

**ИСПЫТАНИЯ
СБОРНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ**

ИСПЫТАНИЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Допущено
Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебного пособия
для студентов
строительных специальностей
высших учебных заведений



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1980

ББК 38.53
И88
УДК 620.1:624.012.35/46

Рецензенты:

кафедра железобетонных конструкций Воронежского инженерно-строительного института (и. о. зав. кафедрой — канд. техн. наук, доц. В. А. Осипов); Н. М. Колоколов — докт. техн. наук, проф. (ЦНИИС Минтрансстроя)

Испытания сборных железобетонных конструкций:
И88 Учебное пособие для студентов вузов/ Комар А. Г., Дубровин Е. Н., Кержнеренко Б. С., Заленский В. С. — М.: Высш. школа, 1980. — 269 с., ил.

В пер.: 85 к.

В книге рассматриваются статические испытания сборных железобетонных конструкций. Приводятся основные данные по видам оборудования, измерительных приборов и аппаратуры; излагаются методы измерений и обработки результатов опытных данных.

Значительное место занимают примеры проведения испытаний элементов и узлов сборных конструкций зданий и сооружений. Особое внимание уделено охране труда при испытаниях конструкций.

Предназначается для студентов строительных специальностей вузов, а также может быть использовано инженерно-техническими работниками.

И $\frac{30209-314}{001(01)-80}$ 111—80

3203000000

6С3
ББК 38.53

© Издательство «Высшая школа», 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Применение сборных железобетонных конструкций в значительной степени способствует дальнейшему совершенствованию и развитию капитального строительства, повышению эффективности капитальных вложений, сокращению продолжительности сооружения объектов, улучшению качества и снижению себестоимости строительства. Проведение натурных испытаний сооружений и отдельных конструкций позволяет получить достаточные знания о действительной их работе под нагрузкой.

При подготовке книги было обращено внимание на необходимость ознакомления студентов с проведением испытаний элементов сборных железобетонных конструкций в лабораториях проектных и научно-исследовательских организаций, а также в производственных условиях.

В учебном пособии приведен материал о номенклатуре сборных типовых железобетонных конструкций, рекомендуемых для зданий и сооружений промышленного, гражданского и сельскохозяйственного назначения в соответствии с требованиями СНиПа.

Значительное внимание в работе уделено методике проведения и анализа результатов испытаний конкретных сборных железобетонных конструкций и узлов их сопряжения.

Испытания железобетонных конструкций динамическими нагрузками в настоящей книге не рассматриваются.

Коллектив авторов благодарит рецензентов за ценные замечания, сделанные при просмотре рукописи.

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяют большое внимание капитальному строительству в нашей стране, ставшему крупной отраслью материального производства.

В Программе Коммунистической партии Советского Союза отмечается: «Огромные масштабы капитального строительства требуют быстрого развития и технического совершенствования строительной индустрии и промышленности строительных материалов до уровня, обеспечивающего потребности народного хозяйства, максимального сокращения сроков, снижения стоимости и улучшения качества строительства путем последовательной индустриализации, быстрейшего завершения перехода на возведение полносборных зданий и сооружений по типовым проектам из крупноразмерных конструкций и элементов промышленного производства».

Капитальное строительство, оказывая большое влияние на ускорение технического прогресса, является важным фактором претворения в жизнь достижений науки и техники во всех отраслях народного хозяйства. В настоящее время ведущую роль в капитальном строительстве в СССР занимает сборный железобетон. По общему производству сборных железобетонных конструкций наша страна занимает первое место в мире. Производство сборного железобетона в СССР в 1978 г. достигло 122 млн. м³.

Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы, утвержденными XXV съездом КПСС, предусмотрено существенное сокращение сроков строительства, расширение и реконструкция предприятий и объектов путем концентрации капитальных вложений, материальных и трудовых ресурсов, повышение уровня индустриализации и совершенствования организации строительного производства. Существенно увеличивается выпуск укрупненных и облегченных строительных конструкций заводского изготовления, что повысит уровень индустриализации строительного производства и обеспечит в значительной мере сокращение сроков строительства. В текущем пятилетии особое внимание уделяется вопросам улучшения качества всех видов выпускаемой продукции, в том числе и сборных железобетонных конструкций.

Улучшение физико-механических свойств железобетона, повышение его прочностных характеристик способствуют совершенствованию конструкций и форм зданий и сооружений. Применение бетонов марок 400—600 и высокопрочных сталей привело к созданию

более легких конструкций зданий с тонкими элементами, в частности плит и оболочек. Однако, чтобы избежать появления серьезных дефектов в процессе возведения и эксплуатации таких зданий, расчеты их должны основываться на реальных расчетных схемах. Приближенные методы расчета не отражают реальной работы конструкции, в результате этого отдельные элементы имеют излишние запасы прочности, а в некоторых частях конструкции появляются дефекты.

В связи с этим наиболее прогрессивное направление расчета отдельных конструкций, а также зданий и сооружений в целом основано на расчетных схемах, принимаемых без искажения реальной конструкции. Использование ЭВМ позволяет более глубоко проводить научные исследования: учитывать физические свойства материалов, взаимодействия отдельных элементов и характер их работы.

Очевидно, что такой подход к решению сложных инженерных задач не может ограничиваться одним лишь теоретическим путем, а должен быть основан на проверенных экспериментальных данных. Как правило, эксперимент выявляет недостатки теории, отражая фактическое распределение деформаций в различных элементах конструкций как в стадии упругой работы, так и при развитии трещин.

Исследование работы конструкции в натуре, являющееся завершающим этапом проверки принятых в расчете предпосылок, вылилось в самостоятельную отрасль — испытание строительных конструкций и сооружений. Испытания и исследования строительных конструкций в настоящее время вышли за рамки лабораторного научного эксперимента и стали составной частью практической деятельности инженеров-строителей различного профиля.

Испытания конструкций проводят как неразрушающими, так и разрушающими методами. При разрушающих методах проводят выборочные испытания до разрушения образцов, отобранных из партии конструкций, выпускаемых заводом; количество разрушаемых элементов достигает почти 1% всей производимой продукции. Дальнейшее увеличение производства сборного железобетона и научно-технический прогресс требуют разработки и более широкого внедрения неразрушающих методов контроля выпускаемой продукции.

Для решения конкретных задач, связанных с надежностью и долговечностью железобетонных конструкций массового изготовления, существенное значение имеет система контроля качества продукции на заводах сборного железобетона с помощью методов и приборов, неразрушающего контроля — ультразвукового, рентгеновского, радиометрического и приборов механического действия.

Исследование новых типов конструкций и сооружений, корректировку принятой расчетной схемы и определение напряженно-деформированного состояния обычно проводят в лабораторных условиях на моделях. Для уточнения расчетной схемы, характера трещинообразования и вида разрушения испытывают мелкоразмер-

ные модели из железобетона в 1/20—1/10 натуральной величины. Для установления напряженно-деформированного состояния конструкции испытывают модели из прозрачных оптически-активных материалов методом фотоупругости. И, наконец, для выявления действительной работы и напряженно-деформированного состояния испытывают крупномасштабные модели в 1/3—1/5 натуральной величины.

Для получения данных о деформациях (перемещениях), возникающих в конструкции при ее статическом испытании, используют различные измерительные приборы. Назначение этих приборов: измерение перемещений, взаимных сдвигов, углов поворота, давления и т. д. В ряде случаев эти приборы, а также прессы и испытательные машины имеют градуировку шкал во внесистемных единицах, поэтому в книге часто приводятся числовые значения в единицах системы СИ и МКГСС. Перевод единиц из одной системы в другую выполнен с незначительными округлениями переводных коэффициентов ($0,102 \approx 0,1$; $9,81 \approx 10$).

Соотношения между единицами системы СИ и внесистемными единицами следующие: сила, вес — $1 \text{ Н} = 0,102 \text{ кгс}$, $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$; давление, нормальное напряжение, модуль продольной упругости — $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 0,102 \text{ кгс/м}^2$, $1 \text{ МПа} = 10,2 \text{ кгс/см}^2$, $1 \text{ кгс/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$.

Большие работы по теоретическим исследованиям и испытанию строительных конструкций проводили и проводят советские ученые Н. С. Стрелецкий, Е. О. Патон, Ю. А. Нилендер, Н. Н. Аистов, А. А. Гвоздев, К. И. Безухов, И. Л. Корчинский, К. С. Завриев, Б. В. Якубовский, В. И. Красиков, Н. Н. Давиденков, Н. Н. Максимов, А. М. Емельянов, С. А. Душечкин, В. И. Крыжановский, Р. И. Аронов и многие другие.

Большой объем работ по созданию и совершенствованию методов испытания сборных железобетонных конструкций выполнен в таких организациях, как ВНИИжелезобетон, НИИЖБ Госстроя СССР, ЛКВИА им. Можайского, ЦНИИОМТП Госстроя СССР, ЛенЗНИИЭП, ЦНИИСК им. Кучеренко В. А., ТБИЛНИИСМ, ЦНИЛ Главкиевгорстроя, ЦНИИЭПжилища, МНИИТЭП и других, материалы которых использовались при составлении настоящего учебного пособия.

Глава I

СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ВИДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ

§ 1. НОМЕНКЛАТУРА СБОРНЫХ ТИПОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время основным видом строительства стало высокоиндустриальное строительное производство. Оно может развиваться и быть высокопроизводительным, если будет основано на принципах типизации, унификации и стандартизации.

За период своего развития индустриальные методы строительства прошли большой путь от применения отдельных готовых изделий и деталей до возведения полносборных зданий из изделий с высокой степенью заводской готовности.

Каталоги железобетонных и бетонных изделий, рекомендуемых для применения в строительстве, включают сведения по номенклатуре для зданий и сооружений промышленного, гражданского, сельскохозяйственного назначения и других объектов.

Номенклатура основных унифицированных сборных железобетонных изделий предназначена для применения при проектировании полносборных зданий различного назначения — промышленных, жилых, общественных и сельскохозяйственных, соответствующих рекомендациям СНиПа. Эта номенклатура обеспечивает возможность комплексного строительства всех необходимых типов зданий в соответствии с принятыми габаритными схемами: крупнопанельных жилых домов с шагом поперечных несущих стен 6 м (3 м) при ширине здания в пределах 9—12 м; каркасно-панельных городских общественных зданий с сеткой колонн 6×6 м; многоэтажных производственных и вспомогательных зданий с сеткой колонн 6×6 м или 6×9 м; одноэтажных производственных зданий и залов общественного назначения с продольным шагом колонн 6 м и 12 м и с поперечным шагом от 12 до 30 м; сельских общественных зданий с сеткой колонн 3×6 м.

В номенклатуре установлены типоразмеры изделий, т. е. геометрические размеры, предельные расчетные нагрузки и отдельные требования к конструкциям, необходимые для определения области их применения. Марки изделий с уточнением сечения, материала, армирования, размещения закладных деталей и т. д. устанавливаются на стадии рабочих чертежей типовых проектов. Для несущих конструкций перекрытий в номенклатуре указаны предельные расчетные нагрузки без учета собственной массы изделия, что обеспечивает взаимозаменяемость изделий, различающихся по сечению,

наличию или отсутствию пустот, их форме и другим конструктивным признакам.

Изделия для ограждающих конструкций определены в номенклатуре двумя размерами — высотой и шириной стеновой панели. Толщина панели определяется в зависимости от материала, условий теплозащиты, звукоизоляции и др.

Вопросы типизации и стандартизации в строительстве получили значительное развитие в практике московских строительных организаций, чему способствовали большие объемы строительно-монтажных работ и наличие производственно-технической базы индустриального производства. Максимальная типизация и стандартизация строительных элементов и деталей нашла отражение в номенклатуре унифицированных индустриальных изделий для строительства жилых домов в Москве, разработанной Московским научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования и управлением по проектированию жилищно-гражданского и коммунального строительства. В каталоге индустриальных изделий для Москвы содержится номенклатура изделий, обеспечивающих индустриализацию строительства как панельных, так и каркасных зданий.

Обычно в номенклатуре предусмотрены следующие изделия: фундаменты стаканного типа, блоки ленточных фундаментов, сваи, фундаментные балки, а также подвальные и цокольно-подвальные панели; колонны, плиты покрытий и перекрытий (с гладкой и ребристой нижней поверхностью), наружные и внутренние стеновые панели; лестничные марши, площадки, балки и др.; прочие конструкции — элементы лестниц, карнизные плиты, элементы пола для зданий различного назначения.

На территории промышленных объектов (заводов, комбинатов, животноводческих комплексов и т. п.) помимо зданий производственного, жилого, административно-бытового назначения размещаются инженерные сооружения (путепроводы, тоннели, подземные каналы, дороги, водонапорные башни, бункера, подпорные стенки).

В номенклатуру инженерных сооружений входят следующие изделия: трапециевидные ребристые панели, фундаментные плиты; колонны, контрфорсы, стеновые плиты, панели; конструкции — кольцевые балки, балки перекрытия; стеновые панели и плиты; опоры контактной сети, шпалы, дорожные и тротуарные плиты, бортовые камни, трубы, лотки и др. Как видно, изделия инженерных сооружений по номенклатуре и принципиальным конструктивным решениям мало отличаются от изделий промышленных, гражданских и жилых зданий.

Изделия промышленного и гражданского строительства. Железобетонные и бетонные изделия для сборных конструкций фундаментов и частей зданий, располагаемых ниже уровня пола первого этажа, изготовляют из тяжелого бетона не менее М150, а сваи и фундаментные балки — не менее М200.

Фундаментные плиты (табл. 1) служат для передачи нагрузок от зданий и сооружений на основание. Они имеют прямоугольное или трапециевидное поперечное сечение шириной от 600 до 3200 мм и высотой 300—500 мм. Длина фундаментных плит составляет от 780 до 2380 мм. Плиты армированы стальной сеткой и каркасами из стали классов А-III и А-I.

Таблица 1

Номенклатура фундаментных плит и расход материалов

Марка плиты	Длина плиты, м	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса плиты, т
				бетона, м³	стали, кг	
Ф10	2,38	100×30	150	0,608	7,7	1,52
Ф20	1,18	200×50	150	0,975	14,8	2,44
Ф32	0,78	320×50	150	1,6	39,5	4,00

Примечание. Индексы в марке плиты Ф10 обозначают: Ф — тип конструкции (фундаментная плита); 10 — ширина балки, мм.

Фундаментные блоки (табл. 2) изготовляют обычно длиной от 780 до 2380 мм. Они имеют прямоугольное поперечное сечение шириной 300—600 мм и высотой 280 и 580 мм. На торцовых сторонах блоков находятся пазы для заполнения раствором или бетоном вертикальных швов при монтаже фундаментов. Блоки армируются закладными монтажными элементами из стали класса А-I. Применяют фундаментные блоки при кладке фундаментов и стен подвальных помещений.

Таблица 2

Номенклатура блоков стен подвала и расход материалов

Марка блока	Длина блока, м	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса блока, т
				бетона, м³	стали, кг	
ФС4	2,38	40×58	100	0,543	1,46	1,3
ФС6п	2,38	60×58	150	0,583	1,46	1,4

Примечание. Индексы в марке блока ФС6п обозначают: ФС — тип конструкции (фундаментный стеновой блок); 6 — ширина блока, мм; п — блок с пустотами.

Фундаментные подушки предназначены для устройства фундаментов под колонны каркасных зданий. Они имеют прямоугольную, часто квадратную форму в плане с размерами: 1800×

×1800; 2000×2000; 2400×2800; 3200×1200 мм. Высота их обычно составляет 300 мм. Армированы каркасами из стали класса А-III. Масса подушек достигает 3 т. При больших передаваемых нагрузках вместо фундаментных подушек используют фундаментные траверсы высотой до 600 мм и массой до 3,2 т.

Башмаки (стаканы) под колонны передают нагрузки от колонн каркаса на основание через фундаментные подушки. Армируются каркасами из стали классов А-III и А-I. В табл. 3 приведены данные по некоторым маркам фундаментов.

Таблица 3

Номенклатура фундаментов и расход материалов

Марка изделия	Длина, м	Ширина, см	Высота, см	Марка бетона	Расход материалов		Масса, т
					бетона, м³	стали, кг	
Ф13	1,3	130	90	150	1,02	44,63	2,60
Ф20	2,0	200	90	150	2,07	83,77	5,20
ФК10	1,0	100	100	150	0,52	23,56	1,30
БК14	1,4	140	70	300	0,92	123,18	2,30

Примечание. Индексы в марках изделия обозначают: Ф, ФК — фундамент под колонну; БК — башмак колонны; цифра — размер стороны подошвы, дм.

Фундаментные балки (табл. 4) служат для передачи нагрузок от элементов ограждения на башмаки колонн. Имеют трапециевидное поперечное сечение высотой от 300 до 450 мм. Армированы продольной арматурой из стали класса А-III и поперечной — из стали класса А-I.

Таблица 4

Номенклатура фундаментных балок и расход материалов

Марка балки	Длина балки, м	Марка бетона	Расход материалов		Масса балки, т
			бетона, м³	стали, кг	
ФБ6-1	5,95	200	0,62	48	1,6
ФБ6-22	4,30	300	0,51	45	1,3
ФБ6-35	5,95	300	0,89	129	2,2
ФБ6-41	5,05	200	0,27	22	0,7
ФБ6-49	4,30	200	0,3	20	0,8

Примечание. Индексы в марке балки ФБ6-1 обозначают: ФБ — тип конструкции — фундаментная балка; первая цифра — шаг колонн, м; последующие — порядковый номер балки.

При сооружении свайных фундаментов в сжимаемых грунтах, а также в пластично-мерзлых грунтах с температурой выше минус 0,5° С применяют сплошные сваи квадратного сечения с

ненапрягаемой и напрягаемой арматурой. Длина свай составляет от 4,5 до 20 м. Продольная арматура для свай длиной до 8 м с ненапрягаемой арматурой выполняется из круглой горячекатаной стали гладкого профиля класса А-I; для свай длиной более 8 м — из круглой горячекатаной стали периодического профиля класса А-I. Продольная арматура свай с напрягаемой арматурой выполняется из горячекатаной стали периодического профиля класса А-IV, из высокопрочной проволоки периодического профиля класса Вр-II или из семипроволочных прядей класса П-7. В табл. 5 приведены данные по некоторым маркам свай.

Таблица 5

Номенклатура свай и расход материалов

Марка свай	Длина квадратной части свай, м	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса свай, т
				бетона, м³	стали, кг	
СУ4,5-25	4,5	25×25	200	0,29	25,0	0,72
СУ8-30	8,0	30×30	200	0,73	43,5	1,84
С10-30	10,0	30×30	300	0,91	65,4	2,29
С16-40	16,0	40×40	300	2,58	290,3	6,45
СН9-30	9,0	30×30	300	0,82	40,6	2,06
СН20-40	20,0	40×40	400	3,22	458,9	8,05
СНпр5-25	5,0	25×25	300	0,32	14,0	0,80
СНпр20-25	20,0	35×35	400	2,47	202,4	6,18
СНп12-30	12,0	30×30	300	1,09	38,8	2,74
СНп20-40	20,0	40×40	400	3,22	228,6	8,05

Примечание. Индексы в марках свай обозначают: С — нетрещиностойкая свая со стержневой ненапрягаемой арматурой; СУ — трещиностойкая свая со стержневой ненапрягаемой арматурой; СН — свая с напрягаемой стержневой арматурой; СНпр — свая с напрягаемой проволочной арматурой; СНп — свая с прядевой арматурой; первая цифра — длина свай, м; вторая — сторона поперечного сечения, см.

При сооружении свайных фундаментов в песках, супесях, суглинках и глинах применяют сваи квадратного сечения с центрально-напрягаемой арматурой. Сваи изготавливаются длиной от 4,5 до 9 м. Эти сваи имеют обозначения: СЦ — свая центрально-армированная предварительно напряженной арматурой класса А-IV; СЦт — свая центрально-армированная стержневой термически упрочненной арматурой класса Ат-V; СЦпр — свая центрально-армированная арматурой из высокопрочной проволоки СЦп — свая центрально-армированная семипроволочными прядями (например, СЦп9-30).

Колонны часто имеют прямоугольное поперечное сечение. Многие типы колонн, входящие в номенклатуру промышленных изделий, имеют различные конструктивные особенности, например колонны средних и крайних рядов, колонны первых и верхних этажей, колонны каркасов различной высоты этажей, а также колонны для пролетов зданий, оборудованных мостовыми кранами и

без них. Колонны изготовляют одно- и двухконсольными, бесконсольными, сплошными и решетчатыми (двухветвевыми).

При сооружении одноэтажных зданий с пролетами 18 и 24 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 10 и 20 т, с шагом крайних колонн 6 м, а средних 6 и 12 м применяют колонны, по некоторым маркам которых в табл. 6 приведены данные основных характеристик.

Рабочая арматура колонн выполняется из стали класса А-III, хомуты — из стали класса А-I.

Таблица 6

Номенклатура колонн для одноэтажных зданий и расход материалов

Марка колонны	Шаг колонны, м	Высота колонны, м	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса колонны, т
					бетона, м³	стали, кг	
КП-2	6	9,4	60×40	200	2,10	275	5,3
КП-40	12	11,1	80×50	300	4,97	558	12,4
КПVI-140	6	11,8	80×40	200	4,05	666	10,1
КДП-22	12	15,1	140×60	400	7,15	1057	17,9

Примечание. Индексы, входящие в марку колонн, обозначают тип конструкции: КП — колонна прямоугольного сечения; КД — колонна двухветвевая; римские цифры — номер выпуска; арабские цифры — порядковый номер колонн.

Ригели (табл. 7) служат для передачи нагрузок от плит перекрытий на колонны. Поперечное сечение ригелей может быть прямоугольным и тавровым с полками для опирания плит. Нижняя рабочая арматура часто подвергается предварительному натяжению. В большинстве случаев используется стержневая горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса А-IIIв. Ненапрягаемая продольная и поперечная арматура выполняется в виде арматурных каркасов. Длина ригелей составляет от 0,78 до 8,48 м.

Таблица 7

Номенклатура ригелей и расход материалов

Марка ригеля	Длина, мм	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса ригеля, т	Расчетная нагрузка на ригель, т/м
				бетона, м³	стали, кг		
P2-72-56	5560	40×45	400	0,77	165,55	1,95	7200
P-40-26	2560	30×45	400	0,29	32,04	0,70	4000
P2-52-57	5660	40×45	400	0,78	134,90	1,95	5200

Примечание. Индексы в марках ригеля обозначают: Р — ригель; индекс 2 при букве Р — наличие двух полок; две последующие цифры — несущую способность, ц; последние две цифры — длину ригеля, дм.

Балки служат для перекрытия пролетов зданий и сооружений. Изготавливают балки с напрягаемой и с ненапрягаемой арматурой из бетона марок 300—500. Поперечное сечение балок может быть прямоугольным, тавровым и двутавровым. Длина балок устанавливается в соответствии с унифицированной сеткой колонн — 12, 18 и 24 м. Различают балки сплошные и решетчатые для плоских, односкатных и двускатных покрытий.

Ненапрягаемая арматура изготавливается из стали классов А-III, А-I и В-I. Напрягаемая арматура может выполняться из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм класса Вр-II, из семипроволочных прядей диаметром 15 мм класса П-7; из стержневой арматуры классов А-IV, А-IIIв и из термически упрочненной стали классов Ат-V и Ат-VI.

Масса предварительно напряженных балок пролетом 12 м составляет 4,5—5 т; пролетом 18 м — 8,5—12,1 т. В табл. 8 приведены основные данные по предварительно напряженным балкам для пролетов 12 м.

Таблица 8

Номенклатура балок и расход материалов

Марка балки	Длина балки, мм	Наибольшие размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса балки, т
				бетона, м³	стали, кг	
1Б012-1В	11960	28×89	400	1,8	176	4,5
2БПЭ12-5А-IIIВ	11960	28×89	500	2,0	402	5,0
1БП12-2Ат-V	11960	28×89	400	1,8	243	4,5
2БДР-7П	11960	20×139	500	2,17	337	5,4

Примечание. Индексы в марках балки обозначают: цифры в начале марки — типоразмер опалубки; первые буквы — тип конструкции (БО — балка для односкатных покрытий; БП — балка для плоских покрытий; БДР — балка двускатная решетчатая); следующие цифры обозначают перекрываемый балкой пролет, м; цифры после тире — порядковый номер балки по несущей способности; следующий индекс — вид напрягаемой арматуры (В — высокопрочная проволока; А, Ат — стержни; П — проволочные пряди); индекс Э в марке указывает, что натяжение арматуры производится электротермическим способом.

Фермы используют в качестве несущих элементов покрытий. Изготавливают их цельными и составными. В номенклатуру включены безраскосные и сегментные стропильные фермы пролетами 18 и 24 м, а также подстропильные фермы, предназначенные для опирания железобетонных строительных ферм. Изготавливают фермы из бетонов М400 и 500. Напряженное армирование выполняют стержневой арматурой периодического профиля из стали класса А-IIIВ, из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм класса Вр-II и из семипроволочных прядей диаметром 9 и 15 мм класса П-7.

В табл. 9 приведены основные данные по некоторым предварительно напряженным стропильным и подстропильным фермам.

Номенклатура ферм и расход материалов

Марка ферм	Длина ферм, мм	Наибольшие поперечные размеры, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса фермы, т
				бетона, м³	стали, кг	
ФБ18II-5A-IV	17940	24×300	400	3,1	547	7,7
ФБ24IV-9П	23940	28×330	400	5,7	994	14,2
ФСМ24II-4В	23940	25×332	400	4,47	753	11,2
ПФ-3AIV	11960	55×223	500	4,5	1000	11,3
ПФ-2ПК	11960	55×223	400	4,4	866	11,0

Примечание. Индексы в марках ферм обозначают: первые буквы — тип конструкции фермы (ФБ — ферма безраскосная; ФСМ — ферма сегментная; ПФ — подстропильная ферма); следующие цифры для стропильных ферм — перекрываемый фермой пролет, м; римские цифры после данных о пролете — типоразмер опалубки; цифры после тире — порядковый номер ферм по несущей способности; следующий индекс — вид напрягаемой арматуры (А — сталь периодического профиля класса А-IV; П — семипроволочные пряди; В — высокопрочная проволока); индекс К в конце марки подстропильных ферм указывает, что эти фермы предназначены для установки у торцов здания и у поперечных температурных швов.

Плиты покрытий для одноэтажных промышленных зданий изготовляют ребристыми, размерами 1,5×6 и 3×6 м. Толщина плит — 300 мм. Напрягаемую арматуру продольных ребер выполняют из арматурных стержней периодического профиля стали классов А-IIIв, А-IV, А-V, термически упрочненной стержневой стали классов Ат-IV, Ат-V, Ат-VI; из высокопрочной проволоки диаметром 5 мм класса Вр-II и из семипроволочных прядей класса П-7. Для ненапрягаемой арматуры используют стали классов А-III и В-I. Марка бетона 250—400. В табл. 10 приведены основные данные по некоторым предварительно напряженным плитам покрытий.

Таблица 10

Номенклатура плит и расход материалов

Марка плиты	Длина плиты, мм	Наибольшие размеры поперечного сечения, см×см	Толщина перекрытия, мм	Марка бетона	Расход материалов		Масса плиты, т
					бетона, м³	стали, кг	
ИП5-6	5950	149×40	50	400	0,95	164	2,4
ПАIV-3	5970	298×30	30	300	1,07	96	2,7

Примечание. Индексы в марках плит обозначают: ИП — индустриальная плита; ПА — плита; арабская цифра после букв — тип конструкции; римская цифра после букв — класс стали стержневой арматуры; цифра после тире — порядковый номер плиты по несущей способности.

Панели перекрытий и покрытий изготовляют ребристыми (размеры $0,75 \times 6$; $1,5 \times 6$ и 3×6 м, толщина 50 мм, высота ребер 200—400 мм), многпустотными (толщина 220 мм) и плоскими сплошными (толщина 160 мм). Многпустотные и сплошные панели (табл. 11) характеризуются планировочным модульным размером и шириной. Многпустотные панели планировочного модульного размера 3; 3,6; 4,2; 5,4; 6 и 6,6 м можно изготовлять шириной от 490 до 2990 мм. Плоские сплошные панели планировочного модульного размера 1,8 м изготовляют шириной, зависящей от планировочного модульного размера.

Таблица 11

Номенклатура панелей и расход материалов

Марка панели	Длина панели, м	Размеры поперечного сечения, см×см	Марка бетона	Расход материалов		Масса панели, т
				бетона, м³	стали, кг	
ПК8-58.12	5,76	119	200	0,815	41,35	2,04
ПК4,5-58.15	5,76	149	300	1,084	29,91	2,71
ПК8-28.12	2,76	119	200	0,4	11,26	1,00

Примечание. Индексы в марках панели обозначают: ПК — панель с круглыми пустотами; цифра после букв — группа расчетной равномерно распределенной нагрузки, кгс/м²; цифры после тире — приближенные размеры длины и ширины панели, дм.

Панели обычно изготовляют предварительно напряженными; армирование выполняют стержнями из стали классов А-IV и Ат-V или высокопрочной проволокой диаметром 5 мм класса Вр-II.

В случаях ненапряженного армирования применяют сетки и каркасы из стали класса А-III.

Стеновые панели (табл. 12) подразделяют на: панели наружных стен неотапливаемых зданий — из тяжелых и легких бетонов, а также крупнопористого бетона; панели наружных стен отапливаемых зданий — слоистые из тяжелого бетона с теплоизоляционным слоем и однослойные из ячеистого бетона, легкого бетона на пористых заполнителях и крупнопористого бетона; панели внутренних стен — из тяжелого или легкого бетона на пористых заполнителях, а также из ячеистого бетона; панели перегородок, изготовляемые из всех видов бетонов, армированных и неармированных. В качестве междуконнатных и несущих перегородок широко применяют гипсовые прокатные перегородки на всю ширину и высоту комнаты.

Панели наружных стен из тяжелого бетона изготовляют с утеплителем и сплошные. Первые состоят из железобетонной оболочки, которая заполняется теплоизоляционным бетоном (газо- или пенобетоном), фасадная сторона панелей облицовывается обычно керамической плиткой. Имеются также и другие разновидности па-

Номенклатура панелей и расход материалов

Марка панели	Объемная масса бетона, кг/м³	Расход материалов			Масса панели, т
		бетона, м³	раствора, м³	стали, кг	
<u>ПСЯ16</u> 0,9×6	700—800	0,85	—	98	0,8
<u>ПСЯ30</u> 1,8×6	700—800	3,21	—	111	3,0
<u>ПСЛ24</u> 1,8×6	900—1200	2,13	0,43	128	3,5

Примечание. Индексы в марках панели обозначают: П — панель; С — стеновая; Я — из ячеистых бетонов; Л — из легких бетонов; цифры в числителе — толщина панели, м; цифры в знаменателе — высота и длина панели, м.

нелей этого типа. Например, панели, состоящие из двух железобетонных оболочек с уложенным между ними слоем высококачественного утеплителя — шлаковой ваты, ячеистых бетонов, пено-керамзита и др.

Толщина несущих панелей наружных стен в зависимости от вида бетона и климатических условий составляет 16—40 см; площадь панели по фасаду достигает 12 м². Большинство панелей имеют в середине проемы, заполняемые на заводе оконными или дверными блоками.

Панели армируются пространственными сварными каркасами из стали классов А-II, А-III и В-I.

Стеновые блоки (табл. 13) можно изготавливать из легких бетонов М50 (керамзитобетон — $\gamma = 900 \div 1200$ кг/м³; аглопаритобетон — $\gamma = 1000 \div 1200$ кг/м³) или из автоклавных ячеистых бетонов М35 ($\gamma = 700 \div 800$ кг/м³). По своему строению блоки могут быть пустотелыми и сплошными, одно-, двух- или трехслойными. Снаружи блоки имеют декоративный слой, а с внутренней стороны покрываются слоем штукатурного раствора.

Блоки наружных стен подразделяют по конструктивным элементам стены на простеночные, угловые, подоконные, перемычечные, карнизные, цокольные.

Прочие изделия номенклатуры включают: лестницы, обвязочные балки, перемычки, различные архитектурные детали, ограды и т. д.

Перемычки предназначены для применения в каменных стенах над проемами. Перемычки имеют длину 3,5 и 5 м. Поперечные сечения перемычек составляют 200×290; 250×290; 380×290 и