданий длиной 54 и 74 м показаны на рис. 4 (после отделения температурных и влажностных деформаций).

За девять месяцев наблюдений длина зданий в уровне 3—4 этажей увеличилась на 8—10 мм, или на 10—13 мм в год. Такое расширение свидетельствует, что коррозионные процессы в бетоне ча-

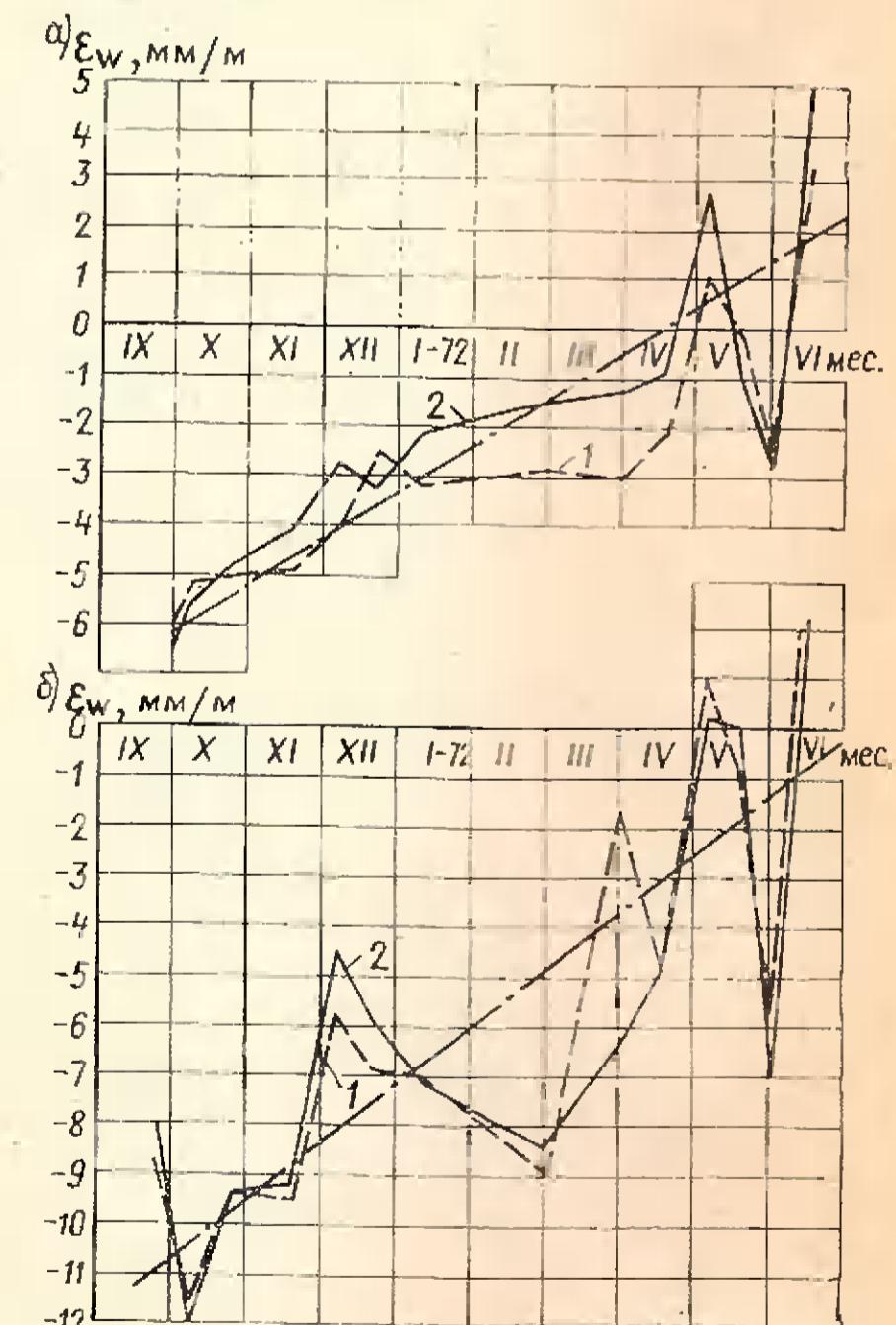


Рис. 4. Расширение наружных стен жилых домов из крупнопористого бетона, вызванное химической коррозией бетона  
а — дом длиной 74 м; б — дом длиной 54 м; 1 — 3-й этаж; 2 — 4-й этаж

6—8 лет эксплуатации зданий не разрушились и продолжают интенсивно развиваться. Это подтверждается также результатами измерений деформаций блоков наружных стен и ростом числа трещин на их поверхностях.

За год расширение (пучение) бетона составляло 1,5 мм/м, раскрытие трещин увеличилось до 0,5 мм. Однако не все блоки испытывали расширение. Из семи контрольных блоков расширение бетона увеличение количества трещин наблюдалось только в двух. За год число трещин на стенах зданий увеличилось на 10—12% (табл. 4). Общее количество поврежденных трещинами блоков за 7 лет эксплуатации зданий было равно: простеночных блоков 24—45%, перемычечных 10—20%, подоконных 10—40%.

Результаты натурных, химических и генетструктурных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Основной причиной повреждений бетонных конструкций является использование фильтрального щебня, который обладает значительным объемным расширением при увлажнении, реакционной способностью со щелочами цемента, большим содержанием сернистых соединений, которые явились причиной химической коррозии и снижения морозостойкости бетона.
2. Интенсивность повреждений бетонных конструкций химической коррозией во всех случаях возрастила со степенью длительности увлажнения бетона.

Таблица 4

Стажность и длина здания	Время строительства	Число обследованных зданий	Блоки	Процент поврежденных блоков			
				1964—1965 гг.	1971 г.	1972 г.	приращение за год
Жилые дома 5—6 этажей, L = 54 м	1964—1965 гг.	3	Простеночные	13	24	11	
			Перемычечные	4	14	10	
			Подоконные	8	16	8	
			Цокольные	31	—	—	
Жилые дома 4—5 этажей, L = 34 м	1963—1964 гг.	2	Простеночные	34	44	10	
			Перемычечные	7	21	14	
			Подоконные	14	33	19	
			Цокольные	22	34	12	

Наибольшие повреждения имели конструкции, средняя влажность которых превышала 2,5—3%. Конструкции, влажность которых была меньше 2%, имели незначительные повреждения и сохранили достаточную несущую способность.

3. По данным натурных измерений химическая коррозия бетона через 6—8 лет эксплуатации зданий продолжала интенсивно развиваться без видимых признаков затухания.

## Зарубежный опыт

Инж. Р. И. КАРАЛОВ

УДК 691.87:691.618.92

### Стекловолокно в качестве арматуры

Английская фирма «Fibreglass Limited» совместно с другими организациями применила в качестве арматуры для легких армоцементных конструкций стеклянное волокно «Сем — FIL», используя его стойкость воздействию сильнощелочной среды, создаваемой портландцементом.

Армированные стекловолокном тонкостенные конструкции обладают высокой прочностью. В процессе их изготовления стекловолокно «Сем — FIL» перемешивают с цементным раствором. Изделия формуют различными способами: литьем, центрифугированием, прессованием, вприскиванием в форму под давлением. При этом могут быть получены как плоские, так и профильные изделия (рис. 1).

В процессе опытного производства подбирались подходящего качества цементы и наполнители, оптимальное В/Ц, а также органические добавки для снижения количества воды и улучшения удобоукладываемости смеси. Кроме того, определяли оптимальную длину волокон, их диаметры, а также количество стекловолокна, вводимого в цементный раствор.

Как показали испытания, разрушение армоцементных элементов происходит при изгибе, а не при ударах, что имеет

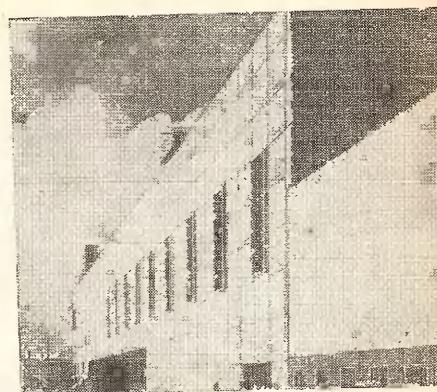


Рис. 2.

место у более хрупкого бетона. Исследования по определению различных свойств нового материала еще закончены. Нельзя еще по аналогии рекомендовать армирование стекловолокном бетонов, так как работы в этом направлении только планируются.

Однако выявленные положительные свойства армоцемента позволяют уже сейчас использовать его для облицовки фасадов зданий (рис. 2), в «сэндвичевых» панелях, при изготовлении оконных рам, труб, в качестве облицовки каналов и т. д.

В будущем этот перспективный материал обещает вытеснить из употребления в строительстве дерево и стальной лист.

Рис. 1.



Канд. техн. наук Т. Г. МАКЛАКОВА (МИСИ им. Куйбышева)

УДК 624.012.45:71(—87)

## Железобетон в современной зарубежной архитектуре

Влияние железобетонных конструкций на развитие зодчества в XX веке исключительно велико, с особой наглядностью оно прослеживается на примере развития архитектуры гражданских зданий.

Рождение архитектуры железобетона по времени не совпадает с началом внедрения железобетонных конструкций. Новые возможности строительной техники не сразу преломляются в художественном творчестве архитектора,

и иногда годы и десятилетия уходят на поиски адекватного художественного воплощения технической идеи.

Основы расцвета современной архитектуры заложены в начале столетия трудами инженеров (Фрейссинэ, Траур, Дишинтер и др.), но лишь в конце 1940-х годов в этом длительном процессе произошел резкий скачок, определивший расцвет архитектуры железобетона, связанный с творческой деятельностью выдающихся инженеров, счастливо сочетавших техническую и художественную одаренность (П. Л. Нерви, Ф. Канделя, Э. Тароха и др.).

Поиски архитектурной тектоники железобетона идут в нескольких направлениях. Одно из них — структурализм<sup>1</sup> — на наш взгляд, наиболее плодотворное, исходит из концепции построения архитектурной композиции сооружения в зависимости от художественного выявления статической сущности конструкции. Структурализм особенно ярко проявил себя в большепролетных сооружениях, достаточно простых в плане (один-два зала), что позволяет создать единство композиций фасадов и интерьеров.

Шедеврами структурализма стали в творчестве П. Л. Нерви Малый дворец спорта в Риме (Палаццетто), здание пленарных заседаний ЮНЕСКО в Париже (совместно с Б. Зерфюсом, М. Брэйером), в творчестве К. Танге — зал конгрессов в Сицуока (Япония), в творчестве Р. Саржера — крытые рынки в Нантэрре и Руайяне (Франция).

Во всех этих сооружениях неповторимый художественный эффект дает артистичная, разработанная с учетом архитектурной тектоники прорисовка конструкций: в интерьерах Палаццетто — это изменение масштаба кессонов купола и группировка ребер кессонов у наклонных опор, в фасадной композиции этого же сооружения — ритмичный шаг наклонных опор, за которыми в глубокой тени спрятан ненесущий стеклянный витраж. Выразительность такой композиции особенно ярко проявляется в сопоставлении с фасадом Большого дворца спорта, где уникальные по тектонической выразительности наклонные опоры купола скрыты безразличным стеклянным цилиндром витража (рис. 1 и 2). В здании пленарных заседаний ЮНЕСКО исключительно интересной и выразительной оказалась архитектурная трактовка складчатой конструкции (рис. 3).

Применение складчатых конструкций в архитектуре чаще приводит к неудачам: недостатками архитектурной композиции становятся их жесткий суховатый геометризм и пессимальное масштабов членений архитектурной формы и складок покрытия, например в здании музыкального центра г. Таказаки в Японии (рис. 4).

Иногда эти недостатки удается преодолеть: применившая в здании пленарных заседаний ЮНЕСКО складчатая конструкция стала архитектурной доминантой в решении фасада и интерьера большого зала (см. рис. 3). Складка образует крайние стойки и ригель плоскостной двухпролетной рамы, перекрывающей здание с трапециевидным пла-

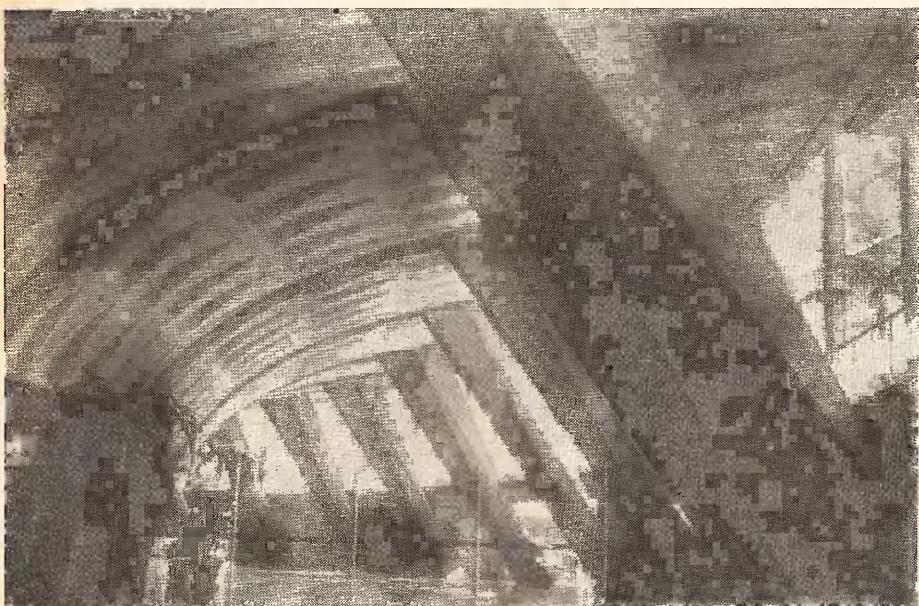
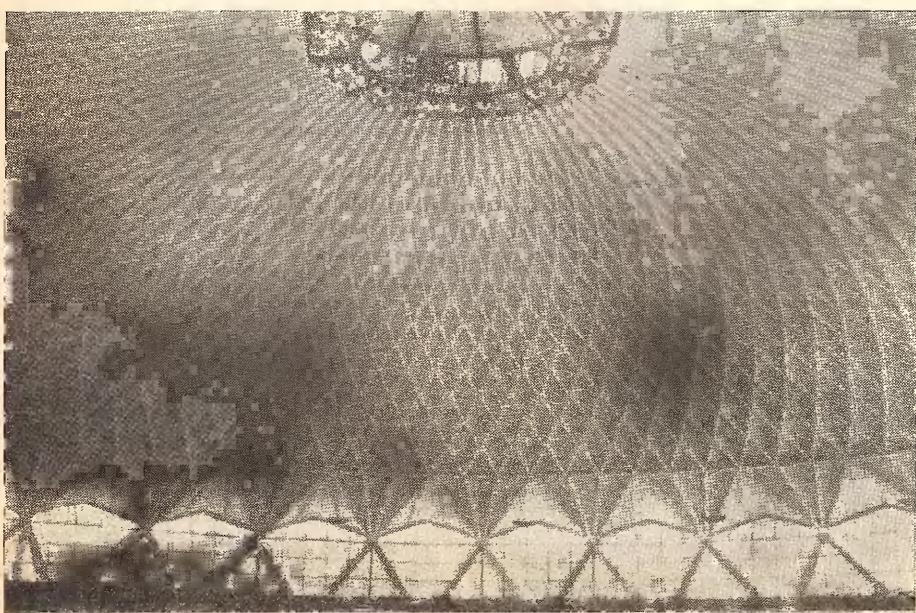
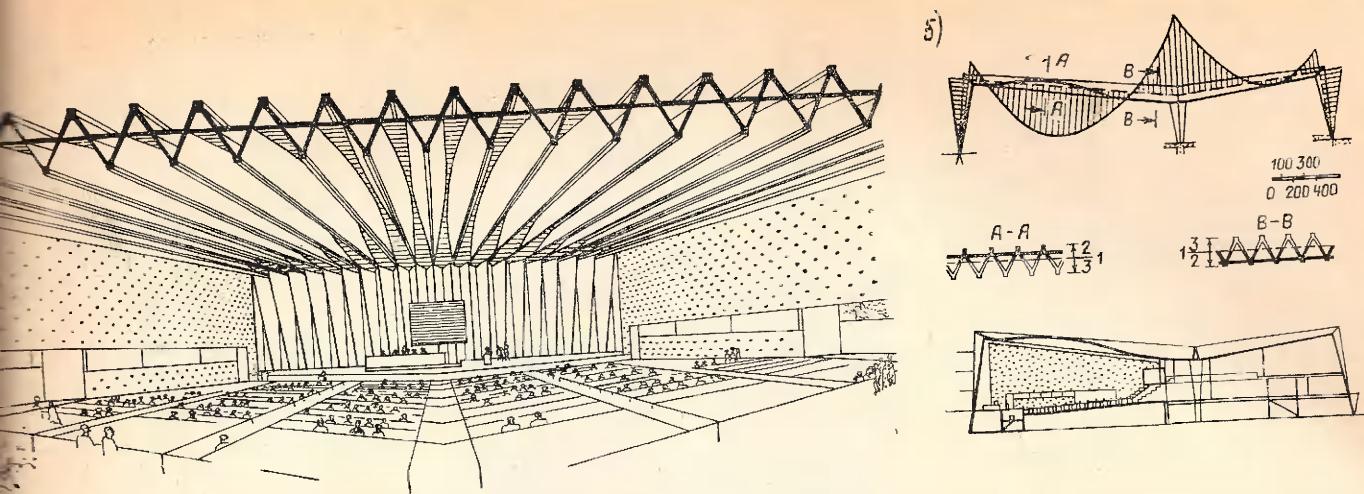


Рис. 1. Интерьер Большого дворца спорта в Риме. Арх. М. Пьячентини, инж. П. Л. Нерви

Рис. 2. Интерьер Малого дворца спорта в Риме. Палаццетто. Арх. А. Вителлоци, инж. П. Л. Нерви



<sup>1</sup> Наиболее ярким представителем структурализма является П. Л. Нерви.



3. Схема интерьера (а) и разрез (б) здания пленарных заседаний ЮНЕСКО в Париже

м. Внутренний ряд опор делит здание на два неровных пролета, в большем из которых (39,0 м) размещен зал конференций, а в меньшем (26,7 м) — заседаний комиссий и подсобные помещения.

Складки объединены диафрагмой, повышающей устойчивость сжатой зоны конструкции. Положение диафрагмы по сечению пролетов складки меняется в соответствии с изменением знаков изгибающих моментов. Благодаря этому на фасадах и в интерьере складки имеют переменную глубину, что усиливает эффекты светотени, вносит элемент свободы и непринужденности в геометрически строгие формы конструкции. Форма покрытия при переменном размещении диафрагмы одновременно улучшает акустический режим зала, способствуя рассеиванию отраженных звуковых волн. Выразительность интерьера зала конференций усиливается в переходе складки с покрытия на торцевую стену за трибуной, акцентирующим центр композиции зала (трибуну) и способствующем единству наружного и внутреннего облика здания. В интерьере серая бетонная складчатая поверхность покрытия и торцевой стены контрастирует с плоской черной деревянной полированной облицовкой трех остальных стен.

С тем же тактом применены стены складчатой конструкции в сочетании с покрытием в виде гиперболического параболоида в здании гимнастического центра префектуры Сицуока в Японии (арх. К. Танге). Композиции этого здания с очень простым квадратным планом придана своеобразная выразительность благодаря размещению композиционной оси по диагонали квадрата плана.

Так же как и в здании пленарных заседаний в Париже, местонахождение арены подчеркивают расположенные за неей складчатые стены. Учитывая исключительную выразительность складчатых форм, автор применяет для двух противоположных стен другое решение: прямоугольные пилоны, узкие проемы между которыми заполнены

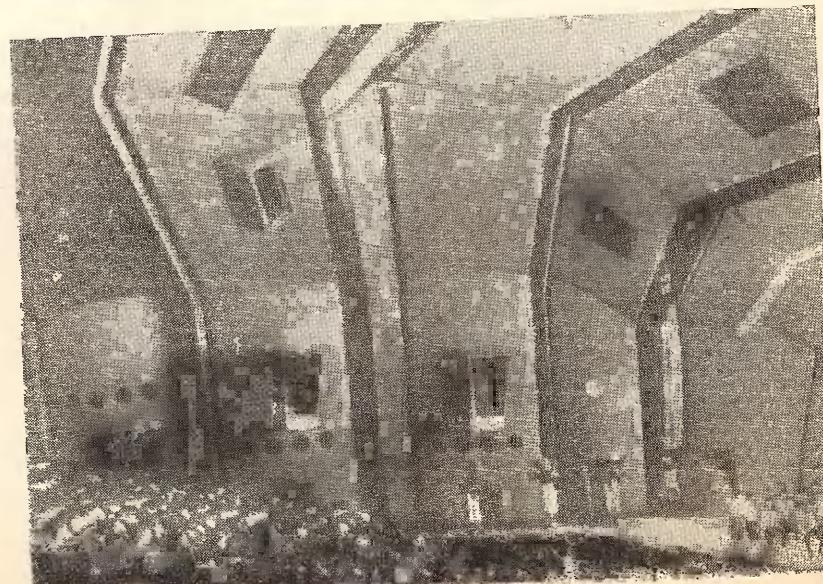
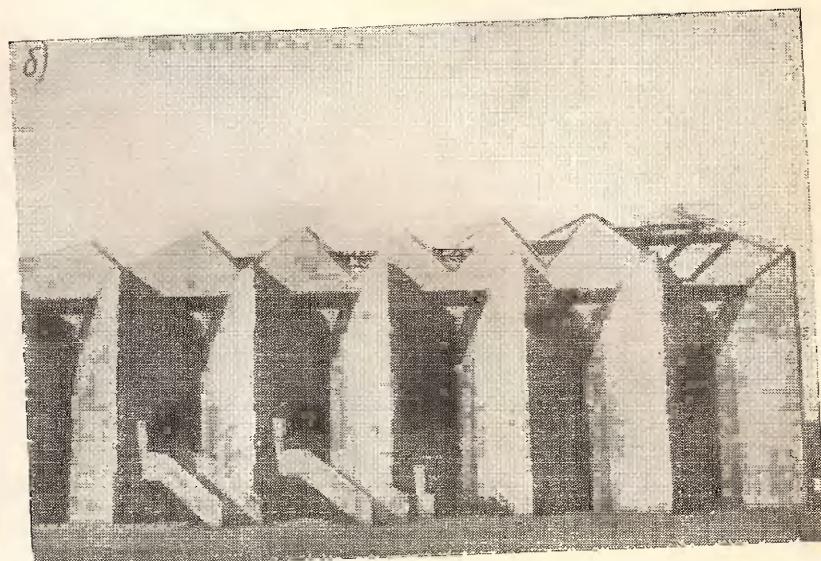
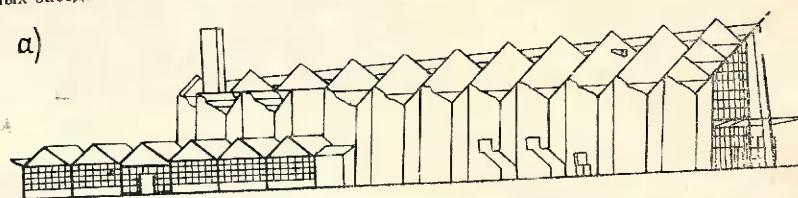


Рис. 4. Схема (а), общий вид (б) и интерьер (в) здания музыкального центра в Таказаки (Япония), Арх. А. Раймонд

Рис. 5. Здание центра связи в г. Яманачи (Япония). Арх. К. Танге

витражами. Внешний облик складчатой конструкции стены гимнастического центра получает тектоническую выразительность благодаря переменной высоте и глубине складок.

В сооружениях с более сложной объемно-планировочной структурой — в многоэтажных жилых или административных зданиях связь между конструкциями и внешней формой сооружения гораздо сложнее. Решение архитектонических задач здесь достигается преодолением и примерением противоречивых требований функции, микроклимата, индустриализации и порождаемой ею модернизностью и т. д. Естественно, что здесь более ограничены возможности обеспечения единства внешнего облика и внутреннего пространства.

Несмотря на это, с возникновением каркасных высотных сооружений возникает интерес к тектоническому выражению каркасной структуры (Труды архитекторов «Чикагской школы» — 1880-е годы).

Архитектура высотных каркасных зданий прошла целый ряд этапов. Для начального этапа был характерен структурализм, подчеркивающий вертикальность композиции — облицованные камнем наружные стойки стально-го каркаса зданий Эмпайр стейт билдинг, Рокфеллеровского центра и др., однако довольно скоро от структурализма отходят, применение каркаса начинают рассматривать главным образом как средство дематериализации наружно-стены, позволяющее создавать недоступное для традиционного строительства решение фасадной поверхности с ленточными (Ле Корбюзье, Я. Мендельсон) или расположенным в шахматном порядке окнами. Этот путь приводит к стеклянной стене (Мис ван дер Рое — жилые дома Лейк Стор Драйв, Чикаго, 1951 г., Сиграм Билдинг, Нью-Йорк, 1956 г.), членение которой создают не несущие конструкции, а тонкие профили павесного витража, так что несущая конструкция полностью исключается из внешнего облика сооружения.

Это направление под названием «международного стиля» в 50—60-е годы быстро распространяется в крупных городах Европы и Северной Америки. Однако столь же быстро наступает разочарование. По крылатому выражению О. Перре: «Архитектура — искусство, заставляющее звучать точки опоры», а подчеркнутый атектонизм стеклянных каркасных высотных параллелепипедов полностью исключил возможность такого звучания.

По нашему мнению, тот же атектонизм является основным препятствием для полноценного архитектурного решения современных крупнопанельных зданий. Попытки архитекторов решить эту задачу за счет разнообразия функционально-декоративных элементов — балконов, лоджий, цветочных, входов чаще всего кончается неудачей.

Гораздо более плодотворным представляется возрождение структурализма при создании высотных сооружений,

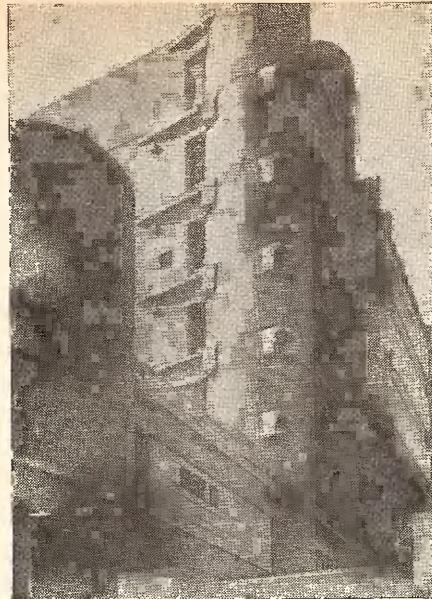


Рис. 6. Университет Вasedа в Токио. Мемориальное здание. Арх. К. Имай

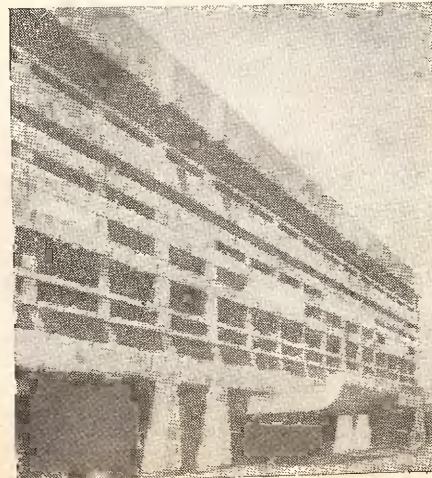


Рис. 7. Ратуша в Курасики (Япония), Арх. К. Танге

начавшееся с середины 60-х годов и вызванное изменением их конструктивной системы (отход от каркасной схемы с несущими наружными стенами к конструктивной системе с наружными несущими стенами в виде раскосной или безраскосной решетки или с несущими шахтами).

Сильная конструктивная пластика 50-этажного конторского здания в Сиднее (арх. П. Л. Нерви), 50-этажного здания агентства Трансамерика в Сан-Франциско (арх. В. Переира), здания центра связи в Яманачи (арх. К. Танге) (рис. 5) свидетельствует о том, что архитектурное освоение таких конструкций сулит большую выразительность и разнообразие, чем представлялось возможным при строительстве высотных зданий.

Но структурализм, на наш взгляд, не является единственным плодотворным направлением в архитектуре железобетона.

То обстоятельство, что бетон в первоначальной жидкой фазе способен принять любую форму, способствовало возникновению других направлений. Одно из них связано с отношением к бетону как к материалу скульптурной, а не конструктивной пластики, что характерно для экспрессионистической школы архитектуры. Один из первых проектов такой пластически моделированной архитектуры железобетона — башня Эйштейна (астрофизическая лаборатория) в Потсдаме<sup>2</sup> (1920—1921 гг.), построенная по проекту арх. Э. Мендельсона.

Не менее известны здания нью-йоркского аэровокзала с покрытием из четырех железобетонных оболочек неправильной формы, напоминающим взлетающую птицу (арх. Э. Сааринен), или кашелла в Роншане (арх. Ле Корбюзье). К этому направлению можно отнести и мемориальное здание на территории университета Васеда в Токио (рис. 6).

То обстоятельство, что это направление существует свыше 50 лет и что с ним связано возникновение ряда выдающихся сооружений, свидетельствует о его оправданности при решении специфических художественных задач. Они возникают, когда при создании архитектурного произведения основными являются не тектонические или функциональные, а художественные задачи создания здания-скульптуры, здания-момумента, своеобразный силуэт которого придаст индивидуальный облик всей градостроительной композиции (например, здание оперного театра в Панораме Сиднея, арх. И. Утцом).

При решении таких задач пластиичность и прочность позволяют использовать бетон как единственно доступное средство реализации художественных замыслов.

Второй путь — путь иллюстративной конструктивности — имитации традиционных конструкций в железобетоне, также оказался возможен лишь благодаря пластичности материала в начальной фазе. Однако, в отличие от экспрессионистического, он не оправдан даже в отдельных случаях (рис. 7).

<sup>2</sup> В. связи с ограниченными техническими возможностями проект был реализован в каменной кладке и штукатурке, имитирующей железобетон.

# Содержание журнала „Бетон и железобетон“ за 1974 г.

редовые	
иса в бетонные работы в суровых климатических условиях . . . . .	11
енников А. Д. Четвертому году пятилетки — ударный труд . . . . .	5
евцов Ф. М., Батраков Б. Г., Лагойда А. В. Доавки к бетонам . . . . .	
строительным растворам . . . . .	
народное сотрудничество в области преднапряженного же- . . . . .	
лезобетона . . . . .	
следующему году — резервы строиндустрии . . . . .	4
перспективы развития бетонов с добавками или на основе поли- . . . . .	3
гров . . . . .	
ромаслов В. Ф. Применение монолитного железобетона в стро- . . . . .	8
ительстве Москвы . . . . .	
юн Ю. П. Дальнейшее развитие объемно-блочного домостроения . . . . .	1
орин М. П. Новый единий каталог унифицированных изде- . . . . .	12
ли для Москвы . . . . .	
трубы соревнующихся	
айнер П. А., Лысано Б. П. Залог успеха — в социалистическом . . . . .	
соревновании и творческой работе коллектива . . . . .	
робьев Ю. И. Повышение эффективности заводской технологии . . . . .	
трудноплавильного домостроения . . . . .	
держки из социалистических обязательств организаций Мин- . . . . .	
истра СССР на 1974 г. . . . .	
держки из социалистических обязательств организаций Мин- . . . . .	
жистра СССР на 1974 г. . . . .	
узлен А. А. План четвертого года пятилетки выполнен досрочно . . . . .	
ревич Е. Л. Дальнейшее снижение материалаомкости продукции . . . . .	
Достойный пример . . . . .	
тоги Всесоюзного социалистического соревнования в организа- . . . . .	
циях, учреждениях и на предприятиях системы Госстроя СССР за . . . . .	
досрочное выполнение народнохозяйственного плана 1973 г. . . . .	
тоги и перспективы . . . . .	
левченко И. Я., Мисюрович Л. А., Крилов В. А. Броварской заво- . . . . .	
достройтельный комбинат в девятой пятилетке . . . . .	
Об инициативе коллективов проектных институтов Госстроя СССР . . . . .	
о развертыванию Всесоюзного социалистического соревнования . . . . .	
за 1974 г. . . . .	
Об итогах Всесоюзного общественного смотра использования ре- . . . . .	
зервов производства и режима экономии . . . . .	
Об итогах Всесоюзного общественного смотра использования ре- . . . . .	
зервов производства и режима экономии за I полугодие 1974 г. . . . .	
О выполнении плана I полугодия 1974 г. предприятиями Глав- . . . . .	
мосстройматериалов . . . . .	
О проведении в 1974 г. всесоюзного общественного смотра-конкур- . . . . .	
са на лучшее качество строительства . . . . .	
О работе коллектива ЦНИИЭП жилища в 1973 г. и социалистиче- . . . . .	
ских обязательствах на 1974 г. . . . .	
О социалистическом соревновании за экономное расходование ма- . . . . .	
териальных и топливно-энергетических ресурсов и выпуск дополните- . . . . .	
льной продукции за счет склономенного сырья . . . . .	
Пимченко И. Д. Опыт работы Кунцевского комбината ЖБИ № 9 . . . . .	
по снижению материалаомкости продукции . . . . .	
Полуботко Е. И. Опыт работы бригады формовщиков В. П. Чес- . . . . .	
нокова . . . . .	
Рудь П. И., Бархатный Г. Д. Социалистическое соревнование — . . . . .	
мощный рычаг в борьбе за повышение эффективности произ- . . . . .	
водства . . . . .	
Снижение материалаомкости железобетонных изделий в Главмос- . . . . .	
промстройматериалах . . . . .	
Социалистические обязательства коллективов строителей, пред- . . . . .	
приятий строительной индустрии, промышленности строительных . . . . .	
материалов и проектных организаций — инициаторов социалистиче- . . . . .	
ского соревнования за экономию и бережливость в строительстве . . . . .	
Социалистические обязательства предприятий и организаций Глав- . . . . .	
мосстройматериалов . . . . .	
Социалистическое соревнование — важное средство использования . . . . .	
резервов роста производительности труда . . . . .	
Фокин В. Б. Работа по участковому подряду . . . . .	
<b>Заводское производство</b>	
Абрамов В. П., Нечаев Г. К., Яценко Е. А., Овчаренко А. Г. Ав- . . . . .	
томатическое управление прогревом железобетонных изделий . . . . .	
Александров А. Я., Попов П. И. Прибор для определения темпе- . . . . .	
ратуры нагрева арматуры . . . . .	
Булатова Е. Н., Андрющенков В. Н., Зыскин А. В. Расчет тех- . . . . .	
нологических параметров горячего формования бетонных смесей, . . . . .	
разогретых паром . . . . .	
Вылов И. Г., Доронин С. В. Технологические карты на типовых . . . . .	
бланках . . . . .	
Каргинский В. И., Палагин Е. В., Штейн В. И. Технология фор- . . . . .	
мования пустотных плит для пролетных строений мостов . . . . .	
Колобков П. С., Пурбурская Г. М., Жовнир А. С., Ольшин- . . . . .	
ский И. Ф. Опыт обогрева минеральным маслом кассетной уста- . . . . .	
новки для керамзитобетонных изделий . . . . .	
Королев К. М., Надель Л. И., Тихомолов В. В., Кухарев В. Н., . . . . .	
Малиновский А. Г., Раков В. П., Платонова Г. Н., Галимов Г. Г. . . . .	
Пароразгрев бетонной смеси в процессе ее приготовления . . . . .	
Лазарев А. Д. Деформации бетона при тепловой обработке . . . . .	
Лещинский М. Ю. Применение статистического контроля прочи- . . . . .	
сти бетона . . . . .	
Мусалян Б. А., Крамарь В. Г. Изготовление и применение дли- . . . . .	
ческих круглопустотных панелей перекрытий . . . . .	
Павленко С. И., Фейгин Н. И. Кассетное производство изде- . . . . .	
лий улучшенного качества с добавкой зоны ТЭС . . . . .	
Полигов А. Н., Губарев В. М. Производство стропильных ферм . . . . .	
длиной 24 м полной заводской готовности . . . . .	
Редькин Е. Н., Надель В. Г., Волков Л. А., Соловьевич М. А., . . . . .	
Заневская Т. П. Многоэлектродная машина МТМ-35 для сварки . . . . .	
арматурных каркасов . . . . .	
Фомеев А. А., Соркин Э. Г., Карамзин В. Е., Синева Е. А. . . . .	
Особенности ударной технологии . . . . .	
Шенгелия И. Д., Саканделидзе А. А., Туташвили Р. А. Опыт при- . . . . .	
менения электротермообработки при изготовлении цокольных блоков . . . . .	
Широкородок В. К. Расчет с применением ЭЦВМ графиков ра- . . . . .	
боты бетонозаборных эстакад . . . . .	
<b>Шмигальский В. Н. Уплотнение бетонных смесей разночастотным вибрированием</b>	11
<b>Строительное производство</b>	
Абрамов В. С., Шубина Т. С. Электропрогрев бетона замоноличи- . . . . .	
вания стыков сборных конструкций . . . . .	
Зализаев И. Е., Мельник Ю. Р. Рост прочности бетона при возве- . . . . .	
дении 16-этажного дома в скользящей опалубке . . . . .	
Захарченко Г. А., Каганович Е. М., Козан С. Ф. О применении бетононасосов в строительстве . . . . .	
Ким К. Н., Смелетер Э. Д., Канетов М. С. Автоматический регу- . . . . .	
лятор подвижности бетонной смеси . . . . .	
Левин И. Г., Грабойс Н. Д. Строительство зданий из монолитного железобетона в объемно-переставной опалубке в Кишиневе . . . . .	
Микашевский Е. П., Сифонов В. Б., Десов А. Е., Надоль- . . . . .	
ский В. И. Механизация уплотнения бетонной смеси в монолит- . . . . .	
ных конструкциях . . . . .	
Михайленко В. М., Козлов А. Д., Крылов Б. А. Расчет теплоизо- . . . . .	
терь с учетом влагообмена при зимнем бетонировании монолит- . . . . .	
ных конструкций . . . . .	
Овсянкин В. И., Евдокимов Н. И., Рабинский С. А. Применение объемно-переставной опалубки при возведении монолитных зда- . . . . .	
ний в Ленинграде . . . . .	
Розенбойм Л. С. Средства малой механизации для монолитных бетонных работ . . . . .	
Рубой В. М., Абрамсон Л. А. Методы возведения жилых зданий из монолитного железобетона . . . . .	
Сизов В. П. Расчетно-графический способ определения расхода воды и рабочих растворов в бетоне . . . . .	
Токман К. В. Совершенствование изготовления и монтажа каркас- . . . . .	
но-панельных зданий серии ИИ-04 . . . . .	
Топчий В. Д., Савин А. П., Шишкин В. В., Казаков С. В. Расчет электрических нагревателей термоактивной опалубки . . . . .	
Топчий В. Д., Шишкин В. В. Режимы обогрева монолитных железобетонных конструкций в термоактивной опалубке . . . . .	
<b>Заметки с производства</b>	
Горячева М. К. Панельные перегородки в промышленном стро- . . . . .	
тельстве . . . . .	
Наули З. И. Опыт изготовления столбиков ограждений . . . . .	
Таможайтис И. С. Производственно-техническая эстетика на за- . . . . .	
воде ЖБК . . . . .	
<b>Бетоны</b>	
Альтшулер Б. А. Упругопластические характеристики бетона при нагреве под нагружкой . . . . .	
Башилова И. Е., Черкашинов В. И., Сохранинский В. Б., Посьяд- . . . . .	
ский А. К. Применение расширяющегося бетона в напорных пере- . . . . .	
мычках . . . . .	
Васильев А. П., Беликов В. А., Русанова Л. П. Конструкции из бетона марок 600—800 . . . . .	
Ганин Б. П. Расчет нарастания прочности бетона при различных температурах выдерживания . . . . .	
Георгиев А. А., Бич П. М. Прочность бетонов при двухосном на- . . . . .	
пряженном состоянии . . . . .	
Гершберг О. А., Левин Л. И. Уточнение формулы прочности тяже- . . . . .	
лого бетона на основе физической интерпретации закона водоце- . . . . .	
ментного отношения . . . . .	
Голиков А. Е., Мыцык А. Т. Исследование деформативных свойств бетонов марок 500—700 . . . . .	
Гончарова Л. С., Токари В. Е., Иванов Ф. М., Розенберг Т. И. . . . .	
Сравнение свойств бетонов с противоморозными добавками . . . . .	
Дворкин Л. И., Файнер М. Ш. Рост прочности бетона, просарапенно- . . . . .	
го или особофорсированном режиме . . . . .	
Довжик В. Г. О зависимости прочности бетона от В/Ц . . . . .	
Зайцев Ю. В. Прогнозирование длительной прочности бетона . . . . .	
Иванова О. С., Крылов Б. А. О механизме замерзания воды и време- . . . . .	
ни выдерживания бетона до замораживания . . . . .	
Каранфилов Т. С. Прочность и деформативность керамзитобетона при действии многократной повторной нагрузки . . . . .	
Котов В. И., Щелкунова Н. В. Влияние керамзитового заполните- . . . . .	
ля на прочность бетона . . . . .	
Книгина Г. И., Кулешов Т. К. Керамзитобетон на горелопородном песке . . . . .	
Лушаева П. П., Старчиков А. В. Легкий бетон на ракушечнико- . . . . .	
вом щебне для самонесущих стеновых панелей . . . . .	
Миронов С. А., Белова Л. А. Изменение фазового состояния воды в бетоне при отрицательных температурах . . . . .	
Михайлов А. В. О некоторых особенностях увлажнения твердею- . . . . .	
щего бетона . . . . .	
Михайлов А. В. Прочность бетона в зависимости от его влагосдер- . . . . .	
жания . . . . .	
Рябощапко Ю. И., Ваславский В. Ф., Ольгинский А. Г. Опыт при- . . . . .	
менения высокомарочного бетона с присадкой кислой золь-уноса . . . . .	
Саргинян И. Г., Лифшиц А. В., Кондратьев М. И. Применение зол ТЭС в качестве мелкого заполнителя . . . . .	
Сергеенков Г. Д. Об уточнении приземленной прочности бетонов . . . . .	
Триккер Б. Д., Жиж Г. Н. Структурно-механические свойства цементного теста и свежеуложенного бетона . . . . .	
Френкель И. М. О расчетах прочности бетона по формулам . . . . .	
Холощин Е. П., Кузнецова Л. А., Чугунова С. Л. Применение мел- . . . . .	
коэзеристого керамзитобетона в мелиоративном строительстве . . . . .	
Щеканенко Р. А., Ландер В. Ф. Физико-механические свойства крупнопористого фильтрационного керамзитобетона . . . . .	
<b>Полимербетоны</b>	
Бузевич Г. А., Тарадыменко А. С. Прочность и деформативность керамзитополистиролбетона . . . . .	
Давыдов С. С. Армополимербетон и его реологические свойства . . . . .	
Иргужанова С. Х., Дциман В. С., Галактионов А. И. Полимеррас- . . . . .	
творы заводского изготовления на основе фурфуролацетонового мономера . . . . .	
Иргужанова С. Х., Маматов Ю. М., Дциман В. С., Галактионов А. И. Полимеррастворы на основе фурфуролацетоновой смолы различных модификаций . . . . .	

Колоколов Н. М., Рояк Г. С., Захаров Л. В., Васильев Е. Б.	О применении полимеров для железобетонных конструкций пролетных строений мостов	Якушин В. А., Бахолдин Б. В. Преднапряженные цельные и составные сваи	4
Максимов Ю. В., Лыков Г. Д., Чекулаева Е. И. Эпоксидные полимеррастворы для монолитных покрытий полов		Пространственные конструкции	
Никонов М. Р., Патуров В. В. Бетонополимеры и характерные особенности их структуры		Качановский Е. К., Енин А. А., Пантелеев В. П. Армосентный свод покрытия пролетом 36 м	4
Патуров В. В., Фантилов А. М., Курган Б. Г., Ашпис М. Р. Химически стойкие сталеполимербетонные конструкции в промышленном строительстве		Объемные блоки	
Путялев И. Е., Киль И. П., Соломахин В. Д., Павлов В. И. Химически стойкие конструкции из полимерсиликатных бетонов		Артемьев В. П., Конопленко А. И., Сторожук Н. А. Формование объемных элементов методом виброзвакумирования	12
Соловьев Г. К., Волгушев А. Н., Кудрявцева С. В. Армополимербетоны для несущих конструкций		Вайсман Э. П., Тучин А. А. Пространственная работа объемных блоков типа «колпак»	12
Соловьев Г. К., Волгушев А. Н., Кудрявцева С. В. Армополимербетоны для несущих конструкций		Гирштейн Г. Б., Ластик В. А. О давлении бетонной смеси на борта формовочных установок для изготовления объемных элементов	12
Соловьев Г. К., Волгушев А. Н., Кудрявцева С. В. Армополимербетоны для несущих конструкций		Коробков А. А., Соловьев В. Н. Конвейерная линия для изготовления объемных элементов	12
Швидко Я. И., Нижников Ю. И., Эпштейн В. С., Соломатов В. И. Полимерные и полимерсиликатные бетоны на шунгитовых наполнителях		Лях А. А., Завойский А. К., Омельченко А. А. Технология изготовления монолитных санитарно-технических кабин типа «колпак» в установках ФУК	12
<b>Арматура</b>		Николаев Н. А. Совершенствование конструкций объемно блочных зданий из несущих монолитных блоков	12
Бирман А. А. Совершенствование производства арматуры		Николаев Н. А., Альтишuler Е. М. Железобетонные объемные блоки в зарубежном домостроении	12
Гуменюк В. С., Михайлов К. В. Основной сортамент арматурных капителей		Снегирев К. О применении объемных блоков на кавминводах	12
Мадатян С. А. Деформации высокопрочной стержневой арматуры при погружении ее электротермическим способом		Степанов Б. В., Липовой Я. Д. Оптимизация состава вакуумированного керамзитобетона для цельноформованных объемных элементов	12
Морозов Н. В. Новые присыпки армирования железобетонных конструкций		Шевцов П. И., Резников Д. И. Объемно-блочное домостроение в Краснодаре	12
Рискиндо Б. Я., Шорникова Г. И. Работа стержневой арматуры на сжатие		<b>Железобетонные трубы и резервуары</b>	
Филиппьев А. А., Брикский Н. Я., Соколовская Т. В. Усталостная прочность высокопрочной проволочной арматуры при нормальной и низкой температурах		Белкин В. А., Мамонов Н. В. Испытание напорных труб из керамзитобетона гидростатической нагрузкой	5
<b>Конструкции</b>		Боцюев Ю. П., Круткин В. М., Ционский А. Л., Хрипунов В. А. Опыт производства напорных виброгидропрессованных труб	10
Бердичевский Г. И., Приходько И. С. Типовые железобетонные конструкции одноэтажных производственных зданий		Новоженин В. Д. Строительство напорных водоводов большого диаметра	10
Беспалев А. А., Пургаев М. К., Жансентова И. Ф. Использование щебня из шлаков электрофосфорного производства в железобетонных элементах		Обогрелов Д. Х. Емкости очистных сооружений из сборного железобетона	10
Вальчук Д. Г., Коетунов Б. П. Влияние остаточных сварочных напряжений на характер работы рамных каркасов многоэтажных зданий		Попов А. Н., Ционский А. Л., Шмурнов А. Е., Ишакарин Б. Б., Хрипунов В. А., Пирожников В. В. Испытания железобетонных напорных виброгидропрессованных труб на прочность и водонепроницаемость	2
Васильев А. П., Переяславцев Н. А., Коровин Н. Н., Стульчиков А. Н., Горшкова В. М. Сборные каркасы из элементов с внешним армированием		Хохолев К. И., Эпштейн В. Л., Шульман В. З., Осипов Б. А. Механизация производства раструбных беззапорных труб	10
Замахаев Л. С. Технико-экономические показатели конструкций кровельных покрытий в жилищном строительстве		Цельтяев А. Н., Нечаев С. Ф., Новоминский И. Н., Арешкович И. В., Аракисид М. А., Склар В. И. Воздведение сборно-монолитных куполов метантенков	10
Исхаков Я. Ш., Ключко А. П., Кудусов А. Вибрационные испытания монолитного железобетонного купола		<b>В помощь проектировщику</b>	
Кудрявцев А. А. Несущая способность и деформации гибких керамзитобетонных колонн при длительном действии нагрузки		Вакуленко Г. И. Висячие цилиндрические оболочки	3
Кузьмичев А. Е. К расчету сборно-монолитных конструкций по образованию трещин		Валь Е. Г. Испытание 16-этажного монолитного бескаркасного жилого дома горизонтальной нагрузкой	1
Кузнецов Ю. Б., Макаричев В. В. Анализ производства изделий из автоклавных ячеистых бетонов		Дроздов Ф. Ф. Совместная работа ядер и диафрагм в несущей системе многоэтажного здания	12
Курбатов Л. Г., Валеевжанин В. Н. Использование бетона, армированного отрезками проволоки, в тонкостенных оболочках		Митник Г. С. Определение деформаций поддона формы при трехточечном опирании	9
Львович К. И., Шахнович Р. А., Михайлов Н. В. Сваи из песчаного бетона		Михайлов В. В., Яглинский Б. П., Литвер С. Л., Будагянц Л. И. Создание трещиностойкой охлаждающей плиты из самонапряженного железобетона для стадиона Медео	1
Майлян Р. Л., Лалаянц Н. Г. Предел выносимости балок из железобетона на известняках-ракушечниках		Никитин И. К. Практический метод расчета элементов на косой изгиб	3
Махмудадзе Л. С., Поляков С. В., Тяблаков Ю. Е., Кешицаидзе О. И. Изменение механических свойств напряженно-армированных конструкций под нагрузками типа сейсмических		Шахназарян С. Х., Саакян Р. О., Саакян А. О., Газарян Ю. Х. Применение демпферов для повышения сейсмостойкости каркасных зданий с несущими шахтами	2
Росинский Н. Б., Шлягин Б. Б. Общесоюзный каталог унифицированных изделий для 5—9-этажных крупнопанельных жилых домов		Яковлев У. А. Трещиностойкость изгибающихся керамзитобетонных конструкций	2
<b>Преднапряженные железобетонные конструкции</b>		Вопросы качества	
Бердичевский Г. И., Сасонко Л. В., Гельфанд Т. П., Василенко П. К. Преднапряженные конструкции перекрытий ТЭС		Берг П. А., Березин Н. Н. Контроль прочности центрифугированного бетона	2
Елагин Э. Г., Мангушев А. И., Чичков П. Б., Григорьев Н. И. Преднапряженные беззраскосные фермы для сельскохозяйственных зданий с асбестоцементной кровлей		Дзенис В. В., Донской В. З., Васильев В. Г., Кондратенко Е. А. Контроль железобетонных изделий ультразвуковыми поверхностными волнами	6
Ефимов А. К. Расчет преднапряженных труб для высоконапорных трубопроводов		Кричевский А. П. Влияние повышенных температур на свойства пропаренного бетона	6
Иссерс Ф. А., Гейлер Е. С. К оценке трещиностойкости стен силикатов из криволинейных преднапряженных элементов		Лысенко С. И., Толкачев Й. Д., Киселев А. А. Автоматическое управление тепловой обработкой железобетонных изделий с информацией о прочности бетона	5
Коширский Ю. А., Курипаль В. Х., Тагинцев В. П., Голуб И. Е., Мамин В. И., Гузь Р. И. Преднапряженные стеновые панели из ячеистого бетона		Маркаров Н. А., Кваша В. Г., Тимошук Н. С. Об оценке качества преднапряженных конструкций заводского изготовления	3
Клевцов В. А. Расчет преднапряженных железобетонных ферм методом предельного равновесия		Руф Л. В. Учет теплопроводности стали и бетона в сборном железобетоне	3
Клименко Ф. Е., Шехоцков А. Д., Фёдоров Я. С. Прочность, деформативность преднапряженных сталебетонных балок и опытное их применение		Тамарин А. А. Контроль прочности песчаного бетона методом вдавливания	3
Колоколов Н. М., Захаров Л. В. Преднапряженный железобетон в мостостроении		<b>Долговечность</b>	
Крамарь В. Г., Боробьев А. Н. Преднапряженные многопустотные панели перекрытий с высокопрочной проволочной арматурой		Абрамов С. К., Коринченко И. В., Рубецкая Т. В., Бубнова Л. С., Гончар В. Ф., Дегтярев Б. М. Долговечность фильтрационного бетона в условиях коррозии первого вида	7
Людовский И. Г., Браиловский М. И., Фонов В. М. Преднапряженный железобетон в машиностроении		Алексеев С. Н., Тыкаев П. Н. Коррозия арматуры в покрытии цеха асбестоцементных труб	3
Маркаров Н. А. Инженерные сооружения с применением преднапряженного железобетона		Барташевич А. А., Френкель Л. Я., Бабийский В. В. Новый неразрушающий метод контроля степени коррозии стальной арматуры	12
Михайлов К. В., Фоломеев А. А. Заводское производство преднапряженных железобетонных конструкций		Бутт Ю. М., Колбасов В. М., Берлин Л. Е. Влияние В/Ц на структуру, прочность и морозостойкость цементного камня	11
Орлоевский Ю. И., Крамарь В. Г., Колесов Г. Е., Кунь В. Л. Преднапряженные керамзитобетонные панели перекрытий длиной 12 м с проволочным армированием		Гончаров В. В., Усацев И. Н., Бялер И. Я., Батюк В. П. Морозостойкость железобетонных элементов в гидротехнических сооружениях	11
Рати Э. Г., Миловидов К. И., Годер А. И., Матвеев К. М., Сидоренко М. П., Прозоров А. С. Преднапряженные фермы с отгибанием арматуры из нижнего пояса в раскосы		Горяинов К. Э., Трёбухин А. Ф., Ананьев Ф. И. Влияние режима охлаждения бетона на его стойкость в агрессивных средах	10
Свешников Г. В., Лузин Ю. П., Козлов В. Ш., Соловьев С. И., Михайлов В. В., Мартынов Г. М. Замоноличивание висячей оболочки покрытия закрытой стоянки автобусного парка		Емельянов А. А. Повреждение конструкций из крупнозернистого бетона с включением фильтрального щебня	12
Шишкин Р. Г. Интересные решения зданий с большими пролетами, перекрытыми преднапряженными железобетонными конструкциями		Иванникова Р. В. Защита арматуры от коррозии в гипсоцементопуццолановых бетонах	7
<b>4</b>		Каган Б. М. Влияние влажности и условий твердения бетона на его стойкость при циклическом воздействии низких температур	11
		Коренюк А. Г. Разрушение бетона при одновременном воздействии водного раствора соли и мороза	11

Леонова А. В., Королева О. Е., Иванов Б. В., Назарова А. С. Применение воздухововлекающих добавок в сборном железобетоне . . . . .	5	Каралов Р. И. Об эстетике железобетона . . . . .	9
Логинов В. С., Жуков Г. Б. Исследование прочности бетона, обработанного инфракрасными лучами . . . . .	11	Каралов Р. И. Преднапряженные железобетонные резервуары в Италии . . . . .	10
Макаров В. В. Опыт нанесения на арматурные каркасы защитных покрытий в электростатическом поле . . . . .	5	Каралов Р. И. Скоростное строительство гостиницы с использованием скользящей опалубки . . . . .	1
Маркин А. П., Дикин А. Д., Князева В. П., Бруссер М. И. Структурные изменения ячеистых бетонов при испытании на морозостойкость . . . . .	11	Каралов Р. И. Стекловолокно в качестве арматуры . . . . .	12
Михайлов В. В., Рубецкая Т. В., Титова Л. А. К вопросу о сульфатостойкости бетона на напрягающем цементе . . . . .	3	Мяновски К. Образование наклонных трещин в обычных и преднапряженных балках . . . . .	5
Мечник А. Я. Оценка напряженного состояния бетонов при замораживании . . . . .	11	Прудил С. Седименты — естественная защита бетона от коррозии . . . . .	7
Ратников В. Б., Шестополов С. В., Крыжановский И. И., Розенгаль Н. К. Защитные свойства бетона на шлакопортландцементах . . . . .	8	<b>Информация</b>	
Филиппов А. А. Влияние коррозионных поражений на выносимость высокопрочной проволочной арматуры . . . . .	10	Александровский С. В. Важный раздел механики твердого тела . . . . .	10
Ахметьев А. Е., Федоров А. Е., Баранов А. Г., Ухова Т. А., Ахметьев А. Р., Синицын В. В. О влиянии капиллярной усадки на трещиностойкость газобетона . . . . .	5	Арсеньев В. А. Эффективный легкий бетон . . . . .	8
Шестополов С. В., Горшков В. А., Менюришвили Д. Г., Сырков В. Б. Исследование возможности применения ультразвука для оценки морозостойкости бетона . . . . .	11	Батраков В. Г., Трамбовецкий В. П. К вопросу о долговечности бетона . . . . .	11
Щеканенко Р. А., Грайфер А. Г. Пропиточная изоляция железобетонных труб . . . . .	6	Десов А. Е., Кунис Г. Я. Всесоюзный симпозиум «Реснология бетонных смесей и ее технологические задачи» . . . . .	4
<b>Стандарты</b>		Дехтар А. И. Всесоюзный форум проектировщиков и изыскателей . . . . .	10
Мараховский В. С. Бетон и железобетонные изделия. Методы испытаний . . . . .	8	Киселевич Д. С. О деятельности Совета по координации научно-исследовательских работ в области бетона и железобетона в 1973 г. . . . .	9
Богословский В. А., Овсянников И. Д. О стандартизации бетонных труб . . . . .	10	Колоколов И. М. Совещание-семинар, посвященный опыту проектирования и строительства железобетонных мостов . . . . .	7
Брискин Н. Я. Стандарт на методы испытания арматурных канатов П7 на растяжение . . . . .	3	Корнеев Н. А., Болков И. В. Симпозиум по легким бетонам . . . . .	8
Вайнер Я. Г. О методах испытания цементов . . . . .	5	Курочкин Л. И. Научная сессия по пространственным конструкциям . . . . .	11
Москвин В. М., Иванов Ф. М., Савицкая Ю. А., Шерстнев А. В. Метод определения фильтрации воды через бетон . . . . .	10	Малинин Р. Л. Бетон и железобетон на пористых заполнителях . . . . .	5
Новый сборник стандартов . . . . .	8	Малинина Л. А., Малинский Е. Н. Семинар по тепловой обработке бетона . . . . .	1
Сизов В. П. О необходимости пересмотра требований ГОСТов и СНИП по испытаниям бетонов на морозостойкость . . . . .	3	Милованов А. Ф., Тринкер Б. Д., Левин В. М., Поверский А. С. Совещание по монолитным сооружениям башенного типа . . . . .	5
Темкин Л. Е. Следует ли исключать из ГОСТов и СНИП требований по испытаниям бетонов на морозостойкость . . . . .	7	Михайлов К. В., Бердичевский Г. И., Болков Ю. С. VII конгресс международной федерации по преднапряженному железобетону (ФИП) . . . . .	11
<b>Теория</b>		Овсянников И. Д. О работе комиссии ИАСС по трубам и резервуарам . . . . .	10
Березюк А. Н. К расчету на поперечную силу элементов кольцевого сечения . . . . .	6	О применении каркасно-панельных конструкций ИИС-04 при проектировании общественных зданий в сейсмических районах . . . . .	12
Квирикадзе О. П. Прочность и модуль деформаций бетона при разных скоростях нагружения . . . . .	6	О тематической направленности журнала «Бетон и железобетон» . . . . .	10
Курилло А. С., Кваша В. Г., Левин В. В. Исследование работы изгибаемых железобетонных элементов при многократно повторяющихся нагрузках . . . . .	7	Отрепьев В. А., Раков В. И. О применении панелей-оболочек КЖС . . . . .	8
Морин А. Л., Ткачук В. М., Корытник Я. В. Исследование внеклентренно скатых элементов из бетонов высоких марок . . . . .	1	Печорин В. А., Черемский Б. А. Современные методы контроля качества продукции на заводах сборного железобетона . . . . .	9
Нурпесов Д. Д., Жив А. С. Исследование цилиндрической оболочки покрытия для сейсмостойких зданий и сооружений . . . . .	3	Пожиток Г. А., Шестера К. Ф. Школа передового опыта изготовления железобетонных изделий с применением ударной технологии . . . . .	9
Ренский А. Б., Стрижевский К. И. Влияние неоднородности материала на измерение деформаций бетона . . . . .	6	Почтовик Г. Я. Внедрение неразрушающих методов контроля качества бетона и железобетонных конструкций . . . . .	2
Чоговадзе Д. В. Исследование процесса разрушения цементного камня и раствором методом рентгенокиносъемки . . . . .	7	Республиканская конференция по перспективам развития производства бетона и железобетона . . . . .	9
<b>Техника безопасности</b>		Ржаничев А. Р., Батя А. А. Научно-координационное совещание по вопросу надежности железобетонных конструкций . . . . .	3
Волосов Н. С., Каргин Е. Н. Об усовершенствовании устройств для удержания цементной пыли на бетонных заводах . . . . .	6	Руденко И. Ф. Координационное совещание по механизации и автоматизации процессов формования . . . . .	6
Эрвицанцев И. Н. Освещение и аэрация цехов бетонных и железобетонных заводов . . . . .	6	Совещание-семинар, посвященное развитию полносборного домостроения в Казахской ССР . . . . .	3
Айвазян С. З., Арутюнян А. Г., Григорян И. С. Оценка деятельности предприятий сборного железобетона с позиций оптимизации программы производства . . . . .	7	Трамбовецкий В. П. Бетон, армированный дисперсной арматурой . . . . .	2
Головин С. Г., Карапанов В. В., Юнусов Н. В., Балеев А. Х. Учет дополнительных затрат при выборе методов зимнего бетонирования . . . . .	1	Трамбовецкий В. П. Способы разрушения железобетонных сооружений . . . . .	5
Григорьев В. Ф. Внедрение ГОСТ 18105-72 как путь экономии цемента на заводах сборного железобетона . . . . .	10	Хайдуков Г. К., Жив А. С. Пространственные покрытия для сейсмостойких зданий и сооружений . . . . .	3
Клевцов В. А., Коревицкая М. Г., Лапенис А. Т. О снижении отпускной прочности бетона в изделиях кассетного производства . . . . .	8	Циррик Я. И. Монолитный железобетон в жилищно-гражданском строительстве . . . . .	5
Коваленко В. А. Эффективность укрупнения сборных железобетонных конструкций в полностью сборном домостроении . . . . .	2	Цыганков И. И. Новое в технологии формования сборного железобетона . . . . .	11
Масленников В. О., Низаренко В. Г., Карабанов Б. В. Оптимальное проектирование преднапряженных железобетонных балок . . . . .	7	<b>В Госстрое СССР</b>	
Митгерц Л. Б. Применение тяжелого бетона промежуточных марок — резерв экономии цемента или арматурной стали . . . . .	5	Об итогах Всесоюзного общественного смотра использования резервов производства и режима экономии в организациях, учреждениях и на предприятиях Госстроя СССР и Госгражданстроя за I полугодие 1974 г. . . . .	12
Потапенко Ф. Г. Концентрация производства сборного железобетона в Москве . . . . .	10	О Всесоюзном социалистическом соревновании коллективов организаций Госстроя СССР за досрочное выполнение народнохозяйственного плана на 1974 г. . . . .	7
Ткаченко В. К. Комплектный выпуск железобетонных изделий в кассетах . . . . .	4	О головных организациях по исследованию и проектированию железобетонных напорных и бетонных труб . . . . .	10
Толкачев Л. А., Семененок С. Н., Иноземцев Ю. П. О росте прочности бетона на цицплатоновом портландцементе . . . . .	2	О личных социалистических обязательствах групп научных сотрудников НИИЖБ, направленных на значительное расширение объемов внедрения научных разработок . . . . .	7
Цыганков И. И., Рожжаненко М. Д., Царик Т. И. Сравнение показателей производства балок и ферм на стенах и в силовых формах . . . . .	6	О дальнейшем развитии и совершенствовании стандартизации в строительстве . . . . .	12
<b>Вопросы эстетики</b>		Нам пишут	
Бровкин А. К., Иванов А. И. Навои — город строителей, химиков и энергетиков . . . . .	4	Мирсаков Л. М. Роль технического журнала в совершенствовании производства . . . . .	2
Гуревич Д. Е. Прогрессивные методы отделки железобетонных деталей . . . . .	2	Репях В. И. Об оптимальном проектировании преднапряженных железобетонных балок . . . . .	12
Жадановский Б. В., Широкова Л. А., Исаева С. Г. Улучшение декоративных качеств отделочных бетонов . . . . .	6	<b>Хроника</b>	
Краснов Н. С. Совершенствование отделки наружных стеновых панелей . . . . .	2	К 70-летию Н. М. Колоколова . . . . .	3
Лубо Л. Н., Миронов Б. А. Покрытия зальных помещений из армокомментных плит регулярной структуры . . . . .	9	К 60-летию В. А. Михайлова . . . . .	6
Маклакова Т. Г. Железобетон в современной зарубежной архитектуре . . . . .	12	<b>Критика и библиография</b>	
Смирнова И. П. Железобетонные конструкции в архитектуре зданий культурно-зрелищного назначения . . . . .	9	Мараховский В. С. Бетон и железобетонные изделия. Методы испытаний . . . . .	6
Шипилевский Б. А., Векслер Л. И. Изготовление железобетонных изделий с художественным рельефом . . . . .	9	Гершберг О. А., Лещинский М. Ю. Нужная книга . . . . .	8
<b>Зарубежный опыт</b>		Литература по легким бетонам и конструкциям из них . . . . .	6
Бурченко Н. Е. Ползучий строительный подъемник для бетонных работ . . . . .	1	Майлян Р. Л., Вайнштейн М. З. Монография о легком бетоне в суровых климатических условиях . . . . .	9
Болков Ю. С. Сборно-монолитная конструкция гаража . . . . .	1	Мицлов-Петрасян О. П. Добавки в бетон . . . . .	1
		Пазаров А. Г. Возвведение зданий методом подъема этажей и пепрекрытий . . . . .	10
		Ратинов В. Б. Бетоны, твердеющие на морозе . . . . .	11
		Рудерман Л. Г. Новое о преднапряженном железобетоне . . . . .	2
		Цыганкова Л. Р. Жаростойкие бетоны . . . . .	4
		Цыганков И. И. О резервах промышленности сборного железобетона . . . . .	3
		По страницам зарубежных журналов . . . . .	10
		Патенты и изобретения . . . . .	12

## CONTENTS

## CONTENU

## INHALTSVERZEICHNIS

- Podin Yu. M.* The next steps in development of three-dimensional block housings
- Nikolaev N. A.* Elaboration of house structures made of bearing cast-in-place blocks
- Artemisev V. P., Konoplenko A. I., Storozhuk N. A.* Vibro-vacuum moulding of three-dimensional blocks
- Shevtsov P. I., Resnikov D. I.* Three-dimensional block housing in Krasnodar city
- Liakh A. A., Zavoiskiy A. K., Omelchenko A. A.* Facilities of lid-like type
- Korobkov A. S., Soloviev V. N.* Conveyor line for three-dimensional elements fabrication
- Snegirev K. K.* The use of three-dimensional elements at the city of Kavminvody
- Vaisman E. L., Tuchnin A. A.* Three-dimensional behavior of lid-like blocks
- Stefanov B. V., Lipovoi Ia. D.* Optimisation of vacuum ceramsiteconcrete compositions designed for solid-moulded three-dimensional blocks
- Cirshtel G. B., Lastik V. A.* Concrete mixture compression effecting the sides of moulds for three-dimensional blocks
- Nikolaev N. A., Altshuler E. M.* The use of three-dimensional elements abroad
- Vasiliev A. P., Belikov V. A., Rusanova L. P.* Elements made of concrete 600—800 grade
- halo*
- Lvovitch K. I., Shakhnovitch R. V., Mikhailov N. V.* Sand concrete piles
- Drosdov P. F.* Simultaneous behavior of cores and diaphragms in bearing systems of high-rise
- Kusnetsov Yu. B., Makarichev V. V.* Analyse of production of autoclaved cellular concrete pieces
- Bartashevich A. A., Frenkel L. Ia., Babitskii V. V.* New non-destructive method of steel corrosion control
- Emelianov A. A.* Damages of structures made of coarse concrete based on rubble
- Rodine Iu. M.* Développement ultérieur de la construction d'habitations à éléments de volume
- Nikolaev N. A.* Perfectionnement des constructions d'habitations à blocs monolithiques portants
- Arteumtsev V. P., Konoplenko A. I., Storozhuk N. A.* Façonnage des éléments de volume par la méthode de vibro-vacuum
- Chevtsov P. I., Resnikov D. I.* Construction d'habitations à éléments de volume à la ville de Krasnodar
- Liakh A. A., Zavoiskii A. K., Omelchenko A. A.* Fabrication des sanitaires type cloche
- Korobkov A. S., Soloviev V. N.* Chaîne mobile à fabrication des éléments de volume
- Snegirev K. K.* Sur l'application des éléments de volume dans la ville de Kavminvody
- Vaisman E. L., Tuchnina A. A.* Compartiment spatial des éléments de volume type cloche
- Stepanov B. V., Lipovoi Ia. D.* Perfectionnage des compositions du béton traité au vide affectée à façonner les éléments de volume en bloc
- Girchitel G. B., Lastik V. A.* Sur la compression de mélange à les bords des moules des éléments de volume
- Nikolaev N. A., Altchuler E. M.* Éléments en béton de volume à la construction étranger
- Vasiliev A. P., Belikov V. A., Rusanova L. P.* Constructions en béton type 600—800
- Lvovitch K. I., Chakhnovitch R. V., Mikhailov N. V.* Piles en béton de sable
- Drosdov P. F.* Service en commun des noyaux et diaphragmes dans les systèmes portants des habitations à plusieurs étages
- Kusnerov Iu. B., Makaritchev V. V.* Analyse des production des pièces en béton cellulaire autoclavé
- Bartachevitch A. A., Frenkel L. Ia., Babitskii V. V.* Nouvelle méthode non-destructive de contrôle corrosion des aciers
- Emelianov A. A.* Endommagements des constructions en béton à gros éléments à base de blocage
- Rodin Ju. M.* Perspektive Entwicklung der Raumblockhausbauweise
- Nikolaew H. A.* Konstruktionsvervollständigung der Gebäude aus tragenden monolithischen Blöcken
- Artörmzew W. P., Konoplenko A. I., Storoschuk H. A.* Formen der Raumelemente durch Vibrationsvakuumierungsmethode
- Schewzow P. I., Resnikow D. I.* Raumblockhausbauweise in Krasnodar
- Ljach A. A., Savojskij A. K., Omeltschenko A. A.* Produktion der sanitärtechnischen Kabine von Typ 'Haube' in Anlagen
- Korobkov A. S., Solowjow W. N.* Flies-Snegirjow K. K. Zur Anwendung der Raumelementen
- Snegirjow K. K.* Zur Anwendung der Raumblöcke im Mineralwassern im Kaukasus
- Waisman E. L., Tutschin A. A.* Raumwirkung der Raumblöcke von Typ 'Haube'
- Stefanow B. W., Lipowoj Ja. D.* Zusammensetzungsoptimierung des vakuumierten Keramisitbetons für vollgeformte Raumelemente
- Girschtel J. B., Lastik W. A.* Druck der Betonmischung auf Borde der Formungsanlagen für Produktion der Raumelemente
- Nikolaew N. A., Altschuler E. M.* Raumblöcke aus Stahlbeton in der ausländischen Hausbauweise
- Wasiljew A. P., Belikow W. A., Rusanowa L. P.* Konstruktionen aus Beton von Güte 600—800
- Lwowitzsch K. I., Schachnowitsch R. W., Mjachilow N. W.* Pfähle aus Sandbeton
- Drosdov P. F.* Verbundwirkung der Kerne und der Kerndichtung im Tragsystem des vielstöckigen Gebäudes
- Kusnezow Ju. B., Makaritschew W. W.* Produktionsanalyse der Erzeugnisse aus Autoklavzellenbeton
- Bartashevitsch A. A., Frenkel L. Ia., Babitskij W. W.* Neue nichtzerstörende Kontrollmethode des Korrosionsgrades der Stahlbewehrung
- Emelianow A. A.* Konstruktionsbeschädigungen aus grobkörnigem Beton mit Schotter

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, В. Н. Байков, Ю. М. Баженов, О. Я. Берг, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, Г. С. Иванов, В. Т. Ильин, Р. И. Карапов (зам. главного редактора), Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, А. А. Лейкин, В. А. Михайлов, 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,  
Калеевская ул., д. 23а.  
Телефоны: 250-18-54,  
250-24-35.

Технический  
редактор  
В. М. АБРАМОВА

Корректор  
В. М. ЗАЛЕВСКАЯ

Сдано в набор 15/X 1974 г.  
Подписано к печати 12/XI 1974 г. Т-19334 УИЛ 9,69  
Бумага 60×90 $\frac{1}{8}$  Объем 6 печ. л. + $\frac{1}{4}$  п. л. накидка  
Тираж 22 025 экз. Заказ 496 Цена 40 кон

Подольская типография Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
г. Подольск, ул. Кирова, 25

*В области конструктивных решений необходимо:*

разивать исследования и проектные разработки конструктивных систем зданий различного назначения и этажности для районов с разными природно-климатическими и геологическими условиями, а также разработать рекомендации по выбору соответствующих оптимальных решений, обеспечивающих эффективность строительства и эксплуатации объемно-блочных зданий;

совершенствовать методы расчета объемных блоков и зданий с учетом пространственного характера их работы, совершенствовать и повышать эффективность конструктивных решений со снижением материалаомкости и трудовых затрат;

разработать рекомендации по унификации конструкций блоков, основных узлов и деталей для обеспечения взаимозаменяемости конструкций, возможности их изготовления разными технологическими методами;

расширять применение в исследованиях конструкций зданий теории вероятности и теории надежности, системного подхода, методов математического моделирования и ЭВМ.

*В области технологии заводского производства блоков необходимо:*

окончить производственную отработку и полное освоение мощностей формующих машин и других агрегатов по изготовлению блоков, в первую очередь установок для непрерывного формования, с применением жестких (и полужестких) бетонных смесей, а также установок, работающих по методу вакуумирования;

обеспечить выпуск изделий (блоков) высокого качества, без технологических трещин, с соблюдением необходимой прочности бетона, однородности его состава, влажности и других параметров, характеризующих высокое качество изделий;

разработать механизмы и инструмент, совершенствующие способы отделки и комплектации блоков в заводских условиях и послемонтажные работы на строительных площадках;

внедрять новые материалы и методы их применения, обеспечивающие высокое качество и долговечность отделки.

*В области транспортирования блоков и монтажа зданий необходимо:*

отработать комплекс мер, гарантирующих сохранность блоков и их заводскую отделку в процессе хранения, перевозки и монтажа;

завершить разработки и провести необходимые производственные испытания транспортных средств различной грузоподъемности, необходимой маневренности, исключающих появление трещин в блоках во время перевозки, а также различных инвентарных приспособлений, механизмов и средств монтажа объемно-блочных зданий.

*В области экономики объемно-блочного домостроения необходимо:*

разработать методические указания по определению технико-экономической эффективности различных конструктивных систем, методов производства блоков, их перевозки и монтажа на основе со-поставительного анализа фактических результатов экспериментального заводско-

го производства конструкций и строительства зданий различных систем;

разработать нормативы себестоимости производства блоков, а также порядка ценообразования, изменения нормирования накладных расходов, зимнего удорожания и других затрат, обеспечивающих объективную оценку и сопоставимость объемно-блочного с другими методами строительства.

В последние годы были приняты меры, направленные на развитие объемно-блочного домостроения. Прежде всего был уточнен перечень и размещение заводов и цехов объемно-блочного домостроения, выделены головные заводы (Краснодарский, Кременчугский, Минский, Волгоградский, Хабаровский и Приднепровский); назначены ведущие организации по проектированию заводов и разработке проектов домов.

Рядом институтов (ЦНИИЭП жилища, ЦНИИЭПгражданстроем, КиевЗНИИЭП, Гипроргражданпромстром, Белгоспроектом) разработаны и Госгражданстром утверждены 7 серий проектов объемно-блочных зданий в качестве основы для работы вновь создаваемых предприятий.

В Кременчуге, Минске, Краснодаре, Киеве, Энергодаре (Запорожская ГРЭС), Сочи и других городах построено более 50 жилых 9-этажных домов; 200 5-этажных жилых домов, общежитий, гостиниц; 250 1—2-этажных зданий различного назначения. Общая площадь этих домов превышает 1 млн. м<sup>2</sup>. В Минске, Краснодаре, поселках энергетиков домами из объемных блоков застраиваются целые кварталы и жилые районы.

Однако до сих пор часть головных заводов не введена в эксплуатацию, на действующих заводах не освоена проектная мощность, блоки часто еще выпускаются низкой заводской готовности, невысокого технического уровня, с плохими эксплуатационными показателями.

Анализ показал, например, что сметная стоимость строительства Краснодарского завода (на единицу производственной мощности) на 35% выше, а съем готовой продукции с 1 м<sup>2</sup> площади главного корпуса в 2 раза ниже, чем на Кременчугском или Минском заводах. Металлоемкость формующего оборудования Краснодарского завода в 2 раза больше, чем Волгоградского, в 2,5 раза больше, чем Кременчугского, и в 5 раз больше, чем самого крупного Минского завода и самого малого по мощности цеха объемно-блочного домостроения Приднепровского завода ЖБК. Самая высокая численность работающих на единицу мощности оказалась на Минском заводе — примерно на 40% больше, чем на Кременчугском, хотя производственная мощность последнего почти на 20% меньше. Такой «разброс» технико-экономических показателей свидетельствует об огромных не реализованных еще резервах объемно-блочного домостроения.

Низко качество формовочного оборудования заводов, в результате чего объемные блоки имеют значительное превышение всех размеров. Перерасход бетона при формировании блоков на Минском заводе в конце 1978 г. достигал 30%, а на Кременчугском даже превышал 60%.

Основная причина плохой работы заводов заключается в том, что все они

введены в строй со значительными недоделками. Строительные министерства и ведомства не осуществляют должных мер по улучшению проектирования, строительства и освоения заводов; плохо обеспечивают их высококачественными строительными, отделочными и изоляционными материалами, оборудованием и изделиями в необходимых объемах и ассортименте. Не решаются своевременно вопросы финансирования проектных работ, строительства, проведения экспериментальных исследований; не выполняется заблаговременный отвод и опережающее инженерное обеспечение участков, предназначенных для строительства объемно-блочных домов.

Несмотря на безусловную прогрессивность объемно-блочного домостроения, строительными министерствами полностью не завершено строительство ни одного завода.

Плохо помогает строителям и Минстройдормаш, который не обеспечил проектирование и выпуск монтажных кранов для строительства зданий из объемных блоков. Рекомендуемый этим министерством кран КБ-674 грузоподъемностью 25 т слишком тяжел и недостаточно мобилен, не обладает необходимой плавностью, не может обеспечить точную посадку блоков.

Изготовленный по проекту Балашовского КБ по прицепам опытный блоковоз грузоподъемностью 17 т не выдержал приемочных испытаний и требует основательной переделки.

Однако многолетняя практика объемно-блочного домостроения даже в большинстве случаев при плохой его организации показала эффективность такого строительства. Она заключается в общем сокращении трудозатрат примерно на 10—15% по сравнению с крупнопанельным и на 30—35% — с кирпичным домостроением, в том числе в значительном сокращении трудозатрат на строительной площадке; в сокращении в 2—3 раза сроков строительства; в реальной возможности уменьшения стоимости строительства в первую очередь за счет интенсификации заводского производства, снижения вдвое накладных расходов по сравнению с крупнопанельным домостроением (с 13,6 до 6,8%).

Не противопоставляя объемно-блочное домостроение другим видам индустриального строительства, научно-исследовательские, проектные и строительные организации должны организовать более широкое внедрение в массовое строительство объемных блоков, что является одним из резервов значительного повышения эффективности капитальных вложений.

От редакции. В публикуемой ниже подборке статей отражены трудности, возникающие при освоении объемно-блочного домостроения. Однако такие трудности сопутствуют освоению каждого нового направления в строительстве.