

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра строительных технологий и конструкций

Д. В. ДОВЫДЕНКО

БЕЗРАСЧЕТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства и архитектуры
в качестве учебно-методического пособия
для студентов специальности 1-69 01 01 «Архитектура»*

Гомель 2019

УДК 624.012.45/46

ББК 38.53

Д13

Рецензент – заведующий кафедрой архитектуры и строительства
доктор архитектуры, профессор *И. Г. Малков* (БелГУТ).

Довыденко, Д. В.

Д13 Безрасчетное проектирование одноэтажного производственного здания из железобетонных конструкций : учеб.-метод. пособие / Д. В. Довыденко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 93 с.
ISBN 978-985-554-847-9

Изложены основы безрасчетного проектирования одноэтажного производственного здания без кранов и фонарей, выполненного из типовых сборных железобетонных конструкций. Рассмотрены вопросы согласования нормирования и систем измерения. В достаточном количестве представлены справочные материалы, позволяющие выполнить расчетно-графическую работу. Разобран пример подбора рядовых конструкций в рамках задания на проектирование.

Предназначено для студентов специальности «Архитектура». Может быть полезно в качестве ознакомительного материала и для будущих инженеро-строителей.

УДК 624.012.45/46

ББК 38.53

ISBN 978-985-554-847-9

© Довыденко Д. В., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Исходные данные на проектирование	5
2 Применяемая терминология	6
3 Плиты покрытия	8
3.1 Общие сведения.....	8
3.2 Порядок подбора рядовой плиты покрытия.....	28
4 Стропильные двускатные балки пролетами 12 и 18 м	29
4.1 Общие сведения.....	29
4.2 Порядок подбора стропильной двускатной решетчатой балки.....	34
5 Колонны для зданий без мостовых кранов	35
5.1 Общие сведения.....	35
5.2 Порядок подбора колонны для зданий без мостовых кранов.....	45
6 Панели стеновые	46
6.1 Общие сведения.....	46
6.2 Порядок подбора стеновых панелей.....	56
7 Фундаментные балки	59
7.1 Общие сведения.....	59
7.2 Порядок подбора фундаментных балок.....	65
8 Фундаменты	65
8.1 Общие сведения.....	65
8.2 Порядок подбора фундаментов.....	88
9 Оформление работы	92
Приложение А. Пример оформления чертежа	вкл.
Список литературы	93

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных критериев при строительстве промышленных зданий является время введения объекта в эксплуатацию, запуска технологических процессов и, как следствие, начало окупаемости вложенных затрат. Сократить общие сроки строительства можно за счет применения в конструкции здания исключительно типовых железобетонных элементов, которые либо имеются на складах заводов железобетонных изделий, либо их выпуск может быть налажен в кратчайшие сроки. Также значительно сокращается этап проектирования зданий и сооружений ввиду того, что типовые конструкции имеют гарантированные показатели несущей способности, проектная документация на изделия обладает полнотой информации, а также немаловажный фактор – проверка временем. В итоге работа инженера-проектировщика сводится к сбору информации о районе строительства, выделению данных о нагрузках на строящееся здание и последовательному сбору из «элементов конструктора» цельного строения.

Цель пособия – ознакомить студентов специальности 1-69 01 01 «Архитектура» с принципом безрасчетного проектирования одноэтажного производственного здания на примере многопролетного строения.

Ввиду ограниченности времени, отведенного на учебный процесс по дисциплине «Архитектурные конструкции», и невозможности повторить титанический труд авторов издания «Справочник проектировщика. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства» под редакцией *Г. И. Бердичевского* [1], в работе рассмотрен подбор только рядовых элементов.

Использованные в пособии выдержки из типовых серий приведены в качестве материала для выполнения расчетно-графической работы и могут не соответствовать применяемым на данный момент времени в реальном проектировании и строительстве на территории Республики Беларусь. Выбор данного справочного материала обусловлен взаимосвязанностью применяемой терминологии и классификации материалов.

За рамками данного пособия остаются особенности выбора тех или иных материалов, применяемых для изготовления железобетонных конструкций, защитных покрытий, особенности привязок элементов к осевой сетке, расположение связей в здании и многое другое, о чем можно узнать из упомянутого выше справочника проектировщика.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Исходные данные на проектирование того или иного здания на территории промышленного комплекса обусловлены протекающими технологическими процессами в требуемом здании.

На выбор применяемых строительных конструкций, их компоновку в готовом здании влияет множество факторов: класс ответственности; этажность и высота этажей; количество пролетов и их величина; сопряжение блоков здания и их протяженность; наличие административно-бытовых помещений; наличие и вид кранового оборудования; агрессивность и температура протекающих технологических процессов; наличие источников вибрации и шума и их расположение; транспортные механизмы, оборудование и конвейеры; наличие источника импульсного ударного воздействия; масса перемещаемых грузов; места поступления материалов, выхода готовой продукции, удаления отходов; вводы инженерных сетей; габариты технологического оборудования и готовых изделий; последовательность расположения рабочих мест; схема расстановки оборудования; ширина проходов и проездов; требования к освещению, вентиляции и температуре внутреннего воздуха; и многие другие факторы.

Для выполнения расчетно-графической работы будем использовать в качестве исходных данных для проектирования данные из выданного бланка типового задания преподавателем, где в соответствии с заданным шифром принимаются итоговые требования, предъявляемые к будущему зданию. Пример исходных данных приведен в таблице 1.1.

Т а б л и ц а 1.1 – Исходные данные для проектирования

Характеристики объекта строительства	Показатели
Длина здания, м	36
Пролет L , м	12
Количество пролетов	3
Шаг колонн B , м	6
Высота от пола до низа стропильной конструкции, м	6,6
Ветровой район	III
Снеговой район	II
Нормативное давление на основание R , тс/м ²	50
Глубина заложения подошвы фундамента, м	3,15
Толщина стеновых панелей, мм	200
<i>Примечания</i> 1 Нагрузка от кровельного покрытия – 0,8 кПа. 2 Стены выполняются панельные самонесущие, номинальная длина панели – 6,0 м, из ячеистого бетона, плотностью 800 кг/м ³ .	

2 ПРИМЕНЯЕМАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Прежде чем приступить непосредственно к проектированию, необходимо согласовать применяемые понятия в рассматриваемых типовых сериях.

1 Понятие «коэффициент перегрузки», обозначенный символом « n », на данный момент заменен на «коэффициент безопасности по нагрузке» и обозначается символом « γ_f ».

Данный коэффициент применяется для перевода нагрузки от нормативной к расчетной. При этом если в таблицах присутствует обозначение « $n = 1$ », то приведенные данные соответствуют **нормативной нагрузке**. Если использовано обозначение « $n > 1$ », то данные соответствуют **расчетной нагрузке**.

Ввиду того, что величины коэффициентов в старых и современных нормах не соответствуют, **приведенные в данном пособии значения коэффициентов вне скобок будут указаны в соответствии со старыми нормами расчета железобетонных конструкций**. Для сравнения в скобках будут приведены значения коэффициента безопасности по нагрузке, по ним расчет вестись не будет.

2 Понятие «тс» означает «тонна-сила», то есть физическое выражение массы объекта в одну тонну, 1000 килограмм. Наряду с «кгс» (килограмм-сила), «тс» являются единицами силы в системе единиц измерения МКГСС (система единиц измерения, в которой основными единицами являются метр, килограмм-сила и секунда; ее называют также технической системой единиц).

Применение именно данной системы измерения позволяет:

– получить простое и четкое представление о несущей способности конструкции;

– избежать погрешностей при переводе из системы измерений МКГСС в СИ (система единиц физических величин, современный вариант метрической системы).

Так, например, в точных расчетах принято, что тонна-сила (русское обозначение – тс; международное – *tf*) $1 \text{ тс} = 10^3 \text{ кгс} = 9806,65 \text{ Н} = 9,807 \text{ кН}$.

При выполнении инженерно-строительных расчетов зачастую прибегают к упрощению и используют $1 \text{ тс} = 10^3 \text{ кгс} = 10000,00 \text{ Н} = 10,000 \text{ кН}$, что в итоге приводит к повышению величины исходной нагрузки на $\frac{10,000 \hat{=} - 9,807 \hat{=} }{9,807 \hat{=} } \cdot 100 \% = 1,968 \%$. Поэтому в расчетах мы будем

использовать единицы измерения системы МКГСС.

Для перевода из СИ в МКГСС будем использовать следующую упрощенную зависимость:

$$1 \text{ Н} = 100,0 \text{ гс} = 0,1 \text{ кгс} = 0,0001 \text{ тс};$$

$$1 \text{ кН} = 100 \text{ кгс} = 0,1 \text{ тс}.$$

3 Используемые материалы для изготовления железобетонных конструкций, а именно соответствие классификаций материалов по ранее применяемым ГОСТам современным классам материалов, приведены в таблицах 2.1–2.3.

Т а б л и ц а 2.1 – **Ненапрягаемая арматура**

Класс арматуры по СНБ 5.03.01	Обозначение согласно изменению № 4 СНиП 2.03.01	Обозначение согласно СНиП 2.03.01	Документ, регламентирующий качество арматуры, по СНБ 5.03.01	Документ, регламентирующий качество арматуры, согласно настоящему изменению	Вид и профиль арматуры
S240	A240	A-I	ГОСТ 5781	СТБ 1704	Стержневая гладкая
–	A400	A-III	ГОСТ 5781	ГОСТ 5781	Стержневая периодического кольцевого профиля
		–	ГОСТ 10884 ТУ РБ 04778771.001 ТУ РБ 190266671.001	СТБ 1704	Стержневая периодического серповидного профиля
S500	A500	–	ГОСТ 0884 ТУ РБ 04778771.001 ТУ РБ 190266671.001	СТБ 1704	Стержневая периодического серповидного профиля
		–	ТУ РБ 400074854.025 ТУ ВУ 400074854.026	–	Стержневая периодического кольцевого профиля
		–	ТУ РБ 400074854.047	–	Стержневая гладкая
	Vp-I	Vp-I	ГОСТ 6727	СТБ 1704	Проволочная с вмятинами
B500	–	–	СТБ 1341	СТБ 1341	Проволочная гладкая

Т а б л и ц а 2.2 – **Напрягаемая арматура**

Класс арматуры по СНБ 5.03.01	Обозначение согласно изменению № 4 СНиП 2.03.01	Обозначение согласно СНиП 2.03.01	Документ, регламентирующий качество арматуры, по СНБ 5.03.01	Документ, регламентирующий качество арматуры, согласно настоящему изменению	Вид и профиль арматуры
S540	A400в	A-IIIв	–	СТБ 1701	Стержневая периодического кольцевого профиля
S800	A800	A-V	ГОСТ 5781 ТУ РБ 400074854.025	ГОСТ 5781	Стержневая периодического кольцевого профиля
–	–	–	ГОСТ 10884 ТУ РБ 400074854.001 ТУ РБ 400074854.037	СТБ 1706	Стержневая периодического серповидного профиля
S1200	A1200	A-VII	ГОСТ 10884 ТУ РБ 400074854.037	СТБ 1706	Стержневая периодического

					серповидного профиля
–	–	–	ТУ РБ 400074854.037	–	Стержневая периодического кольцевого профиля
S1400	–	–	–	СТБ 1706	Проволочная гладкая; проволочная с вмятинами
–	В-II	В-II	ГОСТ 7348	ГОСТ 7348	Проволочная гладкая
–	Вр-II	Вр-II	–	–	Проволочная с вмятинами
–	К-7	К-7	ГОСТ 13840	ГОСТ 13480	Канаты
–	К-19	К-19	ТУ 14-4-22	ТУ 14-4-22	Канаты

Т а б л и ц а 2.3 – **Бетон**

Марка бетона по прочности	Класс бетона по прочности (В) по СНиП	Класс бетона по прочности (С) по ТКП	Марка бетона по прочности	Класс бетона по прочности (В) по СНиП	Класс бетона по прочности (С) по ТКП
M50	B3,5	–	M450	B35	C ²⁸ / ₃₅
M75	B5	–	M500	–	C ³⁰ / ₃₇
M100	B7,5	–	M550	B40	C ³² / ₄₀
M150	B10	C ⁸ / ₁₀	M600	B45	C ³⁵ / ₄₅
M150	B12,5	C ¹⁰ / _{12,5}	M700	B50	C ⁴⁰ / ₅₀
M200	B15	C ¹² / ₁₅	M700	B55	C ⁴⁵ / ₅₅
M250	B20	C ¹⁶ / ₂₀	M800	B60	C ⁵⁰ / ₆₀
M300	B22,5	C ¹⁸ / _{22,5}	M900	B65	–
M350	B25	C ²⁰ / ₂₅	M900	B70	C ⁶⁰ / ₇₀
M350	B27,5	C ²² / _{27,5}	M1000	B75	C ⁶⁰ / ₇₅
M400	B30	C ²⁵ / ₃₀			

3 ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ

3.1 Общие сведения

Типовые железобетонные ребристые плиты покрытий массового применения имеют размеры 3×6 и 3×12 м. Разработаны также доборные плиты размером 1,5×6,0 м, которые используются в местах повышенных снеговых отложений у фонарей, в перепадах профиля покрытия в районах с весом снегового покрова свыше 150 кг/м². Эти плиты также находят применение в случаях, когда заводы по производству сборного железобетона не имеют оборудования для изготовления плит шириной 3 м или когда доставка на строительную площадку крупноразмерных плит сопряжена с большими транспортными затруднениями.

Плиты воспринимают нагрузку от кровли, снега, вентиляционных и других устройств и передают ее на несущие конструкции покрытий или на стены. Благодаря образованию жесткого диска они выполняют функции горизонтальных связей и обеспечивают пространственную работу каркаса здания при воздействии на него крановых, ветровых и других горизонтальных и вертикальных нагрузок. Плиты обеспечивают

устойчивость верхних сжатых поясов стропильных конструкций в плоскости покрытия и передают ветровую нагрузку с торцов здания на продольные ряды колонн; при определенных условиях они повышают несущую способность стропильных конструкций.

Плиты подразделяются на четыре типа: без проема в полке – ПГ; с проемом в полке для пропуска вентиляционной шахты или воздуховода крышного вентилятора – ПВ; с прямоугольными проемами на всей зоне между ребрами для участков легкобросываемой кровли над взрывоопасными помещениями цехов – ПЛ; с проемом в полке размером 2,6×2,7 м для устройства зенитного фонаря – ПФ.

Плиты, предназначенные для покрытий зданий с расчетной сейсмичностью 7–9 баллов, на наружных гранях продольных ребер имеют пазы для образования бетонных шпонок в швах между плитами.

В зданиях с неагрессивной средой, а также при слабоагрессивной и среднеагрессивной степенях воздействия газовой среды применяют плиты, изготовленные из тяжелого бетона. Плиты, изготовленные из бетона на пористых заполнителях, применяют в зданиях с неагрессивной средой.

На плиты с отверстиями могут быть установлены центробежные и осевые крышные вентиляторы. В зависимости от номера вентилятора и диаметра трубы вентиляционной шахты плиты изготавливаются с отверстием диаметром 400, 700, 1000 и 1450 мм. На плиту может быть установлен один вентилятор.

При выборе класса напрягаемой арматуры следует учитывать условия эксплуатации плит, агрессивность среды, температуру воздуха, характер нагрузки и др.

В местах крепления торцовых фахверковых колонн к верхнему поясу стропильной конструкции сварные швы, с помощью которых крепятся продольные ребра плит, необходимо проверять расчетом на величину реакции колонны от действия ветровой нагрузки, навесных стен и др.

Конструкция типовых плит рассчитана на применение в условиях воздействия отрицательных температур не ниже минус 40 °С и положительных – не выше 50 °С.

При использовании плит на открытом воздухе и в неотапливаемых зданиях в проектах должны быть назначены: марка бетона по морозостойкости, класс и марка стали для арматурных и закладных изделий. При этом за расчетную температуру наружного воздуха принимают среднюю температуру воздуха наиболее холодной пятидневки района строительства согласно СНиП. Марку бетона по морозостойкости, а также класс и марку стали назначают в соответствии с требованиями СНиП.

Плиты длиной 6 м. На типовые плиты размером 3×6 м утвержден и введен в действие с 1 июля 1978 г. государственный стандарт, разработанный в следующем составе: технические условия – ГОСТ 22701.0–77; показатели и армирование плит типа ПГ – ГОСТ 22701.1–77;

показатели и армирование плит типа ПВ – ГОСТ 22701.2–77; показатели и армирование плит типа ПЛ – ГОСТ 22701.3–77; показатели и армирование плит типа ПФ – ГОСТ 22701.4–77; арматурные изделия и закладные детали – ГОСТ 22701.5–77. В ГОСТ 22701.6–79, введенном в действие с 1 января 1980 г., разработаны чертежи плит размером 3×6 м под повышенные нагрузки (свыше 1000 кгс/м²), что позволит во многих случаях заменить ими плиты шириной 1,5 м, которые менее экономичны в сравнении с плитами шириной 3 м. Плиты под повышенные нагрузки отличаются от обычных большей толщиной полки (35 вместо 30 мм) и усиленным армированием; высота этих плит 305 мм.

Рабочие чертежи типовых плит размером 1,5×6,0 м разработаны в серии 1.465–7.

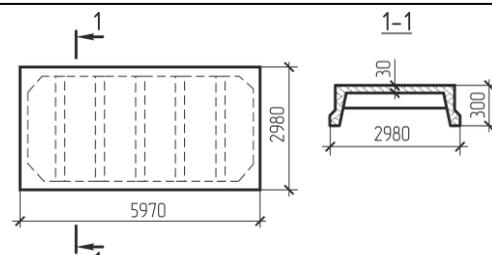
Ребристые плиты имеют П-образное поперечное сечение. Опалубочные размеры плит не зависят от вида напрягаемой арматуры, которая размещается только в продольных ребрах. В плитах шириной 3 м поперечные ребра расположены через 1000 мм, а в плитах шириной 1,5 м – через 1500 мм, толщина полки 30 и 35 мм.

Продольные и поперечные ребра рассчитаны как шарнирно-опертые балки таврового сечения.

В плитах предусмотрены закладные изделия для крепления парапетов и для крепления плит к несущим конструкциям покрытия у поперечных температурных швов и у торцов здания. При соответствующем обосновании в плитах допускается установка дополнительных закладных изделий.

Типоразмеры плит и их местоположение в покрытии приведены в таблице 3.1.

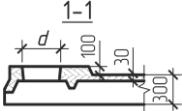
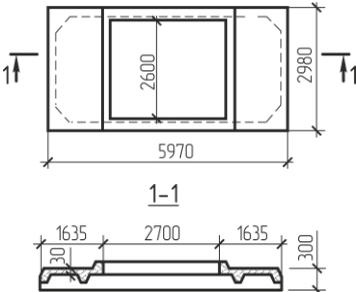
Таблица 3.1 – Типоразмеры плит длиной 6 м и их местоположение в покрытии

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса, т, из бетона		Местоположение плиты	
		тяжело го	легко го		
	Толщина полки 30 мм		На всех участках покрытия		
	1,07	2,7		2,4	
	Толщина полки 35 мм				
	1,15	2,9		–	

	0,62	1,5	–	На участках покрытий с повышенными отложениями снега, когда несущая способность плит шириной 3 м недостаточна
	0,7	1,8	1,4	На участках покрытий с легкосбрасываемой кровлей над взрывоопасными помещениями цехов

Окончание таблицы 3.1

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса, т, из бетона		Местоположение плиты
		тяжелого	легкого	
	$d = 400$ мм 1,31	3,3	2,9	В местах пропуска через покрытие вентиляционных шахт и воздухопроводов крышных вентиляторов
	$d = 700$ мм 1,28	3,2	2,8	
	$d = 1000$ мм 1,45	3,6	3,1	
	$d = 1450$ мм 1,37	3,4	2,9	
	$d = 400$ мм 0,78	2,0	–	В местах пропуска через по-
	$d = 700$ мм 0,76	1,9	–	

 <p style="text-align: center;">$d = 1000 \text{ мм}$</p>	0,72	1,8	–	крытис вентиляцион ных шахт и воздуховодов крышных вентиляторов, когда несущая способность плит шириной 3 м недостаточна
	0,91	2,3	2,0	На участках покрытия с зенитными фонарями

Бетон плит, предназначенных для эксплуатации в покрытиях зданий с агрессивной средой, должен быть нормальной плотности и слабоагрессивной; повышенной плотности – при среднеагрессивных степенях воздействия на плиты химически агрессивных газовых сред.

В качестве напрягаемой арматуры применяют:

а) в плитах высшей категории качества термически упрочненную арматуру классов Ат-VI и Ат-V, а также стержневую арматуру классов А-V, А-IV, Ат-IV, высокопрочную проволоку класса Вр-II и арматурные канаты класса К-7; в условиях воздействия агрессивной среды следует применять арматуру класса А-IV или термически упрочненную арматуру, стойкую против коррозионного растрескивания, класса Атп-V;

б) в плитах первой категории качества помимо арматурных сталей, указанных для плит высшего качества, допускается применение стержневой арматуры класса А-IIIв, упрочненной вытяжкой с контролем напряжения и предельного удлинения.

Для зданий с расчетной сейсмичностью 9 баллов не допускается применение арматурных канатов.

Монтажные петли должны изготавливаться из стержневой арматуры класса А-I марок ВСтЗпс2 и ВСтЗсп2 или класса Ас-II марки 10ГТ, при этом сталь марки ВСтЗпс2 можно использовать только в случаях, когда монтаж плит будет осуществляться при температуре не ниже минус 40 °С. Для изготовления закладных изделий применяют сталь С38/23. Марки сталей для

петель и закладных изделий должны быть оговорены в проекте здания в зависимости от конкретных условий.

В таблицах 3.2 и 3.3 приведены параметры и расход стали на рядовую плиту покрытия соответственно.

Т а б л и ц а 3.2 – Типоразмеры рядовой плиты покрытия размером 3×6 м

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса, т, из бетона		Местоположение плиты
		тяжело го	легко го	
	Толщина полки 30 мм			На всех участках покрытия
	1,07	2,7	2,4	
	Толщина полки 35 мм			
	1,15	2,9	–	

Т а б л и ц а 3.3 – Расход стали на плиты размером 3×6 м типа ПГ для нормальных эксплуатационных условий

В килограммах

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-I	А-I	А-III	Ст3	
ПГ-1Т, ПГ-1П	АТ-VI	10,6	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	64,1
	АТ-V	10,6	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	64,1
	А-V	10,6	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	64,1
	А-IV	14,6	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	68,1
	АТ-IV	14,6	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	68,1
	А-IIIв	19,0	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	72,5
	К-7	8,6	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	67,7
ПГ-2Т, ПГ-2П	Вр-II	7,2	14,0	29,9	2,2	4,0	3,4	60,7
	АТ-VI	14,6	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	76,6
	АТ-V	14,6	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	73,7
	А-V	14,6	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	73,7
	А-IV	19,0	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	78,1
	АТ-IV	19,0	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	78,1
	А-IIIв	24,0	19,6	29,9	2,2	4,0	3,4	83,1
ПГ-3Т,	К-7	13,4	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	84,8
	Вр-II	10,8	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	72,8
ПГ-3Т,	АТ-VI	19,0	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	90,4

ПГ-3П	АТ-V	19,0	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	81,0
	А-V	19,0	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	81,0
	А-IV	24,0	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	86,0
	АТ-IV	24,0	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	86,0
	А-IIIв	29,6	19,6	32,8	2,2	4,0	3,4	91,6
	К-7	17,2	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	99,3
	Вр-II	14,4	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	85,8
ПГ-4Т, ПГ-4П	АТ-VI	24,0	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	108,1
	АТ-V	24,0	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	95,4
	А-V	24,0	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	95,4
	А-IV	29,6	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	101,0
	АТ-IV	29,6	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	101,0
	А-IIIв	35,8	26,6	35,2	2,2	4,0	3,4	107,2
	К-7	26,8	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	127,2
ПГ-5Т	Вр-II	18,0	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	100,1
	АТ-VI	29,6	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	130,0
	АТ-V	29,6	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	111,7
	А-V	29,6	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	111,7
	А-IV	35,8	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	117,9
	АТ-IV	35,8	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	117,9
	А-IIIв	48,0	35,0	37,5	2,2	4,0	3,4	130,1
Вр-II	21,6	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	122,0	

Окончание таблицы 3.3

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-I	А-I	А-III	Ст3	
ПГ-6Т	АТ-V	38,0	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	138,4
	А-V	38,0	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	138,4
	А-IV	48,0	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	148,4
	АТ-IV	48,0	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	148,4
	А-IIIв	59,2	42,1	48,7	2,2	4,0	3,4	159,6
ПГ-7Т	АТ-V	38,0	42,1	41,2	2,2	4,0	3,4	130,9
	А-V	38,0	42,1	41,2	2,2	4,0	3,4	130,9
	А-IV	48,0	42,1	41,2	2,2	4,0	3,4	140,9
	АТ-IV	48,0	42,1	41,2	2,2	4,0	3,4	140,9
ПГ-8Т	АТ-V	38,0	59,1	42,1	2,2	4,0	3,4	148,8
	А-V	38,0	59,1	42,1	2,2	4,0	3,4	148,8
	А-IV	48,0	59,1	42,1	2,2	4,0	3,4	158,8
	АТ-IV	48,0	59,1	42,1	2,2	4,0	3,4	158,8
ПГ-9Т	АТ-V	48,0	55,5	49,5	2,2	4,0	3,4	162,6
	А-V	48,0	55,5	49,5	2,2	4,0	3,4	162,6
	А-IV	59,2	55,5	49,5	2,2	4,0	3,4	173,8
	АТ-IV	59,2	55,5	49,5	2,2	4,0	3,4	173,8

Примечание – Плиты марок ПГ-7Т, ПГ-8Т, ПГ-9Т имеют повышенную несущую

способность, которая определена при толщине полки 35 мм и высоте продольных ребер 305 мм.

В целях большей компактности справочного материала указаны условные марки плит, включающие буквенный индекс, характеризующий тип плиты, и цифровой индекс, обозначающий несущую способность плиты; другие индексы опущены. В проектах необходимо указывать полную марку. В стандарте на плиты размером 3×6 м установлен следующий порядок обозначения плит марками: указывается буквенный индекс типа плиты; после тире – порядковый номер плиты в зависимости от ее несущей способности (в порядке возрастания номеров увеличивается прочность плиты), класс напрягаемой арматуры и вид бетона (тяжелый – Т, на пористых заполнителях – П); после второго тире обозначаются дополнительные характеристики, связанные с особыми условиями применения плит; агрессивность среды учитывается введением индекса, характеризующего плотность бетона (для слабоагрессивной степени воздействия среды – Н, для среднеагрессивной – П); назначение плит для сейсмостойких зданий обозначается индексом С, наличие дополнительных закладных изделий, отверстий и т. п. – цифровыми индексами 1, 2, 3 и т. д. В марках плит с круглыми отверстиями типа ПВ первый буквенный индекс содержит цифру, обозначающую диаметр отверстий: 4, 7, 10, 14 соответственно для отверстий диаметром 400, 700, 1000 и 1450 мм.

Например, плита без отверстий в полке, второй несущей способности, с напрягаемой арматурой класса А-V, из тяжелого бетона, для здания с расчетной сейсмичностью 8 баллов, с закладными изделиями для соединения плит между собой с целью повышения несущей способности жесткого диска покрытия будет иметь марку ПГ-2АVT-C1, ГОСТ 22701.1–77, а такая же плита, но с отверстием 700 мм для установки на нее крышного вентилятора будет иметь марку ПВ7-2АVT-C1, ГОСТ 22701.1–77,

Чертежи плит размером 1,5×6 м серии 1.465-7 содержат прежнюю маркировку плит, например $\frac{\text{ПА-IV}}{1,5 \times 6} - 1$; дополнительные закладные изделия

в плитах отображаются буквенными индексами после цифры, характеризующей несущую способность; марка бетона по водонепроницаемости В-4 и В-6 обозначается соответственно К и КП $\left(\frac{\text{I} \text{ A-V}}{1,5 \times 6} - 1 \hat{\text{A}} - \hat{\text{E}} \right)$. Однако маркировка и этих плит в конкретных проектах зданий может быть принята в соответствии со структурой обозначения, принятой в указанных стандартах для плит размером 3×6 м.

Плиты длиной 12 м. Рабочие чертежи типовых ребристых плит, предназначенных для применения в покрытиях зданий с шагом несущих конструкций 12 м, разработаны в серии 1.465-3/80. Плиты имеют размер в плане 3×12 м и изготавливаются трех типоразмеров, причем второй и третий типоразмеры отличаются лишь толщиной полки (30 и 35 мм).

Для участков покрытий с дефлекторами, зонтами, крышными вентиляторами, зенитными фонарями и легкобросываемой кровлей в полке плит предусмотрены соответствующие отверстия.

Типоразмеры плит, их общий вид и рекомендуемое местоположение в покрытиях зданий приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Типоразмеры плит длиной 12 м и их местоположение в покрытии

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса плиты, т	Местоположение плиты
<i>Плиты первого типоразмера</i>			
	2,50	6,2	На всех участках покрытия в I–III районах по нормированию снегового покрова

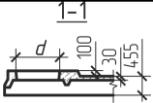
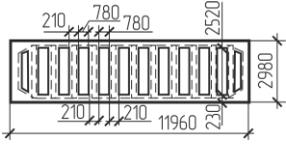
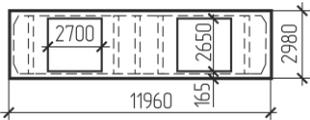
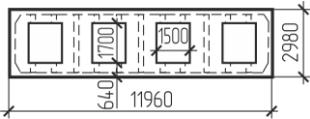
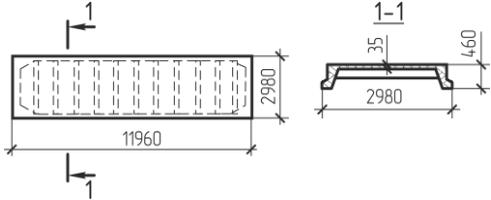
Продолжение таблицы 3.4

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса плиты, т	Местоположение плиты
	$d = 400$ мм 2,80 $d = 700$ мм 2,77	7,0 6,9	В местах пропуска через покрытие вентиляционных шахт и воздухопроводов крышных вентиляторов
	$d = 1000$ мм 2,70 $d = 1450$ мм 3,00	6,8 7,4	

	1,70	4,2	На участках покрытий с легко-сбрасываемой кровлей над взрывоопасными помещениями цехов
	2,0	5,0	Под зенитные фонари
	2,1	5,3	
<i>Плиты второго типоразмера</i>			
	5,96	7,4	На всех участках покрытия в III–V районах по нормированию снегового покрова, если несущая способность плит первого типоразмера недостаточна

Окончание таблицы 3.4

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса плиты, т	Местоположение плиты
	3,20	8,0	В местах пропуска через покрытие вентиляционных шахт и воздуховодов крышных вентиляторов
	3,17	7,9	
	3,31	8,3	
	3,22	8,0	

			
	2,30	5,8	На участках покрытий с легкосбрасываемой кровлей над взрывоопасным и помещениями цехов
	2,40	6,2	Под зенитные фонари
	2,57	6,4	
<i>Плиты третьего типоразмера</i>			
	3,15	7,9	На участках покрытия, где несущая способность плит второго типоразмера недостаточна; этот тип плит предусмотрен для полного исключения плит шириной 1,5 м

Плиты рассчитаны согласно СНИП. Опалубочные размеры плит не зависят от класса напрягаемой арматуры, которая предусмотрена только в продольных ребрах, поперечные ребра расположены через 1500 мм в первом типоразмере и 1000 мм во втором и третьем типоразмерах. Поперечные ребра армируют плоскими сварными каркасами, полку – сварной сеткой; арматурные изделия изготавливают из стали классов А-III, А-I, В-I.

В качестве напрягаемой арматуры применяют стержневую арматуру классов Ат-VI, Ат-V, Атп-V, А-V, А-IV, А-IIIв, высокопрочную проволоку класса Вр-II диаметром 5 мм и семипроволочные канаты класса К-7

диаметрами 12 и 15 мм. В химически агрессивной среде следует применять арматуру классов А-IIIв, А-IV и АП-V.

Монтажные петли должны изготавливаться из стержневой арматуры класса А-I марок ВСтЗпс2 и ВСтЗсп2 или класса Ас-II марки 10ГТ, при этом необходимо учитывать, что сталь марки ВСтЗпс2 можно использовать только в случаях, когда плиты монтируются при температуре не ниже минус 40 °С. Для изготовления закладных изделий применяют сталь класса С38/23.

Плиты изготавливают из тяжелого бетона марок М300–М600 и бетона на пористых заполнителях марок М300–М400 (керамзитобетон, аглопоритобетон, шлакобетон, пемзобетон). При слабоагрессивной степени воздействия газовой среды плиты изготавливают из тяжелого бетона нормальной плотности, при средне агрессивной – из тяжелого бетона повышенной плотности. Показатели плотности бетона должны соответствовать СНиП.

Предел огнестойкости плит 0,5 ч.

В плитах предусмотрены закладные изделия для крепления плит к несущим конструкциям покрытий, для крепления дефлекторов, зонтов, крышных вентиляторов; в плитах допускается установка дополнительных закладных изделий: для крепления коммуникационных систем, размещаемых в межферменном пространстве, подвесного транспорта, колоны продольного фахверка, соединения плит между собой в сейсмических районах и др.

Параметры рядовой плиты покрытия приведены в таблице 3.5, расход стали на плиты первого, второго и третьего типоразмеров приведен в таблицах 3.6 и 3.7 соответственно.

В таблицах указаны условные марки плит, содержащие лишь индексы, характеризующие типоразмер, несущую способность, вид бетона; опущены индексы, которые обозначают класс напрягаемой арматуры, плотность бетона, наличие дополнительных закладных изделий. Однако в проектах зданий следует указывать полную марку плит.

Продольные и поперечные ребра плит рассчитаны как шарнирно-опертые балки таврового сечения третьей категории трещиностойкости. Полка плит первого типоразмера рассчитана как защемленная по двум сторонам и шарнирно-опертая по двум другим сторонам пластинка; полка плит второго и третьего типоразмеров рассчитана по балочной схеме с защемленными концами.

Т а б л и ц а 3.5 – Типоразмеры рядовой плиты покрытия размером 3×12 м

Эскиз	Расход бетона, м ³	Масса плиты, т	Местоположение плиты
<i>Плиты первого типоразмера</i>			

	2,50	6,2	На всех участках покрытия в I–III районах по нормированию снегового покрова
<i>Плиты первого типоразмера</i>			
	5,96	7,4	На всех участках покрытия в III–V районах по нормированию снегового покрова, если несущая способность плит первого типоразмера недостаточна
<i>Плиты третьего типоразмера</i>			
	3,15	7,9	На участках покрытия, где несущая способность плит второго типоразмера недостаточна; этот тип плит предусмотрен для полного исключения плит шириной 1,5 м

Таблица 3.6 – Расход стали на плиты размером 3×12 м типа ПГ первого типоразмера для нормальных эксплуатационных условий

В килограммах

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-1	А-1	А-III	Ст3	
1ПГ-1Т, 1ПГ-1П	АТ-VI	48,0	30,2	59,1	8,0	5,6	11,6	162,5
	АТ-V	59,2	30,2	59,1	8,0	5,6	11,6	173,7
	А-V	59,2	30,2	59,1	8,0	5,6	11,6	173,7
	А-IV	71,6	30,2	64,3	8,0	5,6	11,6	191,3
	А-IIIв	92,4	30,2	69,9	8,0	5,6	11,6	217,7
	Вр-II	37,0	30,2	59,1	8,0	5,6	11,6	151,5
	К-7*	34,0	30,2	63,5	8,0	5,6	11,6	152,9

Окончание таблицы 3.6

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-1	А-1	А-III	Ст3	
1ПГ-2Т, 1ПГ-2П	Ат-VI	59,2	38,6	64,3	8,0	5,6	11,6	187,3
	Ат-V	71,6	38,6	64,3	8,0	5,6	11,6	199,7
	А-V	71,6	38,6	64,3	8,0	5,6	11,6	199,7
	А-IV	96,0	38,6	64,3	8,0	5,6	11,6	224,1
	А-IIIв	116,0	38,6	64,3	8,0	5,6	11,6	244,1
	Вр-II	44,4	30,2	64,3	8,0	5,6	11,6	164,1
	К-7*	51,0	38,6	71,3	8,0	5,6	11,6	187,9
1ПГ-3Т, 1ПГ-3П	Ат-VI	71,6	38,6	74,2	8,0	5,6	11,6	209,6
	Ат-V	86,0	38,6	68,7	8,0	5,6	11,6	218,5
	А-V	86,0	38,6	68,7	8,0	5,6	11,6	218,5
	А-IV	107,2	38,6	68,7	8,0	5,6	11,6	239,7
	А-IIIв	143,2	38,6	74,2	8,0	5,6	11,6	281,2
	Вр-II	51,8	38,6	68,7	8,0	5,6	11,6	184,3
	К-7*	53,6	38,6	73,1	8,0	5,6	11,6	190,5
1ПГ-4Т, 1ПГ-4П	Ат-VI*	86,0	49,4	74,2	8,0	5,6	11,6	234,8
	Ат-V	92,4	49,4	74,2	8,0	5,6	11,6	241,2
	А-V	96,0	49,4	74,2	8,0	5,6	11,6	244,8
	А-IV	118,4	49,4	74,2	8,0	5,6	11,6	267,2
	А-IIIв	184,0	51,0	74,2	8,0	5,6	11,6	314,4
	Вр-II	59,2	38,6	74,2	8,0	5,6	11,6	197,2
	К-7	68,0	49,4	78,6	8,0	5,6	11,6	221,2
1ПГ-5Т	Ат-VI	96,0	61,4	80,8	8,0	5,6	11,6	263,4
	Ат-V	107,2	49,4	79,6	8,0	5,6	11,6	261,4
	А-V	107,2	49,4	79,6	8,0	5,6	11,6	261,4
	А-IV	130,8	49,4	79,6	8,0	5,6	11,6	285,0
	А-IIIв	184,8	51,0	79,6	8,0	5,6	11,6	340,6
	Вр-II	66,6	49,4	74,2	8,0	5,6	11,6	215,4
	К-7	80,4	63,8	111,0	8,0	5,6	11,6	280,4
1ПГ-6Т	Ат-VI	118,4	61,4	104,6	8,0	5,6	11,6	309,6
	Ат-V	118,4	49,4	79,6	8,0	5,6	11,6	272,6
	А-V	118,4	49,4	79,6	8,0	5,6	11,6	272,6
	А-IV	143,2	50,2	85,2	8,0	5,6	11,6	303,8
	А-IIIв	208,4	63,0	104,6	8,0	5,6	11,6	401,2
	Вр-II	77,7	61,4	86,0	8,0	5,6	11,6	250,3
	К-7	107,2	74,0	118,0	8,0	5,6	11,6	324,4
1ПГ-7Т	Ат-V	143,3	61,4	104,6	8,0	5,6	11,6	334,4
	А-V	143,2	61,4	104,6	8,0	5,6	11,6	334,4
	А-IIIв	232,0	63,8	104,6	8,0	5,6	11,6	425,6
	Вр-II	88,8	61,4	104,6	8,0	5,6	11,6	280,0

*Плиты изготавливают только из тяжелого бетона.

В таблице канаты класса К-7 приняты диаметром 12 и 15 мм.

Таблица 3.7 – Расход стали на плиты размером 3×12 м типа ПГ второго и третьего типоразмеров для нормальных эксплуатационных условий

В килограммах

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-I	А-I	А-III	Ст3	
2ПГ-1Т, 2ПГ-1П	Ат-VI*	36,0	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	216,2
	Ат-V	92,4	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	222,6
	А-V	96,0	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	226,2
	А-IV	118,4	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	248,6
	А-IIIв	143,2	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	273,4
	Вр-II	59,2	40,8	60,6	10,4	5,2	14,4	190,6
	К-7	53,6	40,8	60,6	10,4	5,2	14,4	185,0
2ПГ-2Т, 2ПГ-2П	Ат-VI*	96,0	40,8	65,7	10,4	6,8	11,6	231,3
	Ат-V	118,4	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	267,0
	А-V	107,2	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	237,4
	А-IV	143,2	40,8	65,7	10,4	6,8	11,6	278,5
	А-IIIв	151,4	40,8	60,6	10,4	6,8	11,6	281,6
	Вр-II	70,3	51,8	68,0	10,4	5,2	14,4	220,1
	К-7	68,8	51,8	68,0	10,4	5,2	14,4	218,6
2ПГ-3Т, 2ПГ-3П	Ат-VI*	107,2	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	255,8
	Ат-V	130,8	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	279,4
	А-V	118,4	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	267,0
	А-IV	177,6	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	326,2
	А-IIIв	184,8	51,8	65,7	10,4	6,8	11,6	320,1
	Вр-II	81,4	51,8	68,0	10,4	5,2	14,4	231,2
	К-7	80,4	51,8	68,0	10,4	5,2	14,4	230,1
2ПГ-4Т, 2ПГ-4П	Ат-VI*	118,4	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	267,0
	Ат-V	143,2	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	291,8
	А-V	130,8	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	279,4
	А-IV	214,8	80,4 (55,4)	60,0 (77,6)	10,4	6,8	11,6	384,0 (376,6)
	А-IIIв	208,4	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	357,0
	Вр-II	92,5	80,4 (55,4)	60,0 (77,6)	10,4	5,2	14,4	262,9 (255,5)
	К-7*	103,2	94,2	60,0	10,4	5,2	14,4	287,4
2ПГ-5Т, 2ПГ-5П	Ат-VI*	130,8	94,2	60,0	10,4	6,8	11,6	313,8
	Ат-V*	164,0	94,2	60,0	10,4	6,8	11,6	347,0
	А-V	143,2	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	291,8
	А-IIIв	232,0	51,8	68,0	10,4	6,8	11,6	380,6
	Вр-II*	103,6	94,2	60,0	10,4	5,2	14,4	287,8

	К-7*	107,2	99,4	60,0	10,4	5,2	14,4	296,6
--	------	-------	------	------	------	-----	------	-------

Окончание таблицы 3.7

Условная марка плиты	Напрягаемая арматура		Ненапрягаемая арматура		Закладные изделия			Всего
	класс	расход	А-III	В-I	А-I	А-III	Ст3	
2ПГ-6Т	Ат-VI	164,0	117,2	65,7	10,4	6,8	11,6	375,7
	Ат-V	184,8	115,2	65,5	10,4	6,8	11,6	394,3
	А-V	177,6	94,2	60,0	10,4	6,8	11,6	360,6
	А-IIIв	267,4	94,2	60,0	10,4	6,8	11,6	450,4
	Вр-II	122,1	115,2	65,5	10,4	5,2	14,4	332,8
	К-7	141,4	129,5	52,2	10,4	5,2	14,4	353,1
2ПГ-7Т	Ат-VI	184,4	145,3	57,7	10,4	6,8	11,6	416,6
	Ат-V	256,4	145,3	57,7	10,4	6,8	11,6	488,2
	А-V	191,2	92,4	66,5	10,4	6,8	11,6	279,7
	А-IIIв	302,8	92,4	66,5	10,4	6,8	11,6	491,3
	Вр-II	133,2	117,2	65,7	10,4	5,2	14,4	346,1
	К-7	168,2	129,5	73,3	10,4	6,4	14,4	402,2
2ПГ-8Т	А-V	214,8	117,2	65,7	10,4	6,8	11,6	426,5
	А-IIIв	303,6	145,3	57,7	10,4	6,8	11,6	536,4
	Вр-II	144,3	129,5	52,2	10,4	5,2	14,4	356,0
3ПГ-8Т	Ат-VI	244,0	145,3	73,3	10,4	8,4	11,6	493,0
	Ат-V	277,2	145,3	73,3	10,4	8,4	11,6	526,2
3ПГ-9Т	А-V	214,8	145,3	52,2	10,4	8,4	11,6	442,7
	А-IIIв	418,8	145,3	73,3	10,4	8,4	11,6	667,8

Примечания
1 В таблице канаты класса К-7 приняты диаметром 12 и 15 мм.
2 В скобках указан расход стали на плиты, изготавливаемые из бетона на пористых заполнителях (для случаев, когда он отличается от плит из тяжелого бетона).
*Плиты изготавливают только из тяжелого бетона.

Сопряжение плит с несущими конструкциями осуществляется сваркой закладных изделий в соответствии с указаниями серии 2.460-2. Детали установки стаканов под крышные вентиляторы на плиты с отверстиями разработаны в серии 2.460-14, узлы пропуска через покрытие вытяжных вентиляционных шахт содержатся в серии 4.904-11; крепить вентиляторы к стаканам следует согласно указаниям серии 1.469-5. При использовании плит на участках с легкосбрасываемой кровлей учитывают рекомендации серии 1.400-11.

Мелкоразмерные плиты. В серии ПК-01-88 содержатся рабочие чертежи железобетонных ребристых плит размерами 3,0×0,5 и 1,5×0,5 м и плоских – размерами 0,75×0,5 и 0,6×0,4 м. Ребристые плиты обычно

укладывают по прогонам, а плоские используют у парапетов как доборные элементы при осевой привязке продольных стен 250 и 500 мм.

Плиты рассчитаны на следующие случаи загрузки: сосредоточенный груз 150 кгс в середине плиты; сосредоточенный груз 100 кгс и равномерно распределенная нагрузка от утеплителя и водно-изоляционного ковра; равномерно распределенная нагрузка от веса утеплителя, водно-изоляционного ковра и снега. Опирание плит должно быть не менее 50 мм. Марка бетона М200.

Применение плит в покрытиях зданий. Марку типовой плиты выбирают сопоставлением расчетных и нормативных нагрузок, которые будут воздействовать на плиту в конкретных условиях, с нагрузками, приведенными в таблицах 3.8, 3.9.

Таблица 3.8 – Нагрузки на плиты покрытия типа ПГ размером 3×6 м для нормальных эксплуатационных условий

Условная марка плиты	Коэффициент перегрузки	Равномерно распределенная нагрузка, кгс/м ² , без учета веса плит при напрягаемой арматуре класса					
		Ат-VI	Ат-V, А-V	Ат-IV, А-IV	А-Шв	Вр-II	К-7
ПГ-1Т	$n > 1$	225	185	185	185	185	295
ПГ-1П	$n = 1$	170	140	140	140	140	220
ПГ-2Т, ПГ-2П	$n > 1$	365	295	295	295	365	525
	$n = 1$	270	220	220	220	270	390
ПГ-3Т, ПГ-3П	$n > 1$	525	405	405	405	525	685
	$n = 1$	390	310	310	310	390	510
ПГ-4Т, ПГ-4П	$n > 1$	705	555	555	505	685	–
	$n = 1$	530	420	420	370	510	–
ПГ-5Т	$n > 1$	825	705	705	655	825	–
	$n = 1$	600	530	530	480	600	–
ПГ-6Т	$n > 1$	–	825	825	825	–	–
	$n = 1$	–	600	600	600	–	–
ПГ-7Т	$n > 1$	1065	895	915	–	–	–
	$n = 1$	7700	660	680	–	–	–
ПГ-8Т	$n > 1$	1135	1035	1055	–	–	–
	$n = 1$	8320	760	770	–	–	–
ПГ-9Т	$n > 1$	–	1155	1155	–	–	–
	$n = 1$	–	830	830	–	–	–

Примечания

1 В таблице приведены значения нагрузок для плит из тяжелого бетона; для плит из бетона на пористых заполнителях (в марке плиты индекс П) нагрузку увеличивают на 25 кгс/м².

2 Плиты третьей несущей способности с арматурой класса К-7 и плиты четвертой несущей способности с арматурой классов Ат-VI, Вр-II и К-7 изготавливаются только из

тяжелого бетона.

3 Нагрузка от массы плит с замоноличиванием швов составляет 160 кгс/м², расчетное значение – 175 кгс/м², для плит из бетона на пористых заполнителях принимают соответственно 135 и 150 кгс/м², а для плит под повышенные нагрузки – 170 и 185 кгс/м².

Таблица 3.9 – **Нагрузки на плиты покрытия типа ПГ размером 3×12 м для нормальных эксплуатационных условий**

Условная марка плиты	Коэффициент перегрузки	Равномерно распределенная нагрузка, кгс/м ² , без учета веса плит при напрягаемой арматуре класса					
		Ат-VI	Ат-V, А-V	А-IV	А-IIIв	Вр-II	К-7
<i>Плиты первого типоразмера из тяжелого бетона</i>							
1ПГ-1Т	$n > 1$	150	150	150	140	140	140
	$n = 1$	110	11	110	110	110	110
1ПГ-2Т	$n > 1$	230	230	230	220	210	290
	$n = 1$	170	170	170	170	160	220
1ПГ-3Т	$n > 1$	320	280	290	290	270	310
	$n = 1$	240	210	210	220	200	230
1ПГ-4Т	$n > 1$	380	340	340	360	330	400
	$n = 1$	280	250	250	270	250	300
1ПГ-5Т	$n > 1$	460	390	390	430	400	510
	$n = 1$	340	290	290	320	300	360
1ПГ-6Т	$n > 1$	580	450	440	490	490	590
	$n = 1$	430	330	330	360	360	430
1ПГ-7Т	$n > 1$	–	570	–	580	580	–
	$n = 1$	–	420	–	430	430	–
<i>Плиты первого типоразмера из бетона на пористых заполнителях</i>							
1ПГ-1П	$n > 1$	–	170	170	160	160	160
	$n = 1$	–	130	130	130	130	130
1ПГ-2П	$n > 1$	–	250	250	240	230	290
	$n = 1$	–	190	190	190	180	220
1ПГ-3П	$n > 1$	–	300	310	310	290	330
	$n = 1$	–	230	230	240	220	250
1ПГ-4П	$n > 1$	–	360	360	360	350	–
	$n = 1$	–	270	270	290	270	–
<i>Плиты второго и третьего типоразмеров из тяжелого бетона</i>							
2ПГ-1Т	$n > 1$	350	320 (310)	310	260	330	320
	$n = 1$	260	240 (230)	230	190	240	240
2ПГ-2Т	$n > 1$	410	430 (370)	410	310	430	440
	$n = 1$	300	320 (270)	300	230	320	330
2ПГ-3Т	$n > 1$	490	500 (430)	500	400	530	540
	$n = 1$	300	370 (320)	370	290	390	320
2ПГ-4Т	$n > 1$	490	560 (500)	590	450	590	680
	$n = 1$	380	410 (370)	430	340	430	500
2ПГ-5Т	$n > 1$	560	650 (560)	–	530	680	750
	$n = 1$	410	470 (410)	–	390	490	540
2ПГ-6Т	$n > 1$	640	760 (620)	–	640	670	860
	$n = 1$	480	550 (450)	–	460	550	620
2ПГ-7Т	$n > 1$	860	860 (700)	–	730	820	1040

	$n = 1$	620	620 (510)		530	590	750
2ПГ-8Т	$n > 1$	1040	1020 (800)		860	860	–
3ПГ-8Т	$n = 1$	750	750 (580)	–	620	620	–
3ПГ-9Т	$n > 1$	–	– (800)	–	980	–	–
	$n = 1$		– (600)		710		

Окончание таблицы 3.9

Условная марка плиты	Коэффициент перегрузки	Равномерно распределенная нагрузка, кгс/м ² , без учета веса плит при напрягаемой арматуре класса					
		Ат-VI	Ат-V, А-V	А-IV	А-IIIв	Вр-II	К-7
<i>Плиты второго типоразмера из бетона на пористых заполнителях</i>							
2ПГ-1П	$n > 1$	–	540 (330)	330	280	350	340
	$n = 1$		260 (250)	250	210	260	260
2ПГ-2П	$n > 1$	–	450 (390)	430	350	450	460
	$n = 1$		340 (290)	320	250	340	350
2ПГ-3П	$n > 1$	–	520 (450)	520	420	550	560
	$n = 1$		390 (340)	390	310	410	410
2ПГ-4П	$n > 1$	–	580 (520)	610	480	610	–
	$n = 1$		430 (390)	450	360	460	–
2ПГ-5П	$n > 1$	–	– (580)		550	–	–
	$n = 1$		– (430)		410		
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 В скобках указан расход стали класса А-V в случаях, когда он не совпадает с расходом стали класса Ат-V.</p> <p>2 Нагрузка от массы плит с замоноличиванием швов составляет для плит первого типоразмера: нормативное значение (коэффициент перегрузки $n = 1$) 190 кгс/м², расчетное значение 210 кгс/м² для плит из тяжелого бетона и соответственно 170 и 190 кгс/м², для плит из бетона на пористых заполнителях: для плит второго типоразмера из тяжелого бетона 220 и 240 кгс/м², из бетона на пористых заполнителях 200 и 220 кгс/м²; для плит третьего типоразмера 230 и 260 кгс/м².</p>							

Нормативную нагрузку от веса покрытия определяют исходя из веса применяемого материала – защитного гравийного слоя, водоизоляционного ковра, выравнивающего слоя на утеплителе, утеплителя, пароизоляции, вентиляционных установок и др. Расчетную нагрузку получают умножением нормативных значений на нормированный коэффициент перегрузки для данного материала. В серии 1.465-10 на базе типовых ребристых плит длиной 6 и 12 м разработаны указания и чертежи комплексных плит, которыми надлежит пользоваться при выборе типа ограждающей конструкции.

Проектная длина опирания продольных ребер плит на несущие конструкции без учета допусков на монтаж должна быть не меньше значений, указанных в таблице 3.10. Фактическая длина опирания плит может быть меньше указанных в таблице значений не более чем на 15 мм, при этом для плит длиной 6 м она должна быть не менее 60 мм; при железобетонных несущих конструкциях длина участка опирания учитывается в пределах длины соприкосновения стальных закладных изделий плиты и стропильной конструкции.

Таблица 3.10 – Минимальные значения проектной длины опирания плит на несущие конструкции

В миллиметрах

Несущая конструкция	Плита длиной	
	6000	12000
Стальные фермы и балки	65	90
Железобетонные фермы и балки	75	90
Кирпичные и каменные стены	120	150

Чтобы покрытие работало как горизонтальный жесткий диск, обеспечивающий общую устойчивость каркаса здания, устойчивость верхних сжатых поясов стропильных конструкций и распределение горизонтальных нагрузок между поперечными и продольными рамами каркаса здания, опорные закладные изделия плит приваривают к стропильным конструкциям во всех доступных для сварки местах. У крайних продольных рядов колонн и продольных температурных швов плиты должны быть приварены по возможности в четырех точках, причем во всех случаях крайнее продольное ребро плиты должно быть приварено на обоих концах. В узле опирания ребра плиты на подстропильную конструкцию опорное изделие плиты не приваривают к ней; однако в этом узле приваривают специальное стальное изделие, обеспечивающее передачу горизонтальных нагрузок. Зазоры между плитами тщательно заполняют бетоном марки не ниже М150, зазор между торцами продольных ребер должен быть заполнен бетоном или раствором на всю высоту плиты.

Поперечную силу и изгибающий момент в жестком диске определяют, как в бесконечно жесткой неразрезной балке на упругих опорах (поперечных или продольных рамах каркаса здания).

Жесткий диск покрытия обеспечивает пространственную работу каркаса здания, если в плоскости диска поперечная горизонтальная сила, приходящаяся на одну плиту, не превышает для плит шириной 3 м – 1,5 тс и для плит шириной 1,5 м – 1 тс. При больших значениях поперечной силы по верхним поясам стропильных конструкций устанавливают стальные связи, а в плитах приваривают по обоим концам одно продольное ребро, которое в этом случае рассматривают как распорку.

В случаях, когда усилия в сварных швах от действия в диске изгибающего момента превышают их несущую способность, продольные ребра смежных вдоль пролета здания плит должны быть соединены между собой стержнями, приваренными к опорным закладным изделиям плит.

При соблюдении условий приварки плит к несущим конструкциям по рабочим чертежам типовых монтажных деталей серии 2.460-2 «Монтажные детали сборных железобетонных конструкций покрытий одноэтажных промышленных зданий» жесткий диск на поперечную силу можно не рассчитывать для зданий без подъемно-транспортного оборудования или с подвесными кран-балками и монорельсами, а также мостовыми кранами

грузоподъемностью до 50 т, если покрытие в пределах температурного блока находится на одном уровне.

Сварные швы на усилия от изгибающего момента можно не рассчитывать для зданий с мостовыми кранами грузоподъемностью до 75 т при числе пролетов более двух, а также для одно- и двухпролетных зданий с высотой до низа стропильных конструкций не более 18 м, при пролетах 18 м и кранах грузоподъемностью до 20 т или пролетах более 18 м и кранах грузоподъемностью до 50 т.

При выборе марки плиты «с круглым отверстием» для пропуска через покрытие вентиляционной шахты учитывают дополнительную нагрузку от веса вентиляционного устройства, железобетонного стакана, набетонки и ветра, действующего на трубу с дефлектором или зонтом.

Плиты шириной 3 м с прямоугольными отверстиями устанавливают на участках легкобрасываемой кровли вплотную одна к другой; швы между ними заполняют бетоном или цементным раствором. Плиты шириной 1,5 м укладывают с промежутками 1,5 м, чем достигается повышение суммарной площади отверстий в покрытии под легкобрасываемую кровлю над взрывоопасными помещениями.

Чтобы обеспечить пространственную работу каркаса здания с легкобрасываемой кровлей, по контуру температурных блоков и по средним продольным рядам колонн укладывают плиты без отверстий, если по верхним поясам стропильных конструкций не предусматриваются специальные связи. Вдоль крайних рядов колонн ширина полосы из сплошных плит должна быть не менее 3 м, средних – не менее 6 м (по 3 м в каждый пролет); ширина полос из плит без отверстий назначается из условия обеспечения работы покрытия как жесткого диска.

При проектировании одноэтажных зданий каркасного типа необходимо пользоваться материалами серии 1.400-11 «Рекомендации по применению сборных железобетонных типовых плит в покрытиях зданий промышленных предприятий».

В проекте здания должен быть разработан весь комплекс мероприятий по обеспечению коррозионной стойкости плит и их узловых сопряжений с несущими конструкциями. Сварные швы и стальные закладные элементы необходимо надежно защитить обетонированием плотным бетоном или металлизацией и нанесением стойких в данной среде лакокрасочных покрытий. Учитывая, что поперечные ребра и полки всех типов плит рассчитаны по третьей категории трещиностойкости, при выборе лакокрасочных материалов предпочтение следует отдавать трещиностойким защитным покрытиям.

Маркировка плит покрытия. Порядок полной маркировки плиты представлен на рисунке 3.1.

$$\begin{array}{cccccccc} X & X & X & X & - & X & X & X & - & X & X \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array}$$

Рисунок 3.1 – Порядок полной маркировки плиты

На рисунке 3.1 указанные порядковые номера обозначают: 1 – типоразмер плиты (1, 2, 3); 2 – буквенный индекс, обозначающий тип плиты (ПГ, ПВ, ПЛ, ПФ); 3 – длина плиты (6 или 12 м); 4 – порядковый номер плиты по несущей способности; 5 – класс напрягаемой арматуры; 6 – вид бетона (Т – тяжелый, П – на пористых заполнителях); 7 – цифровой индекс, отражающий конструктивную особенность плиты (для плит типа ПВ – диаметр проема в дециметрах, для плит типа ПФ – условное обозначение количества и размеров проемов в полке: 3 – при четырех проемах размером 1,5×1,7 м; 5 – при двух проемах размером 2,6×2,7 м); 8 – дополнительные характеристики, отражающие особые условия применения плит (Н или П – агрессивность среды; С – сейсмичность; наличие дополнительных закладных изделий и отверстий отражается строчными буквами или арабскими цифрами).

3.2 Порядок подбора рядовой плиты покрытия

На основании исходных данных, а именно **шага колонн 6 м**, принимаем номинальные размеры плиты покрытия в плане 3×6 м.

Выполним сбор нагрузок на плиту покрытия. В общем случае на плиту покрытия будет действовать нагрузка от кровельного покрытия (величина приведена в бланке задания) и нагрузка от снега, которая принимается в соответствии с указанным снеговым районом по СНиП «Нагрузки и воздействия» и приведена в таблице 3.11.

Т а б л и ц а 3.11 – Величина снеговой нагрузки в зависимости от района строительства

Снеговые районы СССР	I	II	III	IV	V	VI
s_0 , кПа (кгс/м ²)	0,5 (50)	0,7 (70)	1,0 (100)	1,5 (150)	2,0 (200)	2,5 (250)

Для удобства оформления и проверки сбор нагрузок на конструкции будем выполнять в табличной форме (таблица 3.12)

Т а б л и ц а 3.12 – Сбор нагрузок на плиту покрытия

Наименование воздействия	Нормативная нагрузка, кгс/м ²	n (γ_f)	Расчетная нагрузка, кгс/м ²
Нагрузка от снега, s_0 (II район по заданию)	70	1,4 (1,5)	98
Нагрузка от кровельного покрытия (0,8 кПа – по заданию)	80	1,3 (1,35)	104
Итого, нагрузка на плиту покрытия $G_{пл}$	150		202

Далее по таблице 3.8 (для плиты номинальным размером 3×6 м) подбираем условную марку плиты. При этом ориентируемся на строки, обозначенные как « $n = 1$ », в них приведены данные несущей способности плиты для нормативной нагрузки. Величина несущей способности в выбранной ячейке таблицы должна быть больше либо равна полученной

нормативной величины нагрузки (в данном случае 150 кгс/м^2). После чего проверяем выбранный нами вариант по строке с обозначением « $n > 1$ », сравнивая с полученной **расчетной** величиной нагрузки (в данном случае 202 кгс/м^2).

В таблице 3.8 можно встретить одинаковые значения несущей способности, находящиеся в разных ячейках. Выбор арматуры в изделии мы не выполняем, так как в задании на проектирование особые условия эксплуатации не указаны.

Для нашего варианта $G_{пл} = 150 \text{ кгс/м}^2$ (нормативная) и 202 кгс/м^2 (расчетная). В результате этого мы можем остановить свой выбор на плите с условной маркой ПГ–1Ат–VII, несущая способность которой по нормативной нагрузке составляет 170 кгс/м^2 , а по расчетной – 225 кгс/м^2 . Это ячейка на пересечении строки «ПГ–1Т» и колонки «Ат–VI». В соответствии с этим полная маркировка принятой конструкции рядовой плиты покрытия будет выглядеть как ПГ6–1Ат–VII.

Для дальнейшего расчета нам понадобится информация о массе принятого изделия, а именно для выбранной плиты $m_{пл} = 2,7 \text{ тс}$ (см. таблицу 3.2).

4 СТРОПИЛЬНЫЕ ДВУСКАТНЫЕ БАЛКИ ПРОЛЕТАМИ 12 И 18 М

4.1 Общие сведения

Для зданий со скатной кровлей применяют предварительно напряженные двускатные решетчатые балки пролетами 12 и 18 м серии 1.462-3. Высота балок на опоре унифицированная – 900 мм, сечение прямоугольное, по всей длине балки с постоянной шириной: 200 мм для балок пролетом 12 м и 200, 240, 280 мм (три типа опалубочных форм) для балок пролетом 18 м, в зависимости от их несущей способности (рисунок 4.1). Во всех балках этого типа имеются отверстия трапециевидного очертания с закругленными углами, которые предусмотрены для облегчения массы балок и возможности пропуска коммуникаций небольшого сечения.

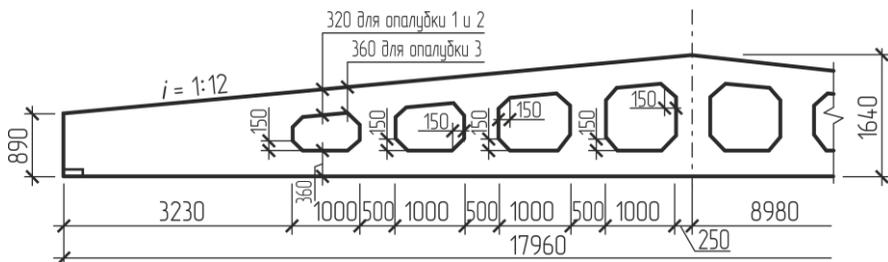


Рисунок 4.1 – Двускатная решетчатая балка пролетом 18 м

Балки разработаны применительно к технологии их изготовления в горизонтальном положении, т. е. плашмя, что требует выполнения

тщательного заглаживания одной боковой поверхности балок. При этом способе изготовления контурные опалубочные формы с вкладышами для образования отверстий сравнительно просты и менее металлоемки. Однако балки можно изготовлять и при вертикальном положении в традиционных опалубочных формах с их вибрированием.

Напрягаемая арматура принята в нескольких вариантах: стержневая из стали класса А-IV и класса А-IIIв, высокопрочная проволока диаметром 5 мм из стали класса Вр-II, унифицированные пакеты УНАЭ из проволоки диаметром 5 мм из стали класса Вр-II, семипроволочные пряди П-7. Дополнительно разработаны балки с вариантом армирования стержневой арматурой класса А-V.

Балки серии 1.463-3 рассчитаны на унифицированные нагрузки 450–1100 кгс/м², включающие нагрузки от подвесных кранов грузоподъемностью до 5 т. Ключ для подбора марок балок серии 1.463-3 дан в таблице 4.1.

Сортамент двускатных решетчатых балок пролетами 12 и 18 м серии 1.462-3 (вып. 1–3) и расход материалов для них приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.1 – Ключ подбора решетчатых балок пролетом 12 и 18 м серии 1.462-3 (вып. 1–3) для покрытий зданий со скатной кровлей

Профиль покрытия	Расчетная нагрузка, кгс/м ²		Шифр несущей способности балок (смотри примечания)										
			пролетом 12 м					пролетом 18 м					
	суммарная от покрытия и снега	в том числе от снега (не более)	без подвесных кранов и грузов	с подвесными грузами по 3 т (электротали), Q = 2,0 т)	при двухопорных подвесных кранах			без подвесных кранов и грузов	с подвесными грузами по 3 т (электротали), Q = 2,0 т)	при двухопорных подвесных кранах			
					1 кран, Q = 2,0 т	1 кран, Q = 3,2 т	1 кран, Q = 5,0 т			1 кран, Q = 2,0 т	1 кран, Q = 3,2 т	1 кран, Q = 5,0 т	2 крана, Q = 3,2 т
С фонарями без перепадов профиля	350	140	1	3	2	3	4	2	3	2	2	2	4
	450	210	2	4	3	4	4	3*	4	3	3	3	5
	550	280	3	5	4	4	5	4*	5	4	4	4	6
	650	280	4	6	5	5	6	5	6	5	5	5	–
Без фонаря и без перепадов профиля	350	140	1	2	1	2	3	1	2	1	1	2	3
	450	210	1	3	2	3	4	2	3	2	2	2	4
	550	280	2	4	3	4	5	3	4	3	3	3	5
	650	280	3	5	4	5	5	4	5	4	4	4	6
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Вместо полной марки балки (например, 2БДР12-АП или 2БДР18-5АIV) в таблице указана только одна цифра, характеризующая несущую способность соответствующей балки. Индексы, обозначающие разновидность балок, их пролет и тип опалубки (2БДР12, 2БДР18), а также вид (вариант) армирования (А-IV, А-IIIв, В, П) условно опущены.</p> <p>2 Для случаев, обозначенных звездочкой, при расчетной нагрузке от снега не более 100 кгс/м² могут быть приняты балки на одну ступень легче, т. е. шифр несущей способности будет 2 вместо 3 и т. д.</p> <p>3 Для зданий с подвесными кранами шаг балок 6 м.</p> <p>4 Для зданий без подвесных кранов шаг балок может составлять 12 м в пределах их грузоподъемности.</p>													

Таблица 4.2 – Сортамент стропильных двускатных решетчатых предварительно напряженных балок пролетом 12 и 18 м серии 1.462-3 (вып. 1–3) для покрытий зданий со скатной кровлей и расход материалов

Марка балки	Пролет балки (тип опалубки)	Объем бетона, м ³ , марка бетона (масса балки, т)	Расход арматуры, кг, по классам						Итого	Закладные и накладные детали, кг	Общий расход стали, кг
			ненапрягаемой		варианты напрягаемой						
			А-III	В-I	А-IV	А-IIIв	Вр-II	П-7			
1БДР12-1АIV	12 (1)	1,86 400 (4,7)	61	36	107	–	–	–	203	29	232
1БДР12-1АIIIв			61	36	–	130	–	–	227	29	256
1БДР12-1В			61	36	–	–	54	–	150	29	179
1БДР12-1П			61	36	–	–	–	53	150	29	179
1БДР12-2АIV	12 (1)	1,86 400 (4,7)	61	36	130	–	–	–	227	29	256
1БДР12-2АIIIв			61	36	–	143	–	–	239	29	268
1БДР12-2В			64	36	–	–	65	–	165	29	194
1БДР12-2П			64	36	–	–	–	79	179	29	208
1БДР12-3АIV	12 (1)	1,86 400 (4,7)	83	31	155	–	–	–	269	32	324
1БДР12-3АIIIв			83	31	–	178	–	–	292	32	348
1БДР12-3В			89	31	–	–	79	–	199	32	242
1БДР12-3П			89	31	–	–	–	93	213	32	259
1БДР12-4АIV	12 (1)	1,86 400 (4,7)	83	31	178	–	–	–	292	32	324
1БДР12-4АIIIв			83	31	–	202	–	–	316	32	348
1БДР12-4В			89	31	–	–	90	–	210	32	242
1БДР12-4П			89	31	–	–	–	107	227	32	259
2БДР12-4АIV	12 (2)	2,17 400 (5,4)	91	31	185	–	–	–	305	32	338
2БДР12-4АIIIв			91	31	–	214	–	–	335	32	367
2БДР12-4В			91	31	–	–	90	–	211	32	243
2БДР12-4П			91	31	–	–	–	107	229	32	261
2БДР12-5АIV	12 (2)	2,17 400 (5,4)	97	27	214	–	–	–	337	35	372
2БДР12-5АIIIв			97	27	–	244	–	–	367	35	402
2БДР12-5В			100	27	–	–	108	–	234	35	269
2БДР12-5П			100	27	–	–	–	120	247	35	282

Продолжение таблицы 4.2

Марка балки	Пролет балки (тип опалубки)	Объем бетона, м ³ , марка бетона (масса балки, т)	Расход арматуры, кг, по классам							Закладные и накладные детали, кг	Общий расход стали, кг
			ненапрягаемой		варианты напрягаемой				Итого		
			А-III	В-I	А-IV	А-IIIв	Вр-II	П-7			
2БДР12-6АIV	12 (2)	2,17 400 (5,4)	115	26	232	–	–	–	372	35	407
2БДР12-6АIIIв			115	26	–	277	–	–	417	35	452
2БДР12-6В			118	26	–	–	126	–	270	35	305
2БДР12-6П			118	26	–	–	–	133	277	35	312
2БДР12-7АIV	12 (2)	2,17 500 (5,4)	140	26	277	–	–	–	442	35	477
2БДР12-7АIIIв			140	26	–	303	–	–	468	35	503
2БДР12-7В			118	26	–	–	144	–	287	35	322
2БДР12-7П			118	26	–	–	–	159	302	35	337
1БДР18-1АIV	18 (1)	3,4 400 (8,5)	133	41	321	–	–	–	495	35	530
1БДР18-1АIIIв			133	41	–	383	–	–	557	35	592
1БДР18-1В			142	41	–	–	179	–	362	35	397
1БДР18-1П			142	41	–	–	–	200	383	35	418
1БДР18-2АIV	18 (1)	3,4 500 (8,5)	152	39	383	–	–	–	574	35	609
1БДР18-2АIIIв			152	39	–	453	–	–	644	35	679
1БДР18-2В			161	39	–	–	224	–	424	35	459
1БДР18-2П			161	39	–	–	–	240	440	35	475
2БДР18-2АIV	18 (2)	4,15 400 (10,4)	178	40	415	–	–	–	633	40	673
2БДР18-2АIIIв			178	40	–	453	–	–	671	40	711
2БДР18-2В			183	40	–	–	213	–	436	40	476
2БДР18-2П			183	40	–	–	–	240	463	40	503
2БДР18-3АIV	18 (2)	4,15 500 (10,4)	208	40	453	–	–	–	701	52	741
2БДР18-3АIIIв			208	40	–	522	–	–	770	52	810
2БДР18-3В			208	40	–	–	252	–	500	52	540
2БДР18-3П			208	40	–	–	–	280	528	52	568

ЗБДР18-4АIV	18 (3)	4,84 400 (12,1)	245	37	541	–	–	–	823	52	875
ЗБДР18-4АШВ			245	37	–	608	–	–	890	52	942
ЗБДР18-4В			253	37	–	–	302	–	592	52	644
ЗБДР18-4П			253	37	–	–	–	320	610	52	662
ЗБДР18-5АIV	18 (3)	4,84 500 (12,1)	258	37	597	–	–	–	892	52	944
ЗБДР18-5АШВ			258	37	–	694	–	–	989	52	1041
ЗБДР18-5В			267	37	–	–	335	–	640	52	692
ЗБДР18-5П			267	37	–	–	–	360	664	52	716
ЗБДР18-6АIV	18 (3)	4,84 500 (12,1)	345	37	661	–	–	–	1033	52	1085
ЗБДР18-6АШВ			345	37	–	780	–	–	1152	52	1204
ЗБДР18-6В			342	37	–	–	381	–	760	52	812
ЗБДР18-6П			342	37	–	–	–	400	779	52	831

Примечание – Кроме приведенных в таблице вариантов армирования балок напрягаемой арматурой (стержневой классов А-IV, А-ШВ, проволочной из стали Вр-II и прядевой класса П-7) каждая марка балки по несущей способности имеет вариант армирования в виде унифицированных пакетов УНАЭ из проволоки Ø5Вр-II (буквенный индекс в марке балки «У», например, ЗБДР18-6У). Расход арматуры в этих балках по классам аналогичен расходу в балках с проволочной арматурой, в марках которых указан буквенный индекс В (например, ЗБДР18-6В).

Маркировка стропильных двускатных решетчатых балок. Порядок полной маркировки балки приведен на рисунке 4.2.

$$\frac{X \ X X X \ X - X \ X - X}{1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6}$$

Рисунок 4.2 – Порядок полной маркировки балки

На рисунке 4.2 указанные порядковые номера обозначают: 1 – типоразмер балки (1, 2, 3); 2 – буквенный индекс БДР – балка двускатная решетчатая; 3 – пролет балки (12 или 18 м); 4 – порядковый номер балки по несущей способности; 5 – класс напрягаемой арматуры; 6 – дополнительные индексы условий применения балок вводятся в марку разработчиками в конкретном проекте (Н – слабоагрессивная, П – среднеагрессивная, 1 – основная (ненапрягаемая) арматура класса Ат-IVС).

4.2 Порядок подбора стропильной двускатной решетчатой балки

Выполним сбор нагрузки на стропильную балку с учетом собственного веса плиты покрытия. Для этого вычислим нагрузку от собственного веса плиты на один квадратный метр, разделив ее массу на ее площадь в

номинальных размерах в плане. То есть $G_{г.э.а} = \frac{m_{г.э.а}}{ab}$, где a и b – размеры плиты в плане. В нашем случае получаем $G_{г.э.а} = \frac{2700 \text{ кг}}{3 \text{ м} \cdot 6 \text{ м}} = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$.

Сбор нагрузок выполним в табличной форме (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Сбор нагрузок на стропильную балку

Наименование воздействия	Нормативная нагрузка, кгс/м ²	n (γ_f)	Расчетная нагрузка, кгс/м ²
Нагрузка от снега, s_0 (II район по заданию)	70	1,4 (1,5)	98
Нагрузка от кровельного покрытия (0,8 кПа – по заданию)	80	1,3 (1,35)	104
Нагрузка от плиты покрытия, $G_{пл.соб}$	150	1,1 (1,35)	165
Итого, нагрузка на стропильную балку $G_{бал}$	300		367
<i>Примечание</i> – При получении дробных значений нагрузку округляем в большую сторону до 1 кгс.			

Далее обращаемся к таблице 4.1 и определяем «порядковый номер балки по несущей способности». Для этого определяемся с «Профилем покрытия» (в нашем случае «Без фонаря и без перепадов профиля»), то есть выбираем группу строк в таблице. После этого по колонкам «суммарная от покрытия и снега» и «в том числе от снега (не более)» окончательно выбираем строку с удовлетворяющей нас несущей способностью. Величины нагрузок принимаются из таблицы 4.3 по колонке «**Расчетная нагрузка**». В результате сравнения должны соблюдаться оба условия сравнения нагрузки с несущей способностью.

Так, в нашем случае суммарная расчетная нагрузка от покрытия и снега составляет 367 кгс/м², а расчетная нагрузка от снега – 98 кгс/м². Данным

нагрузкам удовлетворяет третья снизу строка со значениями несущей способности соответственно 450 и 210 кгс/м².

Далее следует определить колонку, описывающую параметры и работу стропильной балки, в данном случае «балка пролетом 12 м» (по заданию пролет $L = 12$ м) и «без подвесных кранов и грузов» (так как наличие кранов в задании на проектирование не оговорено).

В итоге на пересечении выбранной строки и колонки находится цифра «1 (единица)» – это и есть «порядковый номер по несущей способности» балки двускатной решетчатой.

Далее нам необходимо сформировать «промежуточную» марку балки. Для этого обращаемся к рисунку 4.2. В результате получим ХБДР12–1У, где «Х» и «У» – пока не принятые параметры. От нас зависит выбор параметра «У» – основная напрягаемая арматура, ее выбор обосновывается аналогично, как и для плит покрытия. Так как по заданию агрессивность среды не установлена, то можно принять любой вариант. На выбор параметра «Х» мы повлиять не можем, так как он зависит от пролета и несущей способности балки. В итоге мы должны по таблице 4.2 принять любую из строк, в которой имеется сочетание символов «БДР12–1».

Окончательно принимаем в соответствии с заданием на проектирование балку маркой – **1БДР12–1А–IV**.

Для дальнейшего расчета нам понадобится масса балки, которая в данном случае составляет $m_{бал} = 4700$ кг = 4,7 тс.

5 КОЛОННЫ ДЛЯ ЗДАНИЙ БЕЗ МОСТОВЫХ КРАНОВ

5.1 Общие сведения

Колонны, принятые по серии 1.423.1-3/88 предназначены для неотопливаемых (при зимней расчетной температуре не ниже минус 40 °С) и отопливаемых зданий, возводимых в I–IV географических районах по скоростному напору ветра и по весу снегового покрова и в районах с сейсмичностью до 6 баллов. Колонны могут быть применены для зданий как с неагрессивной средой, так и со слабо- и среднеагрессивными газовыми средами. Вид применяемых конструкций в зданиях в зависимости от пролета приведен в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1 – Вид применяемых конструкций

Пролет	Расчетная сейсмичность здания, баллы	Стропильные конструкции	Вид покрытия
6; 9; 12	Не более 6 баллов	Железобетонные балки	Железобетонные плиты
18; 24		Железобетонные балки и фермы	Железобетонные плиты
		Стальные фермы	Железобетонные плиты
			Стальной профилированный настил
30; 36		Железобетонные плиты	
		Стальной	

			профилированный настил
--	--	--	---------------------------

Габаритные схемы зданий с внутренним отводом воды представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Габаритные схемы зданий с внутренним отводом воды

Пролет, м	Отметка верха колонн H , м	Шаг колонн, м		Длина здания, м	Количество пролетов	Схема здания						
		крайних	средних									
12	3,0	6		От 36 до 60	1–6							
	3,6											
	4,2											
	4,8											
	5,4											
	6,0											
	6,6											
	7,2											
	7,8											
	8,4											
18 и 24	9,6	6 6 12 12	6 12 12	От 60 до 72	1–8 (при пролете 18 м) 1–6 (при пролете 24 м)							
	4,8											
	6,0											
	6,6											
	7,2											
	7,8											
	8,4											
	30						6,0	6 6 12 12	6 12 12	От 72 до 216	1–4	
							7,2					
							8,4					
9,6												
36	7,2	6 6 12 12	6 12 12	От 72 до 216	1–4							
	8,4											

	9,6					
--	-----	--	--	--	--	--

Ключи подбора колонн для зданий с железобетонными стропильными конструкциями пролетами 12 и 18 м приведены в таблицах 5.3–5.5.

Ключи подбора колонн составлены для зданий, расположенных по скоростному напору ветра в местности А (степи, лесостепи, пустыни и т.п.); для зданий, расположенных в местности типа Б (города с окраинами, лесные массивы и т. п.). Подбор колонн производится для сниженного на один номер географического района по скоростному напору ветра.

Типоразмеры колонн для зданий без мостовых кранов, попадающие под варианты проектирования для данной контрольной работы, и их сортамент с расходами материалов приведены в таблицах 5.6–5.9.

Таблица 5.3 – Ключ подбора колонн для зданий с пролетом 12 м с железобетонными стропильными конструкциями при шаге колонн по крайним и средним рядам 6 м

Пролет, м	Количество пролетов	Ряд колонн	Географический район по весу снегового покрова			
			I–IV			I–III
			Географический район по скоростному напору ветра			
			I	II	III	IV
<i>Длина здания 36–60 м. Высота этажа 4,8 м</i>						
12	1	крайний	1K48-1M2	1K48-3M2	1K48-3M2	1K48-4M2
		средний	1K48-1M2	1K48-2M2	1K48-3M2	1K48-2M2
	2	крайний	4K48-2M2	4K48-3M3	4K48-3M3	4K48-5M2
		средний	1K48-1M2	1K48-2M2	1K48-3M2	1K48-2M2
	3	крайний	1K48-1M2	1K48-2M2	1K48-3M2	1K48-2M2
		средний	4K48-1M2	4K48-2M2	4K48-2M2	4K48-3M2
4–6	крайний	1K48-1M2	1K48-1M2	1K48-2M2	1K48-3M2	
	средний	4K48-1M2	4K48-1M2	4K48-1M2	4K48-3M2	
<i>Длина здания 36–60 м. Высота этажа 5,4 м</i>						
12	1	крайний	1K54-3M2	1K54-4M2	1K54-4M2	1K54-5M2
		средний	1K54-1M2	1K54-3M3	1K54-4M3	1K54-4M2
	2	крайний	2K54-3M2	2K54-3M3	2K54-3M3	2K54-5M3
		средний	1K54-1M2	1K54-1M2	1K54-2M2	1K54-5M2
	3	крайний	1K54-1M2	1K54-1M2	1K54-2M2	1K54-5M2
		средний	2K54-1M2	2K54-2M3	2K54-4M3	2K54-3M3
	4–6	крайний	1K54-1M2	1K54-1M2	1K54-3M2	1K54-4M2
		средний	2K54-1M2	2K54-1M3	2K54-2M3	2K54-3M3
<i>Длина здания 36–60 м. Высота этажа 6,0 м</i>						
12	1	крайний	1K60-1M2	1K60-2M2	1K60-3M2	1K60-4M2
		средний	1K60-1M2	1K60-2M2	1K60-4M2	1K60-4M2
	2	крайний	4K60-1M2	4K60-2M2	4K60-3M2	4K60-5M2
		средний	1K60-1M2	1K60-2M2	1K60-3M2	1K60-3M2
	3	крайний	1K60-1M2	1K60-2M2	1K60-3M2	1K60-3M2
		средний	4K60-1M2	4K60-1M2	4K60-2M3	4K60-3M3
	4–6	крайний	1K60-1M2	1K60-1M2	1K60-4M2	1K60-4M2
		средний	4K60-1M2	4K60-1M3	4K60-2M3	4K60-3M3

Таблица 5.4 – Ключ подбора колонн для зданий с пролетом 12 м с железобетонными стропильными конструкциями при шаге колонн по крайним и средним рядам 6 м

Пролет, м	Количество пролетов		Ряд колонн	Географический район по весу снегового покрова			
				I–IV		I–III	
	без фонаря	с фонарями		Географический район по скоростному напору ветра			
				I	II	III	IV
<i>Длина здания 72 м. Высота этажа 6,6 м</i>							
12	1	–	крайний	1K66-1M2	1K66-3M2	1K66-4M2	1K66-4M2
	2		крайний	1K66-1M2	1K66-2M2	1K66-2M2	1K66-3M2
			средний	4K66-1M2	4K66-3M2	4K66-4M2	4K66-5M2
	3–6		крайний	1K66-1M2	1K66-1M2	1K66-1M2	1K66-2M2
средний			4K66-1M2	4K66-1M3	4K66-2M3	4K66-2M2	
<i>Длина здания 216 м. Высота этажа 6,6 м</i>							
12	1	–	крайний	1K66-2M2	1K66-3M2	1K66-4M2	1K66-4M2
	2		крайний	1K66-1M2	1K66-2M2	1K66-3M2	1K66-3M2
			средний	4K66-1M2	4K66-3M2	4K66-4M2	4K66-5M2
	3–6		крайний	1K66-1M2	1K66-1M3	1K66-2M2	1K66-3M2
средний			4K66-1M2	4K66-1M2	4K66-2M2	4K66-2M2	

Таблица 5.5 – Ключ подбора колонн для зданий с пролетом 18 м с железобетонными стропильными конструкциями при шаге колонн по крайним и средним рядам 12 м (при наличии колонн фахверка по крайним рядам)

Пролет, м	Количество пролетов		Ряд колонн	Географический район по весу снегового покрова				
				I–IV		I–III		
	без фонаря	с фонарями		Географический район по скоростному напору ветра				
				I	II	III	IV	
<i>Длина здания 60–70 м. Высота этажа 4,8 м</i>								
18	2		крайний	с фахверком	2K48-1M3	2K48-1M3	2K48-2M3	2K48-3M3
				без фахверка	2K48-1M3	2K48-3M3	2K48-3M3	2K48-3M3
			средний		6K48-1M2	6K48-2M2	6K48-3M3	6K48-4M3
				3–8		крайний	с фахверком	2K48-1M3
	без фахверка	2K48-1M3	2K48-1M3				2K48-2M3	2K48-2M3
			средний		6K48-1M2	6K48-2M2	6K48-2M3	6K48-3M2
3–8					крайний	с фахверком	2K48-1M3	2K48-1M3
	без фахверка	2K48-1M3	2K48-1M3			2K48-1M3	2K48-1M3	
		средний		6K48-1M2	6K48-1M2	6K48-1M3	6K48-2M2	
			<i>Длина здания 72 м. Высота этажа 6,0 м</i>					
18	2		крайний	с фахверком	2K60-1M3	2K60-2M3	2K60-4M3	2K60-4M3
				без фахверка	2K60-3M2	2K60-4M3	2K60-4M3	2K60-4M3
			средний		2K60-3M2	6K60-5M2	2K60-5M3	6K60-7M3
				3–8		крайний	с фахверком	2K60-1M2
	без фахверка	2K60-1M2	2K60-2M2				2K60-4M2	2K60-5M2
			средний		2K60-1M2	6K60-1M2	6K60-2M2	6K60-4M2
				3–4		крайний	с фахверком	2K60-1M2
	без фахверка	2K60-1M2	2K60-1M3				2K60-2M2	2K60-3M3
		средний		2K60-1M2	6K60-1M2	6K60-1M2	6K60-2M2	
			5–8		крайний	с фахверком	2K60-1M2	2K60-1M2

			без фахверка	2К60-1М2	2К60-1М2	2К60-1М2	2К60-1М2
			средний	2К60-1М2	6К60-1М2	6К60-1М2	2К60-1М2

Таблица 5.6 – Колонны с высотой до низа стропильных конструкций 4,8 м

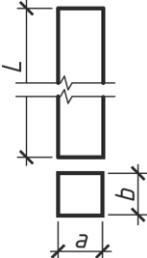
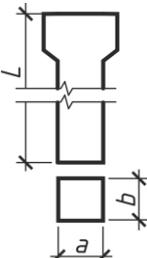
Эскиз колонны	Марка	Высота этажа H , м	Размеры колонны, мм			Класс (марка) бетона	Расход материалов на колонну		Масса колонны, т
			l	a	b		бетон, м ³	сталь, кг	
	1K48-1M2	4,8	5600	300	300	B15 (M200)	0,50	41,4	1,3
	1K48-2M2							51,2	
	1K48-3M2							74,0	
	1K48-4M2							77,2	
	2K48-1M2							42,5	
	2K48-1M3			42,5		0,67	1,7		
	2K48-1M4			42,5					
	2K48-2M2			52,6					
	2K48-2M3			52,6					
	2K48-3M2			62,7					
	2K48-3M3			62,7					
	2K48-4M2			78,6					
	2K48-4M3			78,6					
	2K48-5M2			95,5					
	2K48-6M2			114,9					
2K48-7M8	153,5	1,8							
	4K48-1M2	4,8	5700	300	300	B15 (M200)	0,53	42,6	1,3
	4K48-2M2							52,4	
	4K48-3M2							75,2	
	4K48-3M3							75,2	
	4K48-4M2							95,3	
	4K48-5M2			117,8		1,4			
	6K48-1M2			61,2		1,50	3,7		
	6K48-1M3			61,2					
	6K48-1M4			61,2					
	6K48-2M2			71,2					
	6K48-2M3			71,2					
	6K48-2M4			71,2					
	6K48-3M2			85,4					
	6K48-3M3			85,4					
	6K48-4M2			104,0					
	6K48-4M3			104,0					
	6K48-4M4			104,0					

Таблица 5.7 – Колонны с высотой до низа стропильных конструкций 5,4 м

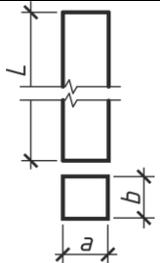
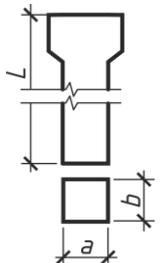
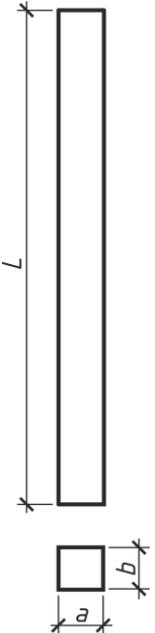
Эскиз колонны	Марка	Высота этажа H , м	Размеры колонны, мм			Класс (марка) бетона	Расход материалов на колонну		Масса колонны, т
			l	a	b		бетон, м ³	сталь, кг	
	1K54-1M2	5,4	6200	300	300	B15 (M200)	0,56	45,2	1,4
	1K54-2M2							56,4	
	1K54-3M2							67,6	
	1K54-3M3							67,6	
	1K54-4M2							85,2	
	1K54-4M3							85,2	
	1K54-5M2							104,1	
	2K54-1M2	5,4	6200	300	300	B15 (M200)	0,59	46,4	1,5
	2K54-1M3					B22,5 (M300)		46,4	
	2K54-2M2					B15 (M200)		57,6	
	2K54-2M3					B22,5 (M300)		57,6	
	2K54-3M2					B15 (M200)		68,8	
	2K54-3M3					B22,5 (M300)		68,8	
	2K54-4M2					B15 (M200)		86,4	
	2K54-4M3					B22,5 (M300)		86,4	
	2K54-5M2					B15 (M200)		128,3	
	2K54-5M3					B22,5 (M300)		128,3	

Таблица 5.8 – Колонны с высотой до низа стропильных конструкций 6,0 м

Эскиз колонны	Марка	Высота этажа H , м	Размеры колонны, мм			Класс (марка) бетона	Расход материалов на колонну		Масса колонны, т
			l	a	b		бетон, м ³	сталь, кг	
	1K60-1M2	6,0	6800	400	300	B15 (M200)	0,81	50,4	2,0
	1K60-1M3					B22,5 (M300)		50,4	
	1K60-1M4					B30 (M400)		50,4	
	1K60-2M2					B15 (M200)		62,8	
	1K60-2M3					B22,5 (M300)		62,8	
	1K60-3M2					B15 (M200)		75,0	
	1K60-3M2					B22,5 (M300)		75,0	
	1K60-4M2					B15 (M200)		94,4	
	1K60-4M3		B22,5 (M300)	94,4					
	1K60-5M2		B15 (M200)	115,3					
	1K60-5M3		B22,5 (M300)	115,3					
	1K60-6M2		B15 (M200)	139,8					
	1K60-6M3		B22,5 (M300)	139,8					
	1K60-7M3		B22,5 (M300)	182,3	2,1				
	1K60-8M3		B22,5 (M300)	228,5	2,2				
	2K60-1M2		6,0	6900	400	400		B15 (M200)	
	2K60-1M3	B22,5 (M300)					53,9		
	2K60-2M2	B15 (M200)					66,5		
	2K60-2M3	B22,5 (M300)					66,5		
	2K60-3M2	B15 (M200)					78,9		
	2K60-3M3	B22,5 (M300)					78,9		
	2K60-4M2	B15 (M200)					98,1		
	2K60-4M3	B22,5 (M300)					98,1		
	2K60-5M2	B15 (M200)					119,3		
	2K60-5M3	B22,5 (M300)					119,3		
	2K60-6M2	B15 (M200)					144,3		

Окончание таблицы 5.8

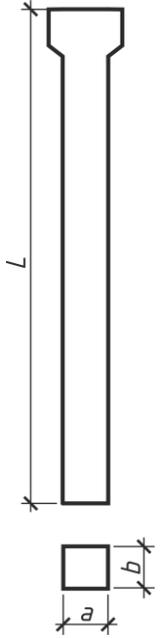
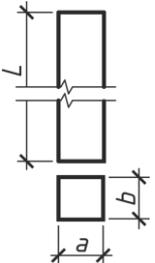
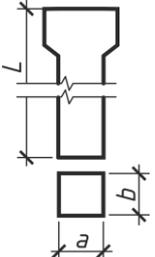
Эскиз колонны	Марка	Высота этажа H , м	Размеры колонны, мм			Класс (марка) бетона	Расход материалов на колонну		Масса колонны, т						
			l	a	b		бетон, м ³	сталь, кг							
	4К60-1М2	6,0	6800	400	300	B15 (M200)	0,81	53,2	2,1						
	4К60-1М3					B22,5 (M300)		53,2							
	4К60-2М2					B15 (M200)		65,6							
	4К60-2М3					B22,5 (M300)		65,6							
	4К60-3М2					B15 (M200)		77,6							
	4К60-3М3					B22,5 (M300)		77,6							
	4К60-4М2					B15 (M200)		97,2							
	4К60-5М2							118,1							
	6К60-1М2					6,0		6900		500	500	B15 (M200)	1,7	71,6	4,3
	6К60-1М3											B22,5 (M300)		71,6	
	6К60-1М4											B30 (M400)		71,6	
	6К60-2М2											B15 (M200)		83,9	
	6К60-2М3											B22,5 (M300)		83,9	
	6К60-2М4											B30 (M400)		83,9	
	6К60-3М2	B15 (M200)	100,6												
	6К60-3М3	B22,5 (M300)	100,6												
	6К60-3М4	B30 (M400)	100,6												
	6К60-4М2	B15 (M200)	124,4												
	6К60-4М3	B22,5 (M300)	124,4												
	6К60-4М4	B30 (M400)	124,4												
	6К60-5М2	B15 (M200)	149,8												
	6К60-5М3	B22,5 (M300)	149,8												
	6К60-6М2	B15 (M200)	190,6												
	6К60-6М3	B22,5 (M300)	190,6												
	6К60-7М3		233,8												

Таблица 5.9 – Колонны с высотой до низа стропильных конструкций 6,6 м

Эскиз колонны	Марка	Высота этажа H , м	Размеры колонны, мм			Класс (марка) бетона	Расход материалов на колонну		Масса колонны, т
			l	a	b		бетон, м ³	сталь, кг	
	1K66-1M2	6,6	7400	400	300	B15 (M200)	0,88	54,5	2,2
	1K66-1M3					B22,5 (M300)		54,5	
	1K66-1M4					B30 (M400)		54,5	
	1K66-2M2					B15 (M200)		68,0	
	1K66-2M3					B22,5 (M300)		68,0	
	1K66-3M2					B15 (M200)		81,1	
	1K66-3M3					B22,5 (M300)		81,1	
	1K66-4M2					B15 (M200)		102,3	
	1K66-4M3					B22,5 (M300)		102,3	
	1K66-5M2					B15 (M200)		121,6	
	1K66-5M3					B22,5 (M300)		121,6	
	1K66-6M2					B15 (M200)		147,3	
	1K66-6M3					B15 (M200)		147,3	
	1K66-7M3					B22,5 (M300)		196,4	
1K66-8M3	B22,5 (M300)	246,0	2,4						
	4K66-1M2					B15 (M200)		57,4	2,2
	4K66-1M3					B22,5 (M300)		57,4	
	4K66-2M2					B15 (M200)		83,9	
	4K66-2M3					B22,5 (M300)		83,9	
	4K66-3M2					B15 (M200)		105,1	
	4K66-3M3					B22,5 (M300)		105,1	
	4K66-4M2					B15 (M200)		124,4	
	4K66-5M2					B15 (M200)		150,1	
	4K66-5M3					B22,5 (M300)		150,1	

Расход стали на закладные изделия для крепления и опирания стеновых панелей, крепления торцовых фахверковых стоек, вертикальных связей и строповочных устройств в данных, приведенных в таблицах 5.6–5.9, не учтен и должен быть определен дополнительно в соответствии с проектом здания (для контрольной работы не выполняется).

Несущая способность колонн приведена в таблице 5.10

Таблица 5.10 – Несущая способность колонн

Пролет, м	Шаг колонн по рядам, м		Ряд колонн	Расчетные вертикальные нагрузки на колонны, кН							
				вид покрытия				снеговой покров для IV района, $N_{сн}$	подвесные краны грузоподъемностью $Q = 3$ т, $N_{тр}$		
	железобетонные плиты			стальной настил							
	N_n										
крайним	средним	max	min	max	min						
6	6	6	крайний	72	39	–	–	37	90		
			средний	145	78	–	–	74	148		
крайний			117	58	–	–	56	98			
средний			233	117	–	–	111	159			
12	6	6	крайний	155	78	–	–	74	105		
			средний	311	155	–	–	148	174		
18			6	6	крайний	265	95	90	42	111	111
					средний	530	191	180	85	223	191
18	6	12	крайний	265	95	90	42	111	111		
			средний	1059	381	360	169	445	233		
	12	12	крайний	561	222	180	85	222	148		
			средний	1123	445	360	170	445	233		

Маркировка колонн. Структура марки колонны представлена на рисунке 5.1.

$$\frac{XXX-XX-XXX}{1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8}$$

Рисунок 5.1 – Структура марки колонны

На рисунке 5.1 указанные порядковые номера обозначают: 1 – номер типоразмера колонны данной высоты этажа здания (1, 2, 3 и т. д.); 2 – наименование конструкции (К – колонна); 3 – высота этажа здания в дециметрах (30; 36; 42; 48; 54; 60; 66; 72; 78; 84; 96); 4 – порядковый номер, характеризующий несущую способность колонны (1, 2, 3 и т. д.); 5 – индекс, характеризующий прочность бетона (М2 – класс В15 или марка М2004; М3 – класс В22,5 или марка М300; М4 – класс 830 или марка 400); 6 – индекс «С» означает повышенную сейсмостойкость колонны для зданий с расчетной сейсмичностью 8 и 9 баллов; 7 – индекс, характеризующий проницаемость бетона колонны: Н – нормальная, для условий слабоагрессивной среды; П – пониженная, для условий среднеагрессивной среды; 8 – индекс, характеризующий различия по закладным изделиям (присваивается при разработке КЖИ). Последние три символа в маркировке колонны могут

присутствовать частично или вовсе отсутствовать, если элемент не имеет указанных в них параметров.

5.2 Порядок подбора колонны для зданий без мостовых кранов

Необходимо убедиться в том, что рассматриваемая серия колонн удовлетворяет заданию на проектирование и несущая способность колонн достаточна для восприятия нагрузок от ранее принятых конструкций. Для этого выполним сбор нагрузок на колонны в виде сосредоточенных усилий, принятых с грузовых площадей колонн.

Расчет будем вести для рядовых колонн. Поэтому грузовые площади составят:

$$- \text{ для крайних колонн } A_{\text{до,сб}} = \hat{A} \frac{L}{2} = 6 \cdot \frac{12}{2} = 36 \text{ м}^2;$$

$$- \text{ для средних колонн } A_{\text{до,но}} = \hat{A}L = 6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^2,$$

где B и L – шаг колонн и пролет рамы соответственно.

Вертикальная нагрузка на колонну получается путем умножения нагрузки, распределенной по площади, на соответствующую грузовую площадь.

Нагрузка от стропильной балки получается путем равнозначного распределения массы балки между колоннами. Так, для крайней колонны

$$\text{нагрузка } N_{\text{сб}} = \frac{m_{\text{дос}}}{2} = \frac{4700 \text{ кг}}{2} = 2350 \text{ кг}, \text{ для средней } N_{\text{но}} = m_{\text{дос}} = 4700 \text{ кг}.$$

Масса балки взята для принятой конструкции балки двускатной решетчатой.

При формировании нагрузок выделяем в отдельные группы нагрузки от снега и нагрузки от конструкций и материалов.

Сбор нагрузок на колонну выполним в табличной форме (таблица 5.11).

Т а б л и ц а 5.11 – Сбор вертикальных нагрузок на колонны

Наименование воздействия	Расчетная нагрузка по площади, кгс/м ²	Грузовая площадь крайней / средней, м ²	Крайняя колонна, $N_{\text{кр}}$, кгс (кН)	Средняя колонна, $N_{\text{ср}}$, кгс (кН)
Нагрузка от снега, s_0	98	36,0 / 72,0	3528 (35,28)	7056 (70,56)
Нагрузка от кровельного покрытия	104	36,0 / 72,0	3744 (37,44)	7488 (74,88)
Нагрузка от плиты покрытия, $G_{\text{пл.соб}}$	165	36,0 / 72,0	5940 (59,40)	11880 (118,8)
Нагрузка от стропильной балки	–	–	2350 (23,50)	4700 (47,00)
Итого, нагрузка от собственного веса конструкций и материалов	–	–	12034 (120,34)	24068 (240,68)

В результате сравнения:

- крайняя по покрытию – 120,34 кН < 155 кН;
- средняя по покрытию – 240,68 кН < 311 кН;
- крайняя по снегу – 35,28 кН < 74 кН;
- средняя по снегу – 70,56 кН < 148 кН.

Делаем вывод о возможности применения колонн данной серии при проектировании нашего здания.

Далее по таблице подбираем серии колонн. Так как пролет составляет 12 м, шаг колонн 6 м, а высота до низа стропильных конструкций составляет 6,6 м, то для подбора используем таблицу 5.4.

Для подбора нам понадобится информация о снеговом районе строительства – II; и ветровом районе строительства – III, а также количество пролетов в будущем здании – 3.

В итоге принимаем: колонна рядовая среднего ряда – **1К66–1М2**; колонна рядовая крайнего ряда – **4К66–2М3**.

Для дальнейшего расчета нам понадобится информация о размерах поперечного сечения колонн и их масса:

1К66–1М2: $a = 400$ мм, $b = 300$ мм, $m_{\text{кол}} = 2200$ кг = 2,2 тс;

4К66–2М3: $a = 400$ мм, $b = 300$ мм, $m_{\text{кол}} = 2200$ кг = 2,2 тс.

6 ПАНЕЛИ СТЕНОВЫЕ

6.1 Общие сведения

Конструкция панельных стен. Панельные стены могут быть навесными и самонесущими (в отапливаемых зданиях).

Навесные стены выполняются из панелей, длина которых равна шагу колонн 6 м, с проемами ленточного остекления.

Панели, расположенные над оконными проемами, опираются на стальные консоли, привариваемые к колоннам. Такие консоли устанавливаются также и на глухих участках стен. Расстояние между консолями по высоте определяется в зависимости от материала и массы панелей, а также конструкции и несущей способности консолей.

Конструкции консолей следует принимать по аналогии с консолями для панелей длиной 12 м.

В самонесущих стенах надоконные панели длиной 6 м опираются на простенки из панелей длиной 3,0 и 1,5 м, которые образуют проемы соответственно 3,0 и 4,5 м. Максимальная высота их стен определяется расчетом на смятие панелей в местах их опирания на фундаментную балку, а также на прочность сечений простенков.

При компоновке панелей стен по вертикали необходимо, чтобы низ яруса панелей, располагаемого в пределах конструкций покрытия, находился на 600 мм ниже верха колонн.

Панели торцовых стен крепятся к фахверковым колоннам и стальным стойкам фахверка, располагаемым против основных колонн – при их привязке 500 мм к торцовой оси, а при осевой привязке основных колонн – непосредственно к ним.

Цокольная часть стен из легкобетонных панелей выполняется, как правило, из панелей высотой 1,2 м с обязательным опиранием на фундаментные балки. Последние принимаются по серии 1.415-1. Нижний ряд панелей из ячеистого бетона должен опираться на кирпичный цоколь высотой 30 или 60 см (т. е. кратный модулю по высоте панелей), выложенный поверх фундаментных балок. Возможно опирание панелей из ячеистого бетона непосредственно на фундаментные балки при условии защиты цокольных панелей влагостойкими и морозостойкими материалами.

Углы стен, а также участки стен в местах температурных швов со вставками выполняются с помощью удлиненных панелей, имеющих прямую и обратную марки, которые в углах зданий устанавливаются по торцовой стене.

Для заполнения оконных проемов могут применяться переплеты длиной 6,0, 3,0 и 1,5 м и высотой кратной 0,6 м.

Схемы расположения панелей в зданиях приведены на рисунке 6.1.

При проектировании оконных проемов необходимо соблюдать следующие условия:

а) в стенах отапливаемых зданий независимо от вида переплетов сверху и снизу оконных проемов должны устанавливаться панели-перемычки. При ветровой нагрузке, превышающей значение 90 кгс/м^2 для перемычки данной марки, соответствующая часть ветровой нагрузки должна быть воспринята ветровым ригелем;

б) в стенах неотапливаемых зданий сверху и снизу оконных проемов устанавливают рядовые панели. Ветровая нагрузка с остекленной поверхности должна быть передана на специальные ветровые ригели, устанавливаемые сверху и снизу проема. При использовании панельных переплетов длиной 6 м ветровые ригели не устанавливают.

Швы панельных стен, как правило, заполняются упругими синтетическими прокладками (пороизол, гернит и др.) с герметизирующей мастикой УМС-50 и др. При проектировании и монтаже следует руководствоваться указаниями по герметизации стыков при монтаже строительных конструкций (СН 420-71). Горизонтальные швы в самонесущих стенах следует заполнять цементно-песчаным раствором. Применение цементно-песчаного раствора для заполнения швов навесных стен и вертикальных швов самонесущих стен допускается в виде исключения (при отсутствии упругих синтетических прокладок). Толщина швов принята 20 мм, за исключением горизонтальных швов в стенах из железобетонных панелей, которые приняты толщиной 15 мм.

Узлы панельных стен приведены в сериях 2.432-1 и 2.432-2.

Карнизы зданий с наружным отводом воды с покрытия запроектированы в двух вариантах: в отапливаемых зданиях применяют легкобетонные карнизные панели, а в неотапливаемых зданиях со стенами из железобетонных панелей карниз устраивают в виде стального элемента из уголкового профиля, прикрепляемого к подкарнизным панелям.

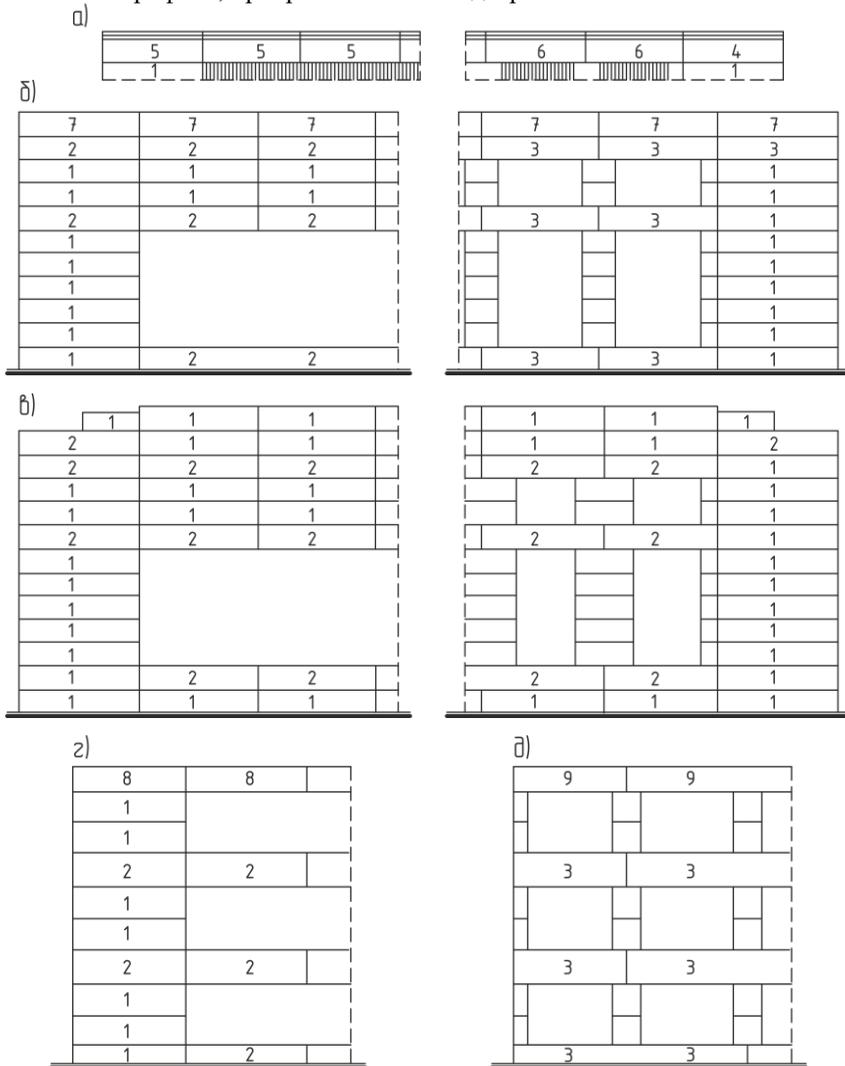


Рисунок 6.1 – Схемы расположения панелей в зданиях:

a – здания с наружным отводом воды; *б* – продольные фасады; *в* – торцевые фасады; *г, д* – многоэтажные здания; 1 – рядовая панель; 2 – панель-перемычка; 3 – панель-перемычка при простенках длиной 1,5 м; 4 – подкарнизная панель; 5 – подкарнизная панель-перемычка при ленточном остеклении и при простенках длиной 3,0 м; 6 – подкарнизная панель-перемычка при простенках длиной 1,5 м; 7 – парапетная панель; 8 – парапетная панель-перемычка при ленточном остеклении и при простенках длиной 3,0 м; 9 – парапетная панель-перемычка при простенках длиной 1,5 м

Панели стен для зданий с шагом крайних колонн 6 м. Панели стен для производственных и вспомогательных одноэтажных и многоэтажных отапливаемых и неотапливаемых зданий с шагом колонн 6 м приведены соответственно в сериях 1.432-14, вып. 0-3 и 1.432-15, вып. 0-2.

Панели стен для отапливаемых зданий представляют собой плоскую однослойную конструкцию и запроектированы из ячеистых автоклавных бетонов с объемной массой в сухом состоянии $\gamma_{\text{сух}} = 700...800 \text{ кг/м}^3$ и легких бетонов на пористых заполнителях – керамзитобетона, перлитобетона и аглопоритобетона с $\gamma_{\text{сух}} = 900...1200 \text{ кг/м}^3$.

Панели из бетонов на пористых заполнителях должны изготавливаться с наружным и внутренним фактурными слоями толщиной по 20 мм из цементно-песчаного раствора марки 100.

Поперечные сечения панелей показаны на рисунке 6.2.

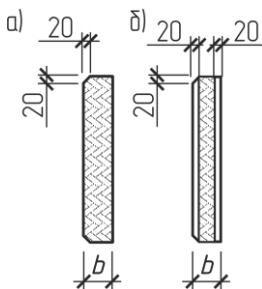


Рисунок 6.2 – Поперечные сечения панелей:

a – из ячеистого бетона; *б* – из бетона на пористых заполнителях

Расчетные показатели ячеистых и легких бетонов на пористых заполнителях для панелей приведены в таблице 6.1, а их типоразмеры и сортамент – в таблицах 6.2 и 6.3.

Таблица 6.1 – Расчетные показатели бетонов ячеистых и на пористых заполнителях

Показатель	Бетон	
	ячеистый	легкий на пористых заполнителях
Проектная марка бетона	M35	M50
Сжатие осевое (призменная прочность) $R_{\text{пр}}$, кг/см ²	15	23

Растяжение осевое R_p , кг/см ²	1,4	2,8
Начальный модуль упругости при сжатии и растяжении E_b , кг/см ²	25000	45000–57500
Марка бетона по морозостойкости	Мрз35	Мрз35

Таблица 6.2 – Типоразмеры панелей из ячеистых бетонов и легких бетонов на пористых заполнителях

Номинальные		Объем бетона, м ³		Объем раствора марки 100, см ³
длина L, см	высота H, дм	ячеистого	легкого на пористых заполнителях	
<i>При толщине панели 200 мм</i>				
650	9	1,14	0,91	0,23
	12	1,53	1,22	0,31
	18	2,31	1,85	0,46
625	9	1,10	0,88	0,22
	12	1,47	1,18	0,29
	18	2,22	1,78	0,44
600	9	1,05	0,84	0,21
	12	1,41	1,13	0,28
	15	1,77	1,42	0,35
	18	2,13	1,71	0,42
295	9	0,52	0,42	0,10
	12	0,70	0,56	0,14
	18	1,05	0,84	0,21
145	12	0,34	0,27	0,07
	18	0,52	0,42	0,10
70	12	0,17	0,14	0,03
	18	0,25	0,20	0,05
<i>При толщине панели 250 мм</i>				
655	9	1,44	1,21	0,23
	12	1,93	1,62	0,31
	18	2,91	2,45	0,46
650	9	1,43	1,20	0,23
	12	1,91	1,60	0,31
	18	2,88	2,42	0,46
630	9	1,38	1,16	0,22
	12	1,35	1,55	0,3
	18	2,79	2,34	0,45
625	9	1,37	1,15	0,22
	12	1,84	1,55	0,29
	18	2,77	2,33	0,44
600	9	1,31	1,10	0,21
	12	1,76	1,48	0,28
	15	2,21	1,86	0,35
	18	2,66	2,24	0,42
295	9	0,65	0,55	0,10
	12	0,87	0,73	0,14
	18	1,31	1,10	0,21
145	12	0,43	0,35	0,07
	18	0,65	0,55	0,10
70	12	0,21	0,18	0,03
	18	0,31	0,26	0,05

Окончание таблицы 6.2

Номинальные		Объем бетона, м ³		Объем раствора марки 100, см ³
длина L, см	высота H, дм	ячеистого	легкого на пористых заполнителях	
<i>При толщине панели 300 мм</i>				
660	9	1,74	1,51	0,23
	12	2,33	2,02	0,31
	18	3,51	3,04	0,47
650	9	1,71	1,48	0,23
	12	2,29	1,98	0,31
	18	3,46	3,00	0,46
635	9	1,67	1,45	0,22
	12	2,24	1,94	0,30
	18	3,38	2,93	0,45
625	9	1,64	1,42	0,22
	12	2,21	1,92	0,29
	18	3,33	2,89	0,44
600	9	1,58	1,37	0,21
	12	2,12	1,84	0,28
	15	2,66	2,31	0,35
	18	3,19	2,77	0,42
295	9	0,78	0,68	0,10
	12	1,04	0,90	0,14
	18	1,58	1,37	0,21
145	12	0,51	0,44	0,07
	18	0,77	0,67	0,1
70	12	0,25	0,22	0,03
	18	0,37	0,32	0,05

Примечание – Масса панелей получается умножением объемной массы материала в сухом состоянии на его объем и на коэффициенты, учитывающие отпускную влажность бетона: для легких бетонов $k = 1,18$, для ячеистых $k = 1,2$. Для панелей из легких бетонов на пористых заполнителях добавляется масса раствора для фактурных слоев, объемная масса которого 180 кг/м³.

Таблица 6.3 – Соргамент панелей из бетонов на пористых заполнителях и ячеистых бетонов. Панели рядовые

Марка панели	Нормативная ветровая нагрузка, кгс/м ²	Расход арматуры, кг, класса			Закладные изделия, кг	Общий расход стали, кг
		А-III	В-I	итого		
ПС600.9.20-П-1	90	10,4	4,0	14,4	4,4	18,8
ПС600.9.25-П-1		10,4	4,4	14,8	4,4	19,2
ПС600.9.30-П-1		10,4	4,8	15,2	4,6	19,8
ПС600.12.20-П-1		13,0	4,4	17,4	4,4	21,8
ПС600.12.25-П-1		13,0	4,9	17,9	4,4	22,3
ПС600.12.30-П-1		13,0	5,4	18,4	4,6	23,0
ПС600.18.20-П-1		18,2	7,6	25,8	4,4	30,2
ПС600.18.25-П-1		18,2	8,3	26,5	4,4	30,9

ПС600.18.30-П-1		18,2	9,0	27,2	4,6	31,8
-----------------	--	------	-----	------	-----	------

Карнизные панели отапливаемых зданий представляют собой плиты из легкого бетона марки М150 номинальной длиной 6 м, высотой 250 мм и шириной 650, 700 и 750 мм. Вынос консоли карниза 450 мм.

По назначению в стене здания стеновые панели разделяются на рядовые, перемычки, подкарнизные, подкарнизные перемычки, парапетные, парапетные перемычки и панели простенков. Схемы расположения этих панелей в стенах зданий приведены на рисунке 6.1.

Панели из легких бетонов на пористых заполнителях и из ячеистых бетонов армируют пространственными каркасами, состоящими из продольных плоских каркасов и отдельных стержней из стали классов А-III, А-II и В-I, свариваемых, контактной сваркой.

Напрягаемая арматура плоских панелей принята в трех вариантах: из арматурной стали классов Вр-II, А-IV и Ат-V; ненапрягаемая арматура – из стали классов А-II, А-I и В-I.

Карнизные панели армируют каркасами и сетками из арматурной стали классов А-III и В-I.

Монтажные петли приняты из стали класса А-I. Петли должны подбираться в каждом конкретном случае в зависимости от массы панелей.

Расчет панелей на прочность произведен на следующие нагрузки:

а) на усилия от собственной массы, возникающие в процессе распалубки и подъемно-транспортных операций (с коэффициентом динамичности $k_d = 1,5$);

б) на усилия, возникающие при возведении здания; при этом панели рассчитаны на нагрузку от собственной массы и ветровую нагрузку, определяемую по формуле $q = kq_0b$, где k – аэродинамический коэффициент, равный 1,4; q_0 – нормативный скоростной напор ветра, принятый для рядовых панелей неотапливаемых зданий равным 55 или 90 кгс/м², парапетных, подкарнизных, панелей-перемычек и рядовых панелей отапливаемых зданий – 90 кгс/м²; b – ширина панели, м;

в) на усилия в эксплуатационной стадии, при которой панели рассчитаны на нагрузку от собственной массы, массы оконных переплетов (400 кгс/м – только панели-перемычки) и горизонтальную ветровую нагрузку, определяемую по формуле $q_v = nkqb$, где n – коэффициент перегрузки, равный 1,2; k – аэродинамический коэффициент, равный 1,0 (активное давление плюс частичный отсос) или минус 0,8 (отсос плюс частичный напор изнутри здания); q – нормативная ветровая нагрузка, кгс/м²; для панелей-перемычек отапливаемых зданий, рассчитанных на восприятие скоростного напора ветра, приходящегося не только на площадь самой панели, но и на площадь остекления, указана суммарная ветровая нагрузка; b – ширина панели, м.

Подкарнизные панели рассчитаны, кроме того, на нагрузки, передаваемые карнизными панелями.

Карнизные панели рассчитаны на нагрузки от собственной массы, веса выравнивающего слоя, гидроизоляционного ковра и на временную нагрузку,

действующую по краю карниза от двух блоков подвесной люльки по 500 кг на один блок при расстоянии между ними 2 м.

Для защиты стен от атмосферного увлажнения и придания им декоративного вида на наружные поверхности панелей в заводских условиях наносятся отделочные или защитно-отделочные слои и покрытия в соответствии с рекомендациями, приведенными в вып. 0 серии 1.432-14.

Область применения панелей. Панели из легких бетонов на пористых заполнителях применяются в зданиях с сухим, нормальным и влажным режимом (относительная влажность внутреннего воздуха не более 75 %) с неагрессивной средой, а также со слабоагрессивными и среднеагрессивными газовыми средами.

Панели из ячеистых бетонов применяются в зданиях с сухим и нормальным режимом (относительная влажность внутреннего воздуха не более 60 %) с неагрессивными и слабоагрессивными газовыми средами.

Панели, предназначенные для применения в зданиях с агрессивной средой, должны иметь антикоррозионную защиту.

Выбор толщины панелей в зависимости от температурно-влажностных условий внутреннего и наружного воздуха производится с учетом теплотехнических характеристик.

Также при выборе марки стеновой панели необходимо обращать внимание на величину нормативной ветровой нагрузки (см. таблицы 6.3 и 6.4).

Таблица 6.4 – Величина ветровой нагрузки в зависимости от района строительства

Ветровые районы СССР	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа (кгс/м ²)	0,17 (17)	0,23 (23)	0,30 (30)	0,38 (38)	0,48 (48)	0,60 (60)	0,73 (73)	0,85 (85)

Панели могут применяться в зданиях с расчетной сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов с соответствующим изменением креплений панелей, швов между ними и заменой закладных изделий в панелях, а в зданиях с расчетной сейсмичностью 9 баллов – также с заменой парапетных панелей на парапетные панели-перемычки и верхних рядовых панелей в торцах зданий на панели-перемычки.

Панели для неотапливаемых зданий с шагом крайних колонн 12 м. Железобетонные предварительно напряженные стеновые панели длиной 12 м для неотапливаемых производственных зданий приведены в серии СТ-02-19/68 и в дополнении к ней.

Панели представляют собой ребристые плиты размерами 1,2×12,0, 1,8×12,0 и 2,4×12,0 м с высотой продольных ребер 300 мм и толщиной полки 30 мм.

Напрягаемая арматура продольных ребер принята в шести вариантах: из горячекатаной стали периодического профиля класса А-IIIв (ГОСТ 5781–61), упрочненной вытяжкой, горячекатаной стали периодического профиля

класса А-IV (ГОСТ 5781–61), термически упроченной стали классов Ат-IV и Ат-V (ГОСТ 10884–64), семипроволочных прядей класса П-7 по ЧМТУ/ЦНИИЧМ 426–61 и высокопрочной проволоки периодического профиля (ГОСТ 8480–63).

По назначению панели разделяются на рядовые, парапетные и перемычки.

Марка панели расшифровывается следующим образом: ПСЖА – панель стеновая железобетонная, армированная стержневой арматурой; ПСЖП – то же, прядевой арматурой. Цифры, следующие за буквами, определяют назначение панелей: 1 – рядовые; 2 – парапетные при нулевой привязке стен; 3 – парапетные при привязке 250 мм и более; 4 – перемычки. Вторая группа чисел означает различие панелей по нагрузкам внутри групп панелей, одинаковых по назначению, виду армирования и размерам. В знаменателе даны размеры панели, м.

Стены решаются с проемами ленточного остекления или с отдельными проемами с простенками, равными шагу колонн. Для заполнения оконных проемов применяются стальные переплеты по ГОСТ 8125–56 с шагом вертикальных импостов 2 м. Импосты крепятся болтами к продольным ребрам панелей-перемычек, устанавливаемых сверху и снизу оконных проемов. При ветровой нагрузке на панель-перемычку, превышающей значение 90 кгс/м^2 для перемычки данной марки, соответствующая часть ветровой нагрузки должна быть воспринята ветровым ригелем. Для первого яруса остекления максимальная высота проема может быть принята не более 16,0 м, а для последующих ярусов – не более 7,2 м.

Цокольная часть стен, как правило, должна выполняться из панелей высотой 1,2 м с обязательным опиранием их на фундаментные балки. Последние принимаются по серии КЭ-01-53. Высота глухого участка стены, опирающегося на фундаментную балку, не должна превышать 16,0 м.

Углы зданий решаются с помощью угловых блоков. Панели крепят к каркасу здания с помощью двух коротышей из уголков, привариваемых к закладным деталям в панелях и несущих конструкциях; при стальных несущих конструкциях – непосредственно к ним.

Панели, располагаемые над оконными проемами, устанавливают на стальные опорные консоли, привариваемые к закладным деталям в железобетонных колоннах (либо непосредственно к стальным колоннам). Опорные консоли должны предусматриваться также и на глухих участках стен во избежание разрушения панелей от веса вышележащего участка стены.

Толщина горизонтальных швов принята 15 мм, вертикальных – 30 мм. Для заполнения швов между панелями рекомендуется применять упругие синтетические прокладки (пороизол, пенополиуретан, пенопласт, гернит и

др.) с фиксацией толщины шва жесткими прокладками (из асбестоцемента, керамических плиток и др.). Заполнение шва цементным раствором допускается в виде исключения.

Панели могут применяться в зданиях со слабо- и среднеагрессивной степенью воздействия среды при условии следующих конструктивных изменений: толщина полки панели должна быть увеличена с 30 до 40 мм с соответствующим увеличением общей высоты плиты и расхода бетона; защитный слой сетки в полке должен быть увеличен до 15 мм; диаметр арматуры арматурных сеток должен быть увеличен с 3 до 4 мм. При этом плотность бетона и меры антикоррозионной защиты должны приниматься в соответствии с требованиями норм.

В дополнение к рабочим чертежам панелей из тяжелого бетона серии СТ-02-19/68 в рабочих чертежах серии 1.432-10 (вып. 1) приведены рабочие чертежи панелей из бетонов на пористых заполнителях с сохранением опалубочных размеров панелей и армирования.

Маркировка стеновых панелей. Марка панелей отапливаемых зданий расшифровывается следующим образом: ПС – панель стеновая; числа, следующие за буквами, соответственно обозначают номинальную длину, см, высоту, дм, и толщину, см. Во второй группе буква определяет материал панели: Я – ячеистый бетон, П – бетон на пористых заполнителях. В третьей группе первая цифра определяет назначение панели (рисунок 6.1), вторая цифра обозначает различия по расположению закладных деталей при несимметричном их расположении: цифра 1 – прямая марка, цифра 2 – обратная марка. В маркировке панелей, не имеющих обратных марок, вторая цифра отсутствует.

Пример: ПС650.12.20-Я-12 – панель стеновая длиной 650 см, высотой 12 дм, толщиной 20 см, из ячеистого бетона, рядовая, обратной марки.

Панели для неотапливаемых зданий представляют собой предварительно напряженные плоские железобетонные плиты толщиной 70 мм.

Номинальные длины панелей приняты равными 3,00; 6,00; 6,10 и 6,35 м, номинальные высоты – 0,9; 1,2; 1,5 и 1,8 м.

Марка панелей для неотапливаемых зданий расшифровывается следующим образом: ПС – панель стеновая; числа, следующие за буквами, соответственно обозначают номинальную длину, см, и высоту, дм. Во второй группе индексы Вр-П, А-IV и Ат-V обозначают вид напрягаемой арматуры, индекс Т – материал панелей. В третьей группе первая цифра определяет назначение панели (см. рисунок 6.1), вторая – различие по нормативному скоростному напору ветра, третья цифра обозначает различия по расположению закладных деталей при несимметричном их

расположении: 1 – прямая марка, 2 – обратная марка. В маркировке панелей, не имеющих обратных марок, вторая цифра отсутствует.

Пример: ПС600.9-АIVТ-411 – панель стеновая длиной 600 см, высотой 9 дм с напрягаемой арматурой класса А-IV из тяжелого бетона, подкарнизная, рассчитанная на восприятие нормативного скоростного напора ветра 55 кгс/м², прямая марка.

6.2 Порядок подбора стеновых панелей

Выбор стеновой панели в первую очередь зависит от ее положения в «плане» здания (рядовой, доборный или удлиненный элемент), а также шага конструкций, к которым выполняется крепление стеновых панелей и их привязки к осям здания.

Целью нашей работы является ознакомление с принципами безрасчетного проектирования промышленного здания. Поэтому за основные предпосылки подбора конструкций примем:

1) шаг колонн, к которым выполняется крепление стеновых панелей 6 м. Для зданий с шагом колонн по заданию 12 м применяются колонны фахверка, устанавливаемые по наружным осям здания. Вследствие этого принимается рядовой элемент, то есть его номинальная длина составляет 6 м;

2) при подборе панели не учитываем ветровую нагрузку и не выполняем теплотехнический расчет. Толщину панели принимаем на основании задания на проектирование;

3) расстановку стеновых панелей по высоте производим из условия отсутствия остекления на рассматриваемом участке, что позволит определить максимальную нагрузку, действующую на фундамент.

Учитывая сделанные предпосылки, примем: стеновые панели толщиной 200 мм, номинальной длиной 6,0 м (600 см), выполненные из ячеистого бетона.

Далее выполняем фактическую расстановку стеновых панелей по высоте, учитывая:

1) высоту до низа стропильных конструкций 6,6 м (по заданию);

2) высоту стропильной балки на опоре 900 мм (номинальный размер для принятой конструкции);

3) высоту принятой плиты покрытия 300 мм;

4) высоту кровельного пирога, можно принять для всех работ 200 мм. Сам кровельный пирог включает в себя: выравнивающий слой, пароизоляцию, утеплитель, уклонообразующий слой из керамзита, армированную стяжку, грунтовку, нижний слой кровельного ковра и верхний слой кровельного ковра;

5) так как кровля не эксплуатируемая, то высота парапета должна быть не менее 500 мм. Для примера на эксплуатируемой кровле высота парапета должна составлять не менее 1200 мм (требование СНиП II-26–76 «Кровли»);

- б) положения низа первой панели (отметка чистого пола 0,000, рисунок 6.3);
- 7) высоту первой панели 1200 мм (12 дм);
- 8) при расстановке стеновых панелей по высоте необходимо следить, чтобы горизонтальные швы стыковки стеновых панелей не попадали на стыки оголовка колонны и стропильной балки, а также стропильной балки и плиты покрытия. При этом низ яруса панелей, располагаемого в пределах конструкций покрытия, должен находиться на 600 мм ниже верха колонн.

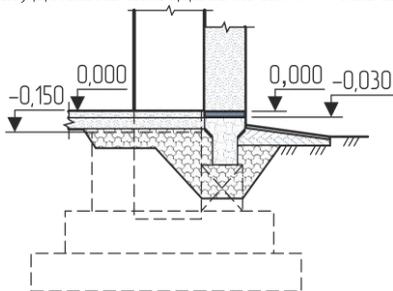


Рисунок 6.3 – Схема расположения фундаментной балки и нижней стеновой панели

С учетом всех оговоренных условий мы получим участок высотой не менее 7,3 м, на котором необходимо разместить стеновые панели (рисунок 6.4).

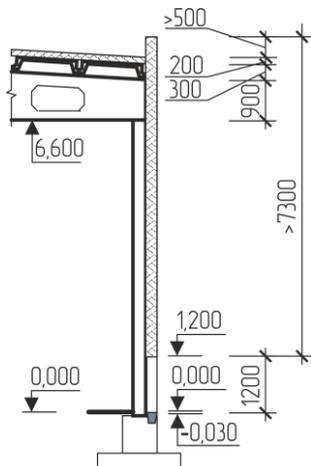


Рисунок 6.4 – Условная схема расположения наружных стеновых панелей

Так как высота стеновых панелей кратна 0,6 м, то округлим требуемую высоту размещения стеновых панелей до 7,8 м.

Для выбора панели парапета вычислим отметку верха парапета и определим расстояние от этой точки до верха колонны.

Отметка верха парапета составит: $1,200 + 7,800 = 9,000$ м.

Расстояние от верха парапета до верха колонны: $9,000 - 6,600 = 2,400$ м.

Расстояние от верха парапета до стропильной балки: $2,400 - 0,900 = 1,500$ м.

Примем панель парапета высотой 1,800 м для надежного ее крепления. В результате мы получим участок от низа панели парапета до верха цокольной панели высотой 6,0 м.

Проиллюстрируем выполненные расчеты и принятое решение на рисунке 6.5.

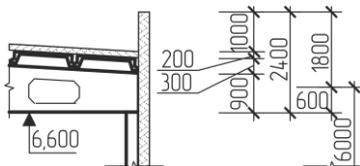


Рисунок 6.5 – Схема участка стены в зоне парапета

На оставшемся участке высотой 6,0 м можно разместить стеновые панели высотой 1,2 м в количестве 5 штук.

В итоге принимаем: шесть стеновых палей высотой 1,2 м и одна стеновая панель высотой 1,8 м.

Проиллюстрируем принятое решение на рисунке 6.6.

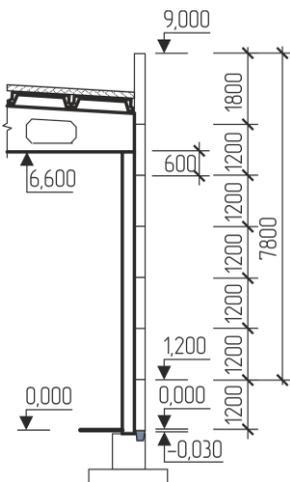


Рисунок 6.6 – Принятая схема расположения наружных стеновых панелей

Для дальнейших расчетов нам понадобится информация о массе участка стенового ограждения, приходящегося на один фундамент. Для всех работ этот участок составит 6,0 м.

Расчет выполним по следующей формуле:

$$G_{\text{факт}} = (n_{09}V_{09} + n_{12}V_{12} + n_{18}V_{18})\rho k,$$

где n_{09} , n_{12} и n_{18} – количество стеновых панелей высотой соответственно 9, 12 и 18 дм; V_{09} , V_{12} и V_{18} – объем бетона на одну стеновую панель высотой соответственно 9, 12 и 18 дм (принимается по таблице 6.2); ρ – объемная масса материала, кг/м³, назначается в зависимости от принятого материала, так, для ячеистых бетонов автоклавного твердения для стеновых панелей она составляет от 400 до 800 кг/м³ с шагом 100; k – коэффициент, учитывающий отпускную влажность бетона (см. примечание к таблице 6.2).

При определении массы стенового ограждения массой раствора заполнителя швов можно пренебречь.

В итоге, на основании принятых решений, получаем: $n_{12} = 6$, $n_{18} = 6$; $V_{12} = 1,41 \text{ м}^3$, $V_{18} = 2,13 \text{ м}^3$; $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; $k = 1,2$.

Масса стенового ограждения, приходящегося на один фундамент:

$$G_{\text{факт}} = (6 \cdot 1,41 + 1 \cdot 2,13) \cdot 800 \cdot 1,2 = 10166,4 \text{ т} \approx 10,167 \text{ т}.$$

Окончательно принимаем для исполнения на участке стенового ограждения, приходящегося на один фундамент:

6 штук – **ПС600.12.20-Я-1**;

1 штука – **ПС600.18.20-Я-1**;

вес стены $G_{\text{стен}} = 10,167 \text{ т}$.

7 ФУНДАМЕНТНЫЕ БАЛКИ

7.1 Общие сведения

Фундаментные балки применяют при отдельно стоящих фундаментах под наружные и внутренние стены (панельные или из штучных материалов). Фундаментные балки изготавливают сборными железобетонными. Они выполняют не только функции несущего элемента в стенах из штучных материалов, но и служат конструктивным элементом, отделяющим от грунта высокопористый материал стен, который не может соприкоснуться с грунтом без устройства особой гидроизоляционной защиты. В сейсмических районах фундаментные балки, взаимно соединенные в местах опирания на фундаменты, могут выполнять роль непрерывного обвязочного пояса, воспринимающего горизонтальные усилия, действующие в плоскости стен.

Конструктивная длина фундаментных балок зависит от шага колонн, размеров подколеника и глубины заложения фундаментов. При этом различают два случая: заглубление фундаментов диктуется глубиной промерзания грунта; глубина заложения подошвы фундамента определяется

габаритами внутрицевых подземных коммуникаций, подвальных помещений, фундаментов под технологическое оборудование и т. п.

При разработке типовых сборных железобетонных колонн межотраслевого назначения исходные условия предусматривали завершение работ нулевого цикла до монтажа колонн, что требует размещения верха фундаментов как можно ближе к поверхности земли с тем, чтобы после устройства бетонной подготовки полов, по которой будут передвигаться монтажные механизмы, стаканы фундаментов для заделки колонн оставались открытыми. Размещение верха фундаментов принято на 150 мм ниже отметки чистого пола, что исключает возможность размещения фундаментных балок по верху фундаментов. Поэтому их опирают на бетонные столбики, либо (при панельных стенах) на торцах балок предусматривают арматурные выпуски, которыми балки опираются непосредственно на верх подколонников фундаментов. В этом случае длина фундаментных балок диктуется расстоянием в свету между подколонниками смежных фундаментов.

При глубокоом заложении фундаментов (свыше 5 м) целесообразно применять «удлиненные» колонны (цельные или стыкуемые из двух элементов), поскольку увеличение высоты подколонников фундаментов для использования типовых железобетонных колонн потребует значительного дополнительного расхода бетона. В этом случае длина фундаментных балок определяется расстоянием между разбивочными осями здания, диктующими шаг колонн; фундаментные балки опираются на бетонные столбики либо на консоли колонн.

Между стенами и фундаментными балками устраивают гидроизоляцию (обычно слой цементного раствора состава 1 : 3 толщиной 30 мм), поэтому верх балок принимают на 30 мм ниже уровня чистого пола помещения, чтобы не нарушать модульную разбивку стеновых панелей по высоте здания, начинающуюся от нулевой отметки верха пола.

Фундаментные балки для шага колонн 6 м. Рабочие чертежи типовых сборных железобетонных балок разработаны Промстройпроектом в серии 1.415-1. Балки предназначены для самонесущих стен толщиной в один, полтора и два кирпича, для самонесущих стен из крупных блоков толщиной 400 и 500 мм, а также для самонесущих стен из панелей толщиной 200, 250, 300 мм и стен с навесными панелями толщиной 200, 250 и 300 мм. Внутренние стены и перегородки приняты толщиной в один кирпич.

Типовые фундаментные балки этой серии применимы для сплошных стен либо для стен с оконными или дверными проемами в средней части фундаментной балки (во внутренних стенах проем может быть сдвинут в сторону от средней части, однако его край должен отстоять от торца балки не менее чем на 0,8 м).

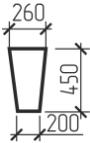
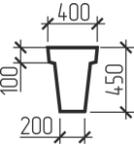
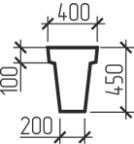
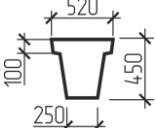
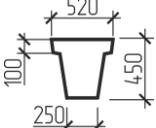
Ширина оконных проемов не должна превышать 4,5 м, а их высоту до перемычки принимают не более 6,0 м в стенах высотой до 10,0 м и 7,2 м в

стенах высотой до 15,0 м. Дверные проемы могут иметь ширину до 2 м и высоту 2,4 м. Высота кладки до низа окон может быть 1,2 или 1,8 м. Эти положения приняты за основу при определении схем нагрузок на фундаментные балки.

В тех случаях, когда расположение и размеры проемов в стенах отличаются от указанных основных исходных данных, учтенных при разработке рабочих чертежей балок, необходим поверочный расчет сечений балок на конкретные нагрузки.

Балки армируют ненапрягаемой арматурой в виде сварных каркасов и изготавливают из тяжелого бетона плотной структуры (марка бетона по водонепроницаемости должна быть не ниже В-4). Сортамент и технические характеристики типовых фундаментных балок серии 1.415-1 приведены в таблице 7.1.

Т а б л и ц а 7.1 – Сортамент и технические параметры фундаментных балок для шага колонн 6 м

Сечение балки	Марка балки	Длина, мм	Вес, тс	Марка бетона	Расход бетона	Расход арматуры, кг, класса			
						A-III	A-I	всего	
	ФБ6-1	5950	1,6	M200	0,62	37	11	48	
	ФБ6-2	5050	1,3		0,52	16	17	33	
	ФБ6-3	4750	1,2		0,49	15	16	31	
	ФБ6-4	4450	1,2		0,46	10	16	26	
	ФБ6-5	4800	1,1		0,45	10	16	26	
		ФБ6-6	5950	1,6	M300	0,62	29	25	54
		ФБ6-7	5050	1,3	M200	0,52	20	22	42
		ФБ6-8	4750	1,2		0,49	19	21	40
		ФБ6-9	4450	1,2		0,46	14	21	35
		ФБ6-10	4300	1,1		0,45	13	20	33
ФБ6-11		5950	1,8	M300		0,71	58	28	86
		ФБ6-12	5050	1,5	M200	0,60	25	26	51
		ФБ6-13	4750	1,4		0,57	19	25	44
		ФБ6-14	4450	1,3	M300	0,53	14	20	34
		ФБ6-15	4300	1,3		0,51	14	19	33
	ФБ6-16	5950	1,8	M200	0,71	46	23	69	
		ФБ6-17	5050	1,5	M300	0,60	16	21	37
		ФБ6-18	5950	1,8	M300	0,71	34	15	99
		ФБ6-19	5050	1,5		0,60	42	14	56
		ФБ6-20	4750	1,4		0,57	35	13	48
		ФБ6-21	4450	1,3		0,53	22	24	46
		ФБ6-22	4300	1,3		0,51	21	24	45
			ФБ6-23	5950	1,8	M200	0,71	19	22
ФБ6-24	5050		1,5	0,60	12		21	38	
ФБ6-25	4750		1,4	0,57	9		20	29	
ФБ6-26	4450		1,3	0,53	8		19	27	
ФБ6-27	4300		1,3	0,51	8		19	27	

	ФБ6-28	5950	2,2	M300	0,89	71	40	111	
	ФБ6-29	5050	1,9		0,75	42	15	57	
	ФБ6-30	4750	1,8		0,71	23	26	49	
	ФБ6-31	4450	1,7	M200	0,56	22	25	47	
	ФБ6-32	4300	1,6		0,64	21	25	46	
	ФБ6-33	5950	2,2	M200	0,89	85	17	82	
	ФБ6-34	5050	1,9		0,75	25	27	52	
		ФБ6-35	5950	2,2	M300	0,89	78	51	129
		ФБ6-36	5050	1,9		0,75	63	15	78
ФБ6-37		4750	1,8	0,71		51	15	66	
ФБ6-38		4450	1,7	0,66		26	32	53	
ФБ6-39		4300	1,6	0,64		25	31	56	

Окончание таблицы 7.1

Сечение балки	Марка балки	Длина, мм	Вес, тс	Марка бетона	Расход бетона	Расход арматуры, кг, класса		
						A-III	A-I	всего
	ФБ6-40	5950	0,8	M200	0,32	7	6 (4)	17
	ФБ6-41	5050	0,7		0,27	6	12 (4)	22
	ФБ6-42	4750	0,7		0,26	6	11 (4)	21
	ФБ6-43	4450	0,6		0,24	5	11 (4)	20
	ФБ6-44	4300	0,6		0,23	5	11 (4)	20
	ФБ6-45	5950	1,0	M200	0,41	7	6 (5)	18
	ФБ6-46	5050	0,9		0,35	6	12 (4)	22
	ФБ6-47	4750	0,8		0,33	6	11 (4)	21
	ФБ6-48	4450	0,8		0,31	5	11 (4)	20
	ФБ6-49	4300	0,8		0,30	5	11 (4)	20

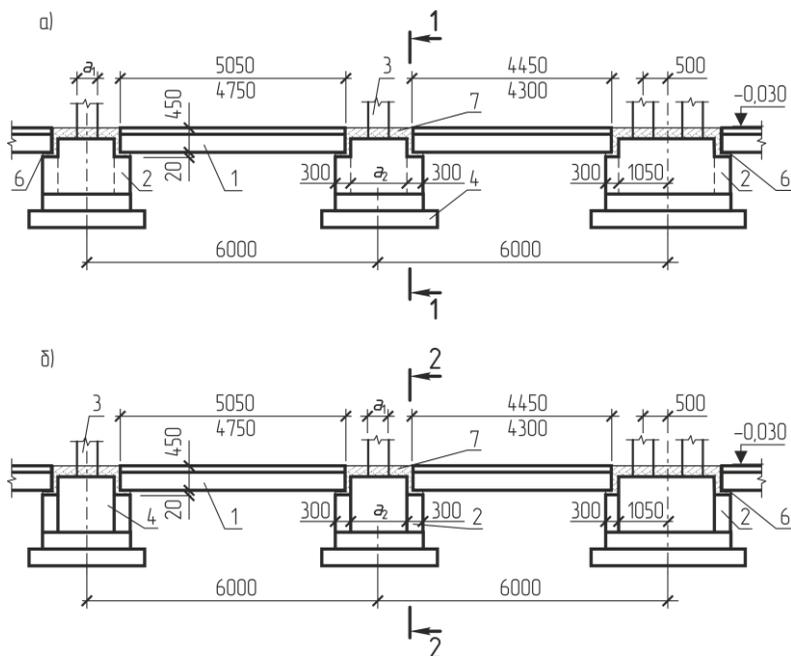
Примечание – Для балок с ФБ6-40 по ФБ6-49 в скобках указан расход стали класса В-I.

Балки рассчитаны на нагрузку от кирпичных стен высотой до 15 м, однако они могут быть применены и при большей высоте этих стен, если расчетные усилия от конкретных нагрузок не превышают несущую способность фундаментных балок по изгибающему моменту к поперечной силе. Допустимая высота самонесущих стен определяется расчетом на смятие материала стен в зоне опирания балок на фундаменты. Способы опирания балок на типовые монолитные фундаменты показаны на рисунке 7.1.

При расчете фундаментных балок рассмотрены три случая их загрузки: в период возведения стен летом, при возведении стен зимой методом замораживания, в эксплуатационной стадии. Для случая раннего замораживания раствора кладки и последующего оттаивания в естественных условиях учитывалось, что высота сплошных стен не превышает 10 м, а стен с проемами – 8 м.

Ключи для подбора необходимых марок фундаментных балок серии 1.415-1 приведены в таблицах 7.2–7.5, в которых условно указаны только цифровые индексы марок, характеризующие размер пролета (длины) балки и ее несущую способность. В этих таблицах для каждого сочетания высоты и толщины стен указана группа из пяти балок, имеющих одинаковое сечение и отличающихся длиной, зависящей от проектного положения балки в стене (рядовые, примыкающие к поперечному температурному шву или к торцу здания) при двух размерах ширины подколонников типовых фундаментов 900 и 1200 мм (см. рисунок 7.1).

В зданиях с навесными панельными стенами при наличии на полах технологических проливов, агрессивных по отношению к материалу стен, или устройства в нижней части стен значительного числа отверстий может быть предусмотрено устройство кирпичного цоколя, что также необходимо учитывать при выборе марки фундаментных балок.



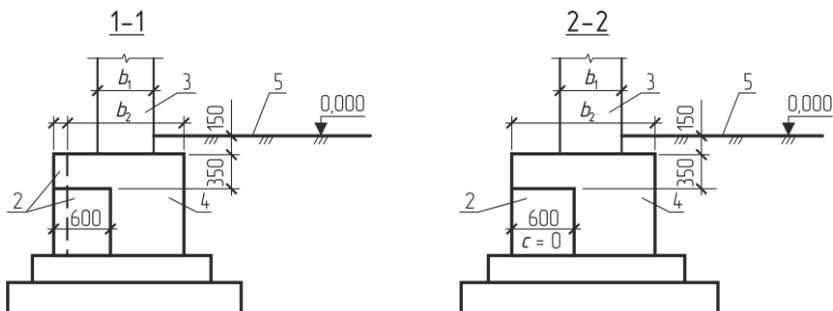


Рисунок 7.1 – Опираие фундаментных балок на типовые монолитные фундаменты при шаге колонн 6 м:

a – когда недостаточна ширина площадки подколонника за наружной гранью колонны со стороны опирания фундаментных балок; *b* – когда фундаментные балки могут быть размещены между наружной гранью колонны и краем подколонника: 1 – фундаментная балка; 2 – бетонный столбик, выполняемый при бетонировании фундамента либо отдельно; 3 – сборная железобетонная колонна; 4 – фундамент; 5 – уровень чистого пола цеха; б – слой цементного раствора толщиной 20 мм для обеспечения проектного положения фундаментной балки и ее плотного касания с фундаментом в месте передачи нагрузки; 7 – бетон или цементный раствор

Таблица 7.2 – Ключ подбора марок фундаментных балок под кирпичные стены

Высота стены, м	Толщина стены, мм		
	250	380	510
До 10	1, 2, 3, 4, 5	11, 12, 13, 14, 15	28, 29, 30, 31, 32
Свыше 10 (до 15)	6, 7, 8, 9, 10	18, 19, 20, 21, 22	35, 36, 37, 38, 39

Примечание – В стенах высотой до 10 м и толщиной 380 и 510 мм целесообразно проверять расчетом возможность применения балок ФБ6-16, ФБ6-17, ФБ6-33 и ФБ6-34, имеющих меньший расход арматуры.

Таблица 7.3 – Ключ подбора марок фундаментных балок под стены из крупных блоков

Высота стены, м	Толщина стены, мм	
	400	500
Свыше 10	13, 14, 15, 16, 17	30, 31, 33, 34
Свыше 10 (до 15)	11, 12, 13, 14, 15	28, 29, 30, 31, 32
Свыше 15 (до 22)	18, 19, 20, 21, 22	35, 36, 37, 38, 39

Примечание – Объемный вес материала блоков не более 1200 кг/м³.

Таблица 7.4 – Ключ подбора марок фундаментных балок под панельные навесные стены

Высота стены, м	Стены без кирпичного цоколя толщиной, мм		Стены с кирпичным цоколем
	200	250, 300	
Не ограничена	40, 41, 42, 43, 44	45, 46, 47, 48, 49	23, 24, 25, 26, 27

Таблица 7.5 – Ключ подбора марок фундаментных балок под панельные самонесущие стены

Высота стены, м	Толщина стены, мм	
	200, 250	300
До 16	1, 2, 3, 4, 5	11, 12, 13, 14, 15
Свыше 16 (до 24)	6, 7, 8, 9, 10	18, 19, 20, 21, 22
<i>Примечание</i> – Объемный вес материала блоков не более 1200 кг/м ³ .		

Фундаментные балки для шага колонн 12 м в данном пособии не рассматриваются, так как заданием на проектирование принят шаг фундаментов под основные колонны и колонны фахверка 6 м.

Маркировка фундаментных балок. Структура сокращенной марки фундаментной балки представлена на рисунке 7.2

$$\frac{XX}{1} \frac{X}{2} \frac{-X}{3}$$

Рисунок 7.2 – Структура марки фундаментной балки

На рисунке 7.2 указанные порядковые номера обозначают: 1 – наименование конструкции (ФБ – фундаментная балка), 2 – расстояние в метрах между осями разбивочной сети фундаментов, 3 – порядковый номер балки по несущей способности.

Полная марка балки может содержать также номер типоразмера (в начале марки), вариант армирования несущей арматурой, условия строповки, условия среды эксплуатации и другие параметры.

7.2 Порядок подбора фундаментных балок

Согласно заданию на проектирование выполняются панельные самонесущие стены. Толщина стеновой панели 200 мм. На основании этого по таблице 7.5 принимается условная марка от 1 до 10.

Выбор конкретного значения условной марки фундамента зависит от фактической длины фундаментной балки. Длина фундаментной балки в свою очередь зависит от условий размещения, привязки колонн к осям и размеров подколонника фундамента (см. рисунок 7.1).

Размер подколонника фундамента в плане принимается в разделе 8 данного пособия и зависит от размеров сечения колонны.

Согласно рассматриваемой серии в данном пособии, возможны следующие размеры колонн, марка подколонника и его размеры в плане соответственно, а также реальная длина фундаментной балки для рядового шага колонн 6 м с центральной привязкой к поперечной оси здания:

300×300 мм – А – 900×900 мм – 5050 мм;

400×300 мм – А – 900×900 мм – 5050 мм;

400×400 мм – А – 900×900 мм – 5050 мм;

500×500 мм – Б – 1200×1200 мм – 4750 мм.

Следовательно, для колонн сечением 300×300, 400×300 и 400×400 мм для рядового шага колонн применяются фундаментные балки марки ФБ6-2.

Для колонн сечением 500×500 мм для рядового шага колонн применяются фундаментные балки марки ФБ6-3.

Для стеновых панелей толщиной 250 мм в рамках данной работы применяются такие же балки. Для стеновых панелей толщиной 300 мм выбор выполняется аналогично и принимаются фундаментные балки марки ФБ6-12 и ФБ6-13 соответственно.

В рассматриваемом примере приняты размеры колонны наружного ряда $a = 400$ мм, $b = 300$ мм, следовательно, к исполнению принимаются фундаментные балки **ФБ6-2**. Вес балки составляет $G_{фб} = 1,3$ тс.

8 ФУНДАМЕНТЫ

8.1 Общие сведения

Размеры и несущая способность типовых монолитных железобетонных фундаментов на естественном основании выбраны исходя из области применения унифицированных габаритных схем одноэтажных промышленных зданий и на основе результатов многовариантных расчетов, выполненных с использованием ЭВМ. Фундаменты разработаны применительно к типовым сборным железобетонным колоннам прямоугольного и двухветвевое сечений, предназначенным для зданий без мостовых кранов и с кранами грузоподъемностью до 50 т.

Рабочие чертежи фундаментов под колонны прямоугольного сечения разработаны в серии 1.412-1/77 и под колонны двухветвевое сечения – в серии 1.412-2/77. В сравнении с фундаментами, применявшимися в проектировании до введения в 1978 г. в действие рабочих чертежей указанных серий, на новые типовые фундаменты расходуется меньше арматурной стали в подколонниках благодаря учету дополнительных результатов исследования, выполненных НИИЖБ Госстроя СССР при совершенствовании норм проектирования конструкций. В новых фундаментах проведена более широкая унификация размеров элементов, позволившая разработать ограниченное число стандартных опалубочных форм многократного использования.

Типовые конструкции фундаментов запроектированы для условий выполнения работ нулевого цикла до монтажа колонн; верх подколонников принят на 150 мм ниже отметки чистого пола здания.

Типовые фундаменты могут быть применены для грунтов с расчетным сопротивлением от 1,5 до 6 кгс/см², кроме районов с вечномерзлыми грунтами, горными выработками и расчетной сейсмичностью зданий выше 7 баллов. Принят следующий ряд унифицированных расчетных давлений на грунты, тс/м²: 15,0; 17,5; 20,0; 22,5; 25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 45,0; 50,0; 55,0; 60,0.

В связи с многочисленностью видов исходных данных и их возможных сочетаний, рабочие чертежи типовых фундаментов разработаны не в полностью законченном виде, а как материалы, подлежащие доработке при

проектировании конкретных объектов. В них содержатся общие указания по выбору фундаментов и их маркировке, таблицы и графики для определения размеров подошвы и подколонника фундаментов и марки бетона; графики для подбора арматурных изделий, справочные данные по номенклатуре фундаментов, сортаменту использованных арматурных изделий, опалубочным размерам, расходу материалов.

В прочих чертежах широко используются унифицированные сварные арматурные сетки серии 1.410-2. Недостающие арматурные изделия разработаны в отдельных выпусках на стадии рабочих чертежей.

Чертежи фундаментов составлены как заготовки, дорабатываемые проектировщиками; при этом указываются: нагрузки на фундамент в уровне верха подколонника (две комбинации для основного сочетания нагрузок – при максимальной и минимальной вертикальной силе); разбивочные оси и размеры привязок к краям фундаментов; разбивочные риски на подколоннике; высота фундамента и размеры стакана в подколоннике; марка фундамента и арматурных изделий; масса арматурных изделий и суммарный расход стали; марка и объем бетона. В необходимых случаях вычерчиваются: бетонные столбики для опирания фундаментных балок; вертикальные сетки в тех подколонниках, которые необходимо армировать по высоте.

Марка фундамента состоит из буквенных и цифровых индексов. Первый буквенный индекс Ф обозначает вид конструкции (фундамент), второй – А, Б, В, Г, Д (или АТ, БТ, ВТ, ГД, ДТ, если фундамент у температурного шва здания) – соответствует типу подколонника; первый и второй цифровые индексы обозначают типоразмер фундамента в зависимости от размера соответствующей подошвы (таблица 8.1) и высоты (таблица 8.2) фундамента.

Т а б л и ц а 8.1 – Размер подошвы и порядковый номер типоразмера

Размер подошвы $a \times b$, м	Порядковый номер типоразмера	Размер подошвы $a \times b$, м	Порядковый номер типоразмера
1,5×1,5	1	3,6×3,0	11
1,8×1,8	2	4,2×3,0	12
1,8×2,1	3	4,2×3,6	13
2,1×1,8	4	4,8×3,6	14
2,4×1,8	5	4,8×4,2	15
2,4×2,1	6	5,4×4,2	16
2,7×2,1	7	5,4×4,8	17
2,7×2,4	8	5,4×5,4	18
3,0×2,4	9	6,0×5,4	19
3,3×2,7	10		

Т а б л и ц а 8.2 – Высота фундамента и порядковый номер типоразмера

Высота фундамента, м	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2
Порядковый номер типоразмера	1	2	3	4	5	6

Марка унифицированных арматурных сеток серии 1.410-2 имеют буквенный индекс С и цифровые индексы. Первый после буквенного цифровой индекс обозначает диаметр рабочей арматуры в миллиметрах. Например, марка С12-10×24 обозначает сетку с рабочими стержнями диаметром 12 мм и длиной этих стержней 2350 мм. В тех случаях, когда используется унифицированная сетка с уменьшенным числом поперечных стержней (без одного или без двух крайних стержней), в марке сетки проставляется дополнительный цифровой индекс перед индексом С (1), С14-8×21 или, если предусматривается приварка двух дополнительных поперечных стержней (по одному с каждой стороны) для обеспечения анкеровки рабочих стержней продольной арматуры, то в марке указывают индекс (1), то есть в этом случае марка сетки будет иметь вид С(1)18-16×42.

В этой главе справочника приведены материалы для рядовых фундаментов, однако в рабочих чертежах разработаны также фундаменты для температурных швов.

Конструкция и расчет фундаментов. Фундаменты состоят из плитной части и подколонника, в котором имеется стакан для заделки сборной колонны (рисунок 8.1). Плитная часть и подколонник имеют вертикальные грани; их унифицированные размеры кратны 300 мм и зависят от несущей способности фундамента, глубины его заложения, размеров поперечного сечения типовых колонн.

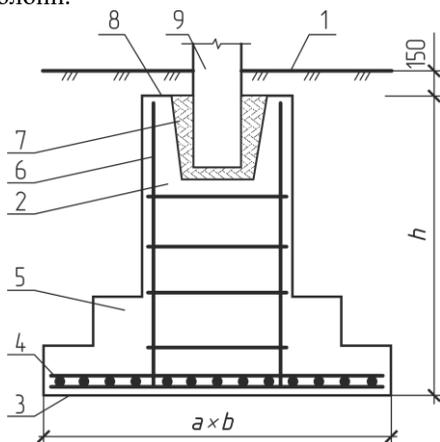


Рисунок 8.1 – Общий вид монолитного столбчатого фундамента (разрез):

1 – поверхность чистого пола цеха; 2 – подколонник; 3 – подошва фундамента;
4 – два ряда арматурных сеток; 5 – плитная часть; 6 – вертикальные сетки подколонника;

- 7 – раствор или бетон замоноличивания стакана; 8 – верх (обрез фундамента);
9 – сборная железобетонная колонна, заделанная в стакане фундамента

Фундаменты выполняют из бетона марки М150 либо М200 в зависимости от результатов расчета фундамента на продавливание. Арматура принята в виде плоских сварных сеток из стали классов А-I, А-II, А-III. Плитная часть армирована рабочими стержнями из стали класса А-II, исходя из условия ограничения ширины раскрытия трещин в подошве. Защитный слой бетона до арматуры плитной части назначен 35 мм, что требует обязательного устройства под подошвой слоя подготовки толщиной 100 мм из бетона марки М50.

Плитная часть фундаментов имеет ступенчатую форму. Количество ступеней – не более трех и зависит от размеров подошвы, а также от размеров поперечного сечения подколонника. Размеры подколонников определены исходя из условий обеспечения надежной заделки в стакане типовых колонн прямоугольного сечения серий 1.423-3, 1.423-5, КЭ-01-49 и двухветвевое сечения серии КЭ-01-52. Размеры стаканов предусматривают возможность заделки фахверковых колонн серии КЭ-01-55, а также ранее действовавших типовых колонн прямоугольного сечения серии КЭ-01-49, предназначенных для зданий без мостовых кранов. Унифицированные размеры подколонников приведены в таблицах 8.3 и 8.4.

Плитную часть армируют сетками, укладываемыми в два ряда по высоте, нижний ряд – в направлении действия момента из комбинации усилий, определившей марку фундамента. Подколонники армируют двумя вертикальными сетками, располагаемыми у растянутой и сжатой граней, в тех случаях, когда прочность подколонника обеспечивается бетонным сечением, вертикальные сетки устанавливают только в верхней стаканной части подколонника. В пределах высоты стаканов укладывают горизонтальные сетки (пять сеток при глубине стакана 700 мм и шесть сеток при большей глубине). Если необходимо увеличить несущую способность подколонника по смятию бетона под торцом колонны, то ниже стакана устанавливают две горизонтальные сетки косвенного армирования (рисунок 8.2).

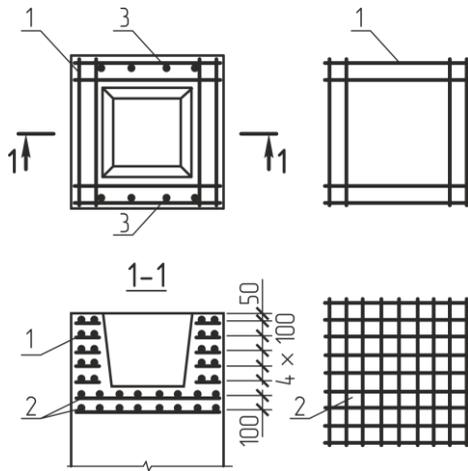


Рисунок 8.2 – Схема армирования стенок стакана:

1 – сетки горизонтального армирования подколонника; 2 – сетки косвенного армирования; 3 – вертикальная арматура подколонника (в сечении 1–1 условно не показана)

Бетонные столбики для опирания фундаментных балок бетонируют одновременно с подколонником либо отдельно, если при возведении фундаментов используют унифицированную стальную опалубку, которая для уменьшения числа типов щитов и снижения расхода стали на них не предусматривает возможности устройства столбиков при бетонировании подколонников.

Распределение давлений на естественное основание в пределах площади подошвы и размеры типовых фундаментов определены с учетом следующих предпосылок:

- среднее давление на грунт под фундаментом от основного сочетания расчетных нагрузок (коэффициент перегрузки $n = 1$) не превышает расчетного давления на основание R , вычисленного по формуле (17) СНиП II-15–74;

- для внецентренно-нагруженных фундаментов эпюра давления на грунт трапециевидная или треугольная, при этом не допускается неполное касание подошвы с грунтом, а наибольшее значение краевого давления не превышает $1,2R$;

- среднее значение удельного веса фундамента и грунта на уступах плитной части в пределах контура подошвы принято 2 тс/м^3 ;

- грунты основания удовлетворяют требованиям п. 3.70 СНиП II-15–74.

Если грунты не удовлетворяют указанным требованиям, то необходима проверка основания по осадкам, просадкам и набуханию.

Несущая способность плитной части определена расчетом на продавливание по контуру подколонника и по контуру каждой ступени, а также на изгиб консольных выступов по граням колонны и каждой ступени. Плитная часть также проверена расчетом на продавливание по контуру колонны ниже ее торца и на раскалывание. При этом расчетное сопротивление бетона определено с учетом коэффициента $m_{б1} = 1,1$ (п. 2.13 и таблицы 15 СНиП 11-21-75).

Несущая способность подколонников определена расчетом на внецентренное сжатие как железобетонного элемента коробчатого сечения в пределах стаканной части и как железобетонного или бетонного элемента прямоугольного сечения ниже стакана. Прочность подколонников также проверена по наклонному сечению. Расчет на местное сжатие дна стакана (смятие бетона под торцом колонны) выполнен в предположении центрального сжатия без учета сцепления бетона колонны и подколонника на вертикальных гранях.

Таблица 8.3 – Типы и унифицированные размеры подколонников для фундаментов под колонны прямоугольного сечения

Сечение колонны $a \times b$, мм	Подколонник рядового фундамента		Размеры стакана, мм			Объем стакана, м ³
	тип	размеры сечения, мм	глубина	в плане $a \times b$		
				понизу	поверху	
300×300	А	900×900	700	400×400	450×450	0,13
400×300			700	500×400	550×450	0,16
400×400			800; 900	500×500	550×550	0,22; 0,25
500×400	Б	1200×1200	800	600×500	650×550	0,26
500×500			800; 900	600×600	650×650	0,31; 0,35
600×400			800; 900	700×500	750×550	0,30; 0,34
600×500			800	700×600	750×650	0,36
700×400	В	1800×1800	950	800×500	850×550	0,41
800×400			900; 950	900×500	950×550	0,44; 0,46
800×500			900	900×500	950×650	0,52

Таблица 8.4 – Типы и унифицированные размеры подколонников для фундаментов под колонны двухветвевое сечения

Сечение колонны $a \times b$, мм	Подколонник рядового фундамента		Размеры стакана, мм			Объем стакана, м ³
	тип	размеры сечения, мм	глубина	в плане $a \times b$		
				понизу	поверху	
1000×400	Г	1800×1200	950	1100×500	1150×550	0,56
1000×500			1250	1100×600	1150×650	0,88
1300×500	Д	2100×1200	950; 1250	1400×600	1450×650	0,85; 1,10
1400×500			950; 1250	1500×600	1550×650	0,90; 1,20
1400×600			1250	1500×700	1550×750	1,40

Методика подбора марок фундаментов. Для подбора типового фундамента необходимо иметь исходные данные, определяемые при разработке конкретного проекта здания: расстояние между поперечными температурными швами, высота здания до низа стропильных конструкций, размеры поперечного сечения колонны и глубина ее заделки в стакан подколонника, глубина заложения фундамента (отметка подошвы), значение усилий N , M , Q на уровне верха подколонника от основного сочетания расчетных и нормативных нагрузок, расчетные значения характеристик грунтов по результатам испытаний образцов грунтов.

Подбор фундаментов может быть выполнен в такой последовательности:

1 Определяют марку фундамента. Согласно заданным размерам сечения колонны и глубины ее заделки в стакан фундамента, по таблицам 8.3 и 8.4 выбирают тип подколонника (буквенный индекс) и размеры стакана. Для заданных грунтов назначают условное расчетное давление R_0 на грунт и затем, учитывая бытовое давление, определяют расчетное давление R_0 , тс/м², на отметке подошвы фундамента.

Приняв значение R_0 равным ближайшему унифицированному расчетному давлению на грунт основания и пользуясь значением нормальной силы на уровне верха фундамента и изгибающего момента, подсчитанного на уровне низа фундамента, по соответствующим графикам находят порядковый номер предварительного типоразмера подошвы, а по нему – размеры подошвы в плане (таблица 8.5). Значения нормальной силы и изгибающего момента принимают нормативными, поскольку при расчете оснований по деформациям коэффициент перегрузки $n = 1$.

Т а б л и ц а 8.5 – Размеры подошвы и вес фундамента с грунтом на уступах

Порядковый номер типоразмера подошвы	Размеры подошвы $a \times b$, м	Марка фундамента без второго цифрового индекса	Вес фундамента и грунта на уступах плитной части, тс, при отметке низа подошвы, м					
			1,65	1,95	2,55	3,15	3,75	4,35
1	1,5×1,5	ФА1	7	9	11	14	17	20
2	1,8×1,8	ФА2, ФБ2	11	16	18	20	24	28
4	2,1×1,8	ФА4, ФБ4, ФВ4	12	15	19	24	28	33
5	2,4×1,8	ФА5, ФБ5, ФВ5	14	17	22	27	32	38
6	2,4×2,1	ФА6, ФБ6, ФВ6, ФГ6	17	20	26	32	38	44
7	2,7×2,1	ФА7, ФБ7, ФВ7, ФГ7, ФД7	19	22	29	36	42	49
8	2,7×2,4	ФА8, ФБ8, ФВ8, ФГ8, ФД8	21	25	33	41	47	56
9	3,0×2,4	ФА9, ФБ9, ФВ9, ФГ9, ФД9	24	28	37	45	54	63
10	3,3×2,7	ФА10, ФБ10, ФВ10, ФГ10, ФД10	29	36	46	56	37	78
11	3,6×3,0	ФА11, ФБ11, ФВ11, ФГ11, ФД11	36	42	55	68	81	94
12	4,2×3,0	ФА12, ФБ12, ФВ12, ФГ12, ФД12	42	49	64	79	94	110

Окончание таблицы 8.5

Порядковый номер типоразмера подошвы	Размеры подошвы $a \times b$, м	Марка фундамента без второго цифрового индекса	Вес фундамента и грунта на уступах плитной части, тс, при отметке низа подошвы, м					
			1,65	1,95	2,55	3,15	3,75	4,35
13	4,2×3,6	ФБ13, ФВ13, ФГ13, ФД13	50	59	77	95	113	132
14	4,8×3,6	ФБ14, ФВ14, ФГ14, ФД14	57	67	88	109	130	150
15	4,8×4,2	ФБ15, ФВ15, ФГ15, ФД15	66	79	103	127	151	175
16	5,4×4,2	ФБ16, ФВ16, ФД16	75	88	116	143	179	197
17	5,4×4,8	ФВ17, ФД17	86	101	132	168	194	226
18	5,4×5,4	ФД18	–	114	149	184	219	254
19	6,0×6,0	ФД19	–	126	165	204	243	282

Затем определяют значение усилия N на уровне низа фундамента от нормативных нагрузок; при этом учитывают нагрузку от веса фундамента и грунта на уступах плитной части, определяемую для предварительно выбранных размеров подошвы (см. таблицу 8.5).

Определяют расчетное давление на основание, используя предварительные размеры подошвы:

$$R = \frac{m_1 m_2}{K_f} (A b \gamma_{11} + B h \gamma_{11} + D c_{11}), \quad (8.1)$$

где A, B, D – безразмерные коэффициенты, принимаемые по таблице 8.6, в зависимости от расчетного угла внутреннего трения грунта; m_1, m_2 – соответственно коэффициент условий работы грунтового основания и коэффициент условий работы здания во взаимодействии с основанием, принимаемые по таблице 8.7; K_f – коэффициент надежности, принимаемый в зависимости от метода определения расчетных характеристик грунта: $K_f = 1$ по результатам непосредственных испытаний образцов грунта; $K_f = 1,1$ по косвенным данным с использованием статистически обоснованных таблиц; b – ширина подошвы фундамента, м; h – высота фундамента, м; γ_{11} – расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента, тс/м³; γ_{11} – то же, но залегающего выше подошвы фундамента, тс/м³; c_{11} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой, тс/м².

Приняв подсчитанное по формуле 8.1 значение R равным ближайшему меньшему унифицированному расчетному давлению на грунт основания и пользуясь нормативным значением нормальной силы и изгибающего момента на уровне низа фундамента, по соответствующим графикам уточняют порядковый номер типоразмера подошвы; по заданной высоте фундамента и размерам подошвы определяют его марку, а также размеры всех элементов фундамента.

Таблица 8.6 – Значения коэффициентов *A, B, D*

Расчетное значение угла внутреннего трения $\varphi_{п}$, град	Безразмерные коэффициенты			Расчетное значение угла внутреннего трения $\varphi_{п}$, град	Безразмерные коэффициенты		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
0	0,00	1,00	3,14	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	26	0,84	4,37	6,90
4	0,05	1,25	3,51	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	32	1,34	6,35	8,55
10	0,18	1,73	4,17	34	1,55	7,21	9,21
12	0,23	1,94	4,42	36	1,81	8,25	9,98
14	0,29	2,17	4,69	38	2,11	9,44	10,80
16	0,35	2,46	5,00	40	2,46	10,84	11,73
18	0,43	2,72	5,31	42	2,87	12,50	12,77
20	0,51	3,06	5,66	44	3,37	14,48	13,96
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

Таблица 8.7 – Значения коэффициентов условий работы

Грунты	m_1	m_2 при отношении длины здания или его отсека к высоте	
		4 и более	1,8 и менее
Крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем и глинистые грунты с консистенцией $I_L \leq 0,5$	1,2	1,0	1,1
То же, с консистенцией $I_L > 0,5$	1,1	1,0	1,0
Крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем и песчаные грунты, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие			
Сухие и маловлажные	1,3	1,1	1,3
Насыщенные водой	1,2	1,1	1,3
Пески пылеватые			
Сухие и маловлажные	1,2	1,0	1,2
Насыщенные водой	1,1	1,0	1,2
<i>Примечание</i> – При промежуточных значениях отношения длины здания к его высоте значение коэффициента m_2 определяется интерполяцией.			

Если размер подошвы фундамента отличается от ранее принятого предварительного значения, то расчет повторяют в той же последовательности при новом значении ширины подошвы.

Далее выполняют проверку несущей способности фундамента на продавливание и устанавливают необходимую марку бетона. При этом различают два случая: стакан подколонника «не заходит» в плитную часть –

«высокий фундамент» и стакан «заходит» в толщу плитной части – «низкий фундамент».

Проверку расчетом на продавливание производят на расчетные усилия на уровне верха фундамента для низких и на уровне верха плитной части для высоких фундаментов. При этом пользуются графиками для высоких фундаментов и таблицами для низких фундаментов. Графики и таблицы составлены для тех фундаментов, которые по своим размерам и армированию могут передать на основание нагрузку, превышающую их несущую способность по прочности на продавливание. Таким образом, те фундаменты, которые не указаны в таблице 8.8, имеют достаточную прочность на продавливание, для них принимают марку бетона М150.

Если для низких фундаментов $N_{\text{макс}}$ от расчетных нагрузок превышает величину, указанную в таблице 8.8, то необходимо увеличить глубину заложения и высоту фундамента на одну унифицированную ступень. При недостаточной несущей способности на продавливание высоких фундаментов следует увеличить размеры подошвы (принять следующий порядковый номер типоразмера) и повторить расчет по подбору марки фундамента.

Т а б л и ц а 8.8 – Несущая способность по продавливанию низких фундаментов

Марка фундамента	$N_{\text{макс}}$, тс, для бетона марки		Марка фундамента	$N_{\text{макс}}$, тс, для бетона марки	
	М150	М200		М150	М200
ФА7-1	189	225	ФВ13-1	280	333
ФА9-1	185	220	ФВ13-2	487	544
ФБ5-1	297	353	ФВ14-1	304	362
ФБ6-1	323	364	ФВ14-2	360	429
ФБ7-1	234	278	ФВ15-1	305	363
ФБ8-1	256	305	ФВ15-2	403	480
ФБ9-1	205	244	ФВ16-1	354	422
ФБ10-1	237	282	ФВ16-2	396	471
ФБ11-1	256	305	ФВ17-1	354	421
ФБ12-1	283	337	ФВ17-2	396	471
ФБ12-2	359	427	ФГ10-2	334	278
ФБ13-1	288	387	ФГ11-2	243	289
ФБ14-1	338	402	ФД9-2	567	676
ФБ15-1	339	404	ФД10-2	397	472
ФБ16-1	329	392	ФД11-2	323	384
ФВ5-1	449	534	ФД12-2	254	302
ФВ6-1	513	610	ФД13-2	254	302
ФВ7-1	307	365	ФД14-2	276	329
ФВ8-1	347	413	ФД15-2	276	329
ФВ9-1	252	300	ФД16-2	314	374
ФВ10-1	230	274	ФД17-2	314	374

ФВ11-1	238	288	ФД18-2	314	374
ФВ12-1	280	333	ФД19-2	359	427
ФВ12-2	407	484			

2 Подбирают марки арматурных изделий. Необходимо определить расчетные усилия: для подбора сеток подошвы – на уровне подошвы, без учета веса фундамента и грунта на уступах плитной части; для подбора вертикальных сеток подколонника – на уровне низа подколонника в месте сопряжения с плитной частью с учетом его веса для горизонтальных сеток, размещаемых в пределах стаканной части, и для косвенного армирования под торцом колонны – на уровне низа колонны. Марки арматурных сеток находят с помощью соответствующих графиков.

Для выбранной марки фундамента из выпуска 2 серии 1.412-1/77 или 1.412-2/77 берут чертеж и дорабатывают его с учетом данных, полученных в результате расчетов.

Графики и таблицы для подбора фундаментов под колонны прямоугольного сечения. Приведенные графики (рисунки 8.3–8.7), таблицы 8.9–8.11 могут быть использованы для наиболее часто встречающихся в практике проектирования случаев подбора фундаментов одноэтажных промышленных зданий с глубиной заложения фундаментов до 4,35 м и размерами подошвы в плане от 1,5×1,5 до 5,4×5,4 м.

На графиках (см. рисунки 8.3–8.7) указаны порядковые номера типоразмеров подошвы.

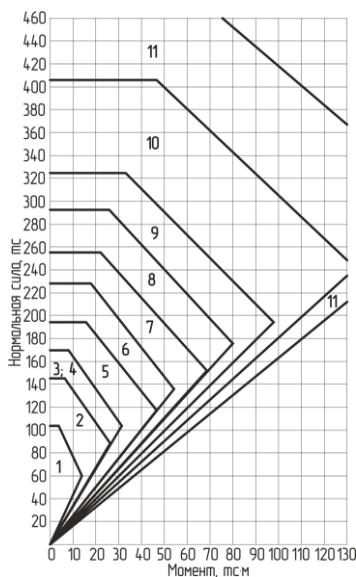
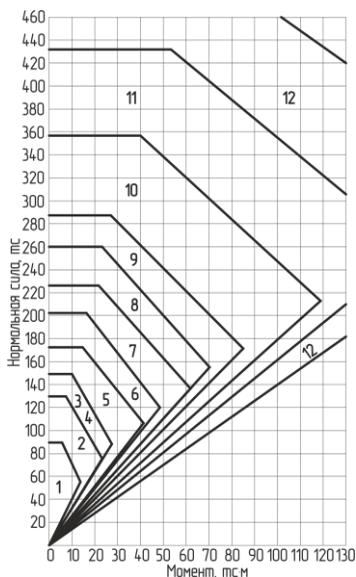


Рисунок 8.3 – График для определения размеров подошвы фундамента при расчетном давлении на грунт основания $R = 40 \text{ тс/м}^2$

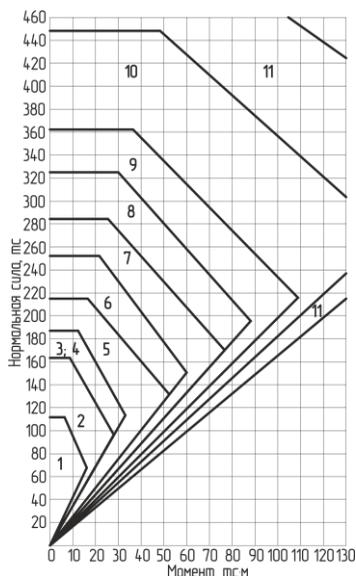


Рисунок 8.5 – График для определения размеров подошвы фундамента при расчетном давлении на грунт основания $R = 50 \text{ тс/м}^2$

Рисунок 8.4 – График для определения размеров подошвы фундамента при расчетном давлении на грунт основания $R = 45 \text{ тс/м}^2$

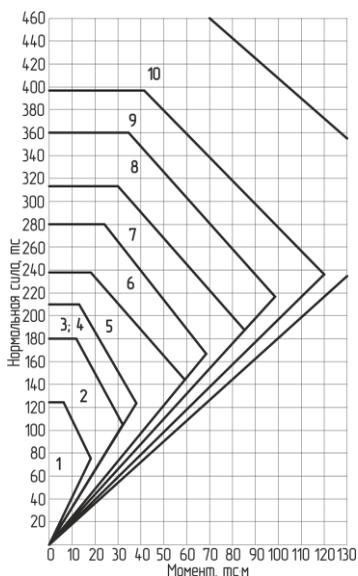


Рисунок 8.6 – График для определения размеров подошвы фундамента при расчетном давлении на грунт основания $R = 55 \text{ тс/м}^2$

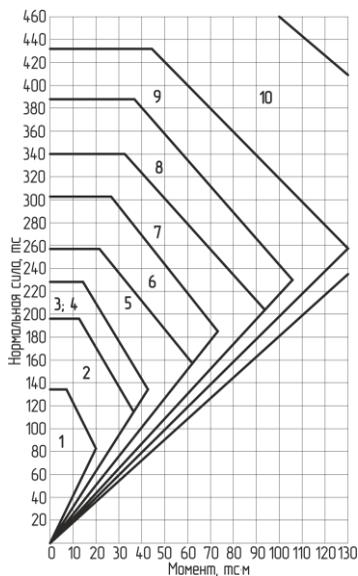


Рисунок 8.7 – График для определения размеров подошвы фундамента при расчетном давлении на грунт основания $R = 60 \text{ тс/м}^2$

Таблица 8.9 – Номенклатура фундаментов типа ФА

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм					
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)	
	ФА1-1	1,6	1500	1500	1500	–	–	
	ФА1-2	1,9	1800					
	ФА1-3	2,4	2400					
	ФА1-4	2,9	3000					
	ФА1-5	3,4	3600					
	ФА1-6	3,8	4200					
		ФА2-1	2,0	1500	1800	1800	–	–
		ФА2-2	2,2	1800				
		ФА2-3	2,7	2400				
		ФА2-4	3,2	3000				
		ФА2-5	3,6	3600				
		ФА2-6	4,1	4200				
	ФА4-1	2,3	1500	2100	1800	1500	900	
	ФА4-2	2,5	1800					
	ФА4-3	3,0	2400					
	ФА4-4	3,5	3000					
	ФА4-5	4,0	3600					
	ФА4-6	4,5	4200					
		ФА5-1	2,4	1500	2400	1800	1500	900
		ФА5-2	2,7	1800				
		ФА5-3	3,2	2400				
		ФА5-4	3,6	3000				
		ФА5-5	4,1	3600				
		ФА5-6	4,6	4200				

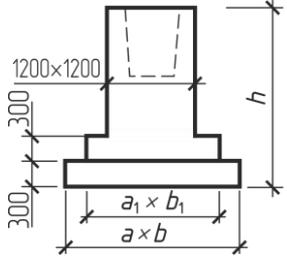
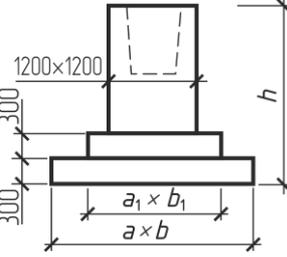
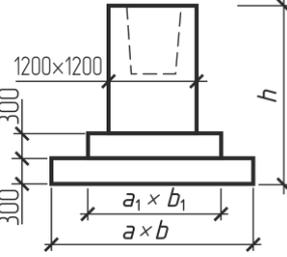
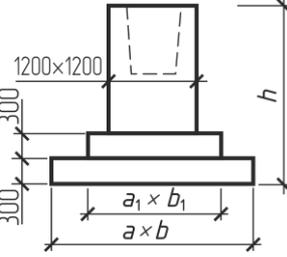
Продолжение таблицы 8.9

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм				
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)
<p>Technical drawing of a stepped foundation. The drawing shows a cross-section with a top rectangular part (900x900 mm) and a wider base (a x b mm). The total height is h. The base has a thickness of 300 mm. The drawing also shows a smaller top section with dimensions a₁ x b₁.</p>	ФА6-1	2,9	1500	2400	2100	1500	1500
	ФА6-2	3,2	1800				
	ФА6-3	3,6	2400				
	ФА6-4	4,1	3000				
	ФА6-5	4,6	3600				
	ФА6-6	5,1	4200				
	ФА7-1	3,2	1500	2700	2100	1800	1500
	ФА7-2	3,5	1800				
	ФА7-3	4,0	2400				
	ФА7-4	4,5	3000				
	ФА7-5	4,9	3600				
	ФА7-6	5,4	4200				
	ФА8-1	3,5	1500	2700	2400	1800	1500
	ФА8-2	3,7	1800				
	ФА8-3	4,2	2400				
	ФА8-4	4,7	3000				
	ФА8-5	5,2	3600				
	ФА8-6	5,7	4200				
	ФА9-1	3,8	1500	3000	2400	2100	1500
	ФА9-2	4,1	1800				
	ФА9-3	4,6	2400				
	ФА9-4	5,0	3000				
	ФА9-5	5,5	3600				
	ФА9-6	6,0	4200				

	ΦA10-1	4,9	1500	3300	2700	2400 (1500)	1800 (900)
	ΦA10-2	5,1	1800				
	ΦA10-3	5,6	2400				
	ΦA10-4	6,1	3000				
	ΦA10-5	6,6	3600				
	ΦA10-6	7,1	4200				
	ΦA11-1	5,7	1500	3600	3000	2700 (1800)	1800 (900)
	ΦA11-2	5,9	1800				
	ΦA11-3	6,4	2400				
	ΦA11-4	6,9	3000				
	ΦA11-5	7,4	3600				
	ΦA11-6	7,9	4200				
	ΦA12-1	6,4	1500	4200	3000	3000 (1800)	1800 (900)
	ΦA12-2	6,6	1800				
	ΦA12-3	7,1	2400				
	ΦA12-4	7,6	3000				
	ΦA12-5	8,1	3600				
	ΦA12-6	8,6	4200				

Таблица 8.10 – Номенклатура фундаментов типа ФБ

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм				
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)
	ФБ2-1	2,7	1500	1800	1800	–	–
	ФБ2-2	3,1	1800				
	ФБ2-3	4,0	2400				
	ФБ2-4	4,9	3000				
	ФБ2-5	5,7	3600				
	ФБ2-6	6,6	4200				
	ФБ4-1	3,0	1500	2100	1800	1500	1200
	ФБ4-2	3,4	1800				
	ФБ4-3	4,3	2400				
	ФБ4-4	5,1	3000				
	ФБ4-5	6,0	3600				
	ФБ4-6	6,9	4200				
	ФБ5-1	3,3	1500	2400	1800	1800	1200
	ФБ5-2	3,7	1800				
	ФБ5-3	4,5	2400				
	ФБ5-4	5,4	3000				
	ФБ5-5	6,3	3600				
	ФБ5-6	7,1	4200				

	ФБ6-1	3,5	1500	2400	2100	1800	1200
	ФБ6-2	3,9	1800				
	ФБ6-3	4,8	2400				
	ФБ6-4	5,6	3000				
	ФБ6-5	6,5	3600				
	ФБ6-6	7,3	4200				
	ФБ7-1	3,7	1500	2700	2100	1800	1200
	ФБ7-2	4,1	1800				
	ФБ7-3	4,9	2400				
	ФБ7-4	5,8	3000				
	ФБ7-5	6,7	3600				
	ФБ7-6	7,5	4200				
	ФБ8-1	4,2	1500	2700	2400	1800	1800
	ФБ8-2	4,6	1800				
	ФБ8-3	5,5	2400				
	ФБ8-4	6,4	3000				
	ФБ8-5	7,2	3600				
	ФБ8-6	8,1	4200				
	ФБ9-1	4,6	1500	3000	2400	2100	1800
	ФБ9-2	5,0	1800				
	ФБ9-3	5,9	2400				
	ФБ9-4	6,8	3000				
	ФБ9-5	7,6	3600				
	ФБ9-6	8,5	4200				

Продолжение таблицы 8.10

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм				
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)
	ФБ10-1	5,5	1500	3300	2700	2400 (1800)	1800 (1200)
	ФБ10-2	5,9	1800				
	ФБ10-3	6,8	2400				
	ФБ10-4	7,6	3000				
	ФБ10-5	8,5	3600				
	ФБ10-6	9,4	4200				
	ФБ11-1	6,5	1500	3600	3000	2700 (1800)	2100 (1200)
	ФБ11-2	6,9	1800				
	ФБ11-3	7,8	2400				
	ФБ11-4	8,6	3000				
	ФБ11-5	9,5	3600				
	ФБ11-6	10,3	4200				
	ФБ12-1	7,2	1500	4200	3000	3000 (1800)	2100 (1200)
	ФБ12-2	7,6	1800				
	ФБ12-3	8,5	2400				
	ФБ12-4	9,3	3000				
	ФБ12-5	10,2	3600				
	ФБ12-6	11,1	4200				

	ФБ13-1	8,8	1500	4200	3600	3000 (1800)	2700 (1800)
	ФБ13-2	9,2	1800				
	ФБ13-3	10,1	2400				
	ФБ13-4	11,0	3000				
	ФБ13-5	11,8	3600				
	ФБ13-6	12,7	4200				
	ФБ14-1	10,5	1500	4800	3600	3600 (2400)	2700 (1800)
	ФБ14-2	10,7	1800				
	ФБ14-3	11,6	2400				
	ФБ14-4	12,4	3000				
	ФБ14-5	13,3	3600				
	ФБ14-6	14,2	4200				
	ФБ15-1	11,5	1500	4800	4200	3600 (2400)	3000 (1800)
	ФБ15-2	11,8	1800				
	ФБ15-3	12,3	2400				
	ФБ15-4	13,6	3000				
	ФБ15-5	14,5	3600				
	ФБ15-6	15,4	4200				
	ФБ16-1	13,1	1500	5400	4200	4200 (3000)	3000 (1800)
	ФБ16-2	13,5	1800				
	ФБ16-3	14,4	2400				
	ФБ16-4	15,2	3000				
	ФБ16-5	16,1	3600				
	ФБ16-6	17,0	4200				

Таблица 8.11 – Номенклатура фундаментов типа ФВ

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм				
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)
	ФВ4-1	3,3	1500	2100	1800	–	–
	ФВ4-2	3,8	1800				
	ФВ4-3	4,9	2400				
	ФВ4-4	6,0	3000				
	ФВ4-5	7,1	3600				
	ФВ4-6	8,2	4200				
	ФВ5-1	3,6	1500	2400	1800	1800	1200
	ФВ5-2	4,1	1800				
	ФВ5-3	5,2	2400				
	ФВ5-4	6,3	3000				
	ФВ5-5	7,4	3600				
	ФВ5-6	8,4	4200				
	ФВ6-1	3,8	1500	2400	2100	1800	1200
	ФВ6-2	4,3	1800				
	ФВ6-3	5,4	2400				
	ФВ6-4	6,5	3000				
	ФВ6-5	7,6	3600				
	ФВ6-6	8,6	4200				
	ФВ7-1	4,1	1500	2700	2100	2100	1200
	ФВ7-2	4,6	1800				
	ФВ7-3	5,7	2400				
	ФВ7-4	6,8	3000				
	ФВ7-5	7,9	3600				
	ФВ7-6	8,9	4200				

	ΦB8-1	4,7	1500	2700	2400	2100	1800	
	ΦB8-2	5,2	1800					
	ΦB8-3	6,3	2400					
	ΦB8-4	7,4	3000					
	ΦB8-5	8,5	3600					
	ΦB8-6	9,6	4200					
		ΦB9-1	4,9	1500	3000	2400	2100	1800
		ΦB9-2	5,4	1800				
		ΦB9-3	6,5	2400				
		ΦB9-4	7,6	3000				
		ΦB9-5	8,7	3600				
		ΦB9-6	9,8	4200				
	ΦB10-1	6,0	1500	3300	2700	2700 (2100)	1800 (1200)	
	ΦB10-2	6,5	1800					
	ΦB10-3	7,6	2400					
	ΦB10-4	8,7	3000					
	ΦB10-5	9,7	3600					
	ΦB10-6	10,8	4200					

Продолжение таблицы 8.11

Эскиз фундамента	Марка фундамента	Расход бетона, м ³	Размеры фундамента, мм				
			<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁ (<i>a</i> ₂)	<i>b</i> ₁ (<i>b</i> ₂)
	ФВ11-1	6,8	1500	3600	3000	2700 (2100)	2100 (1200)
	ФВ11-2	7,8	1800				
	ФВ11-3	8,4	2400				
	ФВ11-4	9,5	3000				
	ФВ11-5	10,6	3600				
	ФВ11-6	11,6	4200				
	ФВ12-1	7,8	1500	4200	3000	3300 (2400)	2100 (1200)
	ФВ12-2	8,3	1800				
	ФВ12-3	9,4	2400				
	ФВ12-4	10,5	3000				
	ФВ12-5	11,6	3600				
	ФВ12-6	12,7	4200				
	ФВ13-1	8,3	1500	4200	3600	3300 (2400)	2400 (1800)
	ФВ13-2	9,8	1800				
	ФВ13-3	10,9	2400				
	ФВ13-4	12,0	3000				
	ФВ13-5	13,1	3600				
	ФВ13-6	14,2	4200				
	ФВ14-1	10,2	1500	4800	3600	3600 (2400)	2400 (1800)
	ФВ14-2	10,7	1800				
	ФВ14-3	11,8	2400				
	ФВ14-4	12,9	3000				
	ФВ14-5	13,9	3600				
	ФВ14-6	15,0	4200				

<p>Technical drawing of a stepped cylindrical shaft. The shaft has a total height h. It consists of several steps. The top step has a diameter of 1500 and a height of 300. The next step has a diameter of 1200 and a height of 300. The bottom step has a diameter of $a \times b$ and a height of 300. The intermediate steps have diameters $a_2 \times b_2$, $a_1 \times b_1$, and $a \times b$. The drawing shows the shaft with dashed lines indicating the internal structure of the top step.</p>	ΦB15-1	11,7	1500	4800	4200	3600 (2400)	3000 (1800)
	ΦB15-2	12,3	1800				
	ΦB15-3	13,3	2400				
	ΦB15-4	14,4	3000				
	ΦB15-5	15,4	3600				
	ΦB15-6	16,5	4200				
	ΦB16-1	13,3	1500	5400	4200	4200 (3000)	3000 (1800)
	ΦB16-2	13,8	1800				
	ΦB16-3	14,4	2400				
	ΦB16-4	16,0	3000				
	ΦB16-5	17,1	3600				
	ΦB16-6	18,1	4200				
	ΦB17-1	15,6	1500	5400	4800	4200 (3000)	3600 (2400)
	ΦB17-2	16,1	1800				
	ΦB17-3	17,2	2400				
	ΦB17-4	18,3	3000				
	ΦB17-5	19,3	3600				
	ΦB17-6	20,4	4200				

Маркировка фундамента. Марка фундамента состоит из буквенных и цифровых индексов. Первый буквенный индекс Ф обозначает вид конструкции (фундамент), второй – А, Б, В, Г, Д (или АТ, БТ, ВТ, ГД, ДТ, если фундамент у температурного шва здания) – соответствует типу подколонника; первый и второй цифровые индексы обозначают типоразмер фундамента в зависимости от размера соответствующей подошвы (см. таблицу 8.1) и высоты (см. таблицу 8.2) фундамента. Пример: ФВ12-6.

8.2 Порядок подбора фундаментов

В рамках данной работы выполним неполный подбор фундамента. А именно ограничимся подбором марки фундамента без расчета армирования и подбора марки бетона. При этом этап с расчетом характеристик грунта и выбором глубины заложения фундамента опускаем. Отметка глубины заложения фундамента и нормативное давление на основание принимаются по заданию.

Порядок подбора:

1) собираем вертикальные нагрузки на колонну в уровне обреза фундамента, за исключением стенового ограждения и фундаментной балки;

2) собираем нагрузку от стены и фундаментной балки, так как стены самонесущие и данная нагрузка передается непосредственно на фундамент. И при этом она создаст момент в наружном фундаменте;

3) вычисляем вертикальную нагрузку в уровне верхнего обреза фундамента и изгибающий момент;

4) используя вычисленные нагрузки и ориентируясь на нормативное давление на основание R , тс/м² (задание на проектирование), по рисункам 8.3–8.7 принимаем в *первом приближении* условную марку размера подошвы фундамента;

5) по таблице 8.2 принимаем условную марку по высоте фундамента;

6) по таблице 8.3 принимаем тип подколонника, исходя из размеров сечения колонны;

7) в *первом приближении* формируем марки фундаментов для колонн крайнего и средних рядов;

8) по таблицам 8.9–8.10 *уточняем марки фундаментов*, исходя из минимальных размеров подошв фундаментов;

9) по полученным маркам фундаментов, используя таблицу 8.5, определяем вес фундамента с грунтом на уступах;

10) в *первом приближении* вычисляем нагрузку, действующую у подошвы фундамента;

11) возвращаемся к рисункам 8.3–8.7 и *уточняем во втором приближении* условную марку размера подошвы фундамента. Если полученное значение равно или менее принятой условной марке, уточненной на этапе «8», то подбор завершен и в работу принимается марка, принятая в пункте «8»;

12) если полученное значение условной марки размера подошвы в пункте «11» выше соответствующего значения, принятого в пункте «8», то

корректируем марки фундаментов (увеличиваем номер подошвы), возвращаемся к пункту «9» и повторяем расчет.

Разберем на нашем примере.

1 Собираем вертикальные нагрузки на колонну в уровне обреза фундамента (таблица 8.12).

Т а б л и ц а 8.12 – Сбор вертикальных нагрузок на колонны, в уровне обреза фундамента

Наименование воздействия	Расчетная нагрузка по площади, кгс/м ²	Грузовая площадь колонны (крайней/средней), м ²	Крайняя колонна, $N_{кр}$, тс	Средняя колонна, $N_{ср}$, тс
Нагрузка от снега, s_0	98	36,0 / 72,0	3,528	7,056
Нагрузка от кровельного покрытия	104	36,0 / 72,0	3,744	7,488
Нагрузка от плиты покрытия, $G_{пл.cob}$	165	36,0 / 72,0	5,940	11,880
Нагрузка от стропильной балки	–	–	2,350	4,700
Нагрузка от собственного веса колонны	–	–	2,200	2,200
<i>Итого</i>			17,760	33,320

2 Сбор нагрузки от стены и фундаментной балки.

Вес участка стены, приходящейся на один фундамент $G_{стен} = 10,167$ тс.

Вес одной фундаментной балки $G_{фб} = 1,3$ тс.

Нагрузка от ограждающих конструкций: $N_{огр} = G_{стен} + G_{фб} = 10,167 + 1,3 = 11,467$ тс.

3 Вычисляем вертикальную нагрузку в уровне верхнего обреза фундамента (таблица 8.13) и изгибающий момент.

Т а б л и ц а 8.13 – Вертикальная нагрузка в уровне верхнего обреза фундамента

Наименование воздействия	Крайняя колонна, $N_{кр}$, тс	Средняя колонна, $N_{ср}$, тс
Нагрузка у обреза фундамента с колонны	17,760	33,320
Нагрузка от ограждающих конструкций	11,467	–
<i>Итого</i>	29,230	33,320

Согласно расчетной схеме здания (рисунок 8.8), а именно колонны, жестко защемленные у основания и имеющие шарнирное сопряжение со стропильными конструкциями, «естественные» изгибающие моменты от колонн и конструкций покрытия в

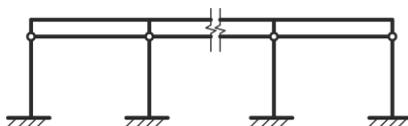


Рисунок 8.8 – Расчетная схема поперечного сечения проектируемого здания

фундаментах не возникают. Однако в них могут возникать моменты от эксцентриситета приложения нагрузок.

Для определения моментов от эксцентриситета приложения нагрузок, действующих в уровне верхнего обреза фундамента, необходимо определить величины эксцентриситетов приложения усилий.

Случайные эксцентриситеты – это эксцентриситеты, появляющиеся в колоннах и, как следствие, фундаментах при неточности в монтаже конструкций. Так, согласно СНиП 2.03.01–84 «Бетонные и железобетонные конструкции», возможны три значения случайных эксцентриситетов:

$e_I = \frac{H_{i.н.э.}}{600}$; $e_{II} = \frac{h_{эi.э.}}{30}$; $e_{III} = 0,01 i$, где $H_{i.н.э.}$ – высота от пола до низа стропильных конструкций, подставляется **в метрах**; $h_{кол}$ – высота сечения колонны (в сериях обозначена как «а»), подставляется **в метрах**.

Результат расчета эксцентриситетов приведен в таблице 8.14.

Т а б л и ц а 8.14 – Случайные эксцентриситеты в колоннах

Эксцентриситет	Крайняя колонна	Средняя колонна
e_I	$e_I = \frac{6,6 i}{600} = 0,011 i$	$e_I = \frac{6,6 i}{600} = 0,011 i$
e_{II}	$e_{II} = \frac{0,4 i}{30} = 0,013 i$	$e_{II} = \frac{0,4 i}{30} = 0,013 i$
e_{III}	0,01 м	0,01 м
e_{max}	0,013 м	0,013 м

Момент от эксцентриситета в общем случае вычисляется по формуле: $M = Ne$, где N – вертикальное усилие; e – эксцентриситет приложения усилия.

Получим:

– для фундамента крайнего ряда $M_{кр.экс} = N_{кр}e_{max} = 17,760 \cdot 0,013 = 0,231$ тс·м;

– для фундамента среднего ряда $M_{ср.экс} = N_{ср}e_{max} = 33,320 \cdot 0,013 = 0,430$ тс·м.

Также в наружных фундаментах возникают моменты от эксцентриситета приложения нагрузки от ограждающих конструкций (рисунок 8.9).

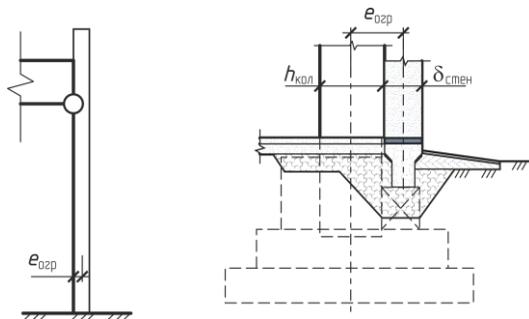


Рисунок 8.9 – Схема эксцентриситета от ограждающих конструкций

Так, согласно схеме приложения нагрузок, на уровне верхнего обреза фундамента момент от ограждающих конструкций, действующий на крайний фундамент, «оборачивает» фундамент наружу здания, а момент от случайного эксцентриситета – внутрь здания, поэтому наилучшим вариантом будет случай при отсутствии случайного эксцентриситета в наружном фундаменте.

При этом эксцентриситет приложения нагрузки от ограждающих конструкций можно вычислить по формуле $e_{i\text{огр}} = \frac{\delta_{\text{пан}}}{2} + \frac{h_{\text{ст}}}{2}$, где $\delta_{\text{пан}}$ – толщина стеновой панели, $h_{\text{ст}}$ – высота сечения колонны (в сериях обозначена как «а»).

$$\text{Для нашего примера получим: } e_{i\text{огр}} = \frac{0,2 \text{ м}}{2} + \frac{0,4 \text{ м}}{2} = 0,3 \text{ м}.$$

Момент от ограждающих конструкций в колонне крайнего ряда

$$M_{i\text{огр}} = N_{i\text{огр}} e_{i\text{огр}} = 11,467 \cdot 0,3 = 3,4401 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

В итоге для дальнейшего расчета в качестве вертикальных усилий в уровне верхнего обреза фундамента принимаются соответствующие значения из таблицы 8.13: $N_{\text{огр}} = 29,230 \text{ кН}$ и $N_{\text{пд}} = 33,320 \text{ кН}$.

В качестве изгибающих моментов в уровне верхнего обреза фундамента принимаются: $M_{\text{огр}} = M_{i\text{огр}} = 3,4401 \text{ кН} \cdot \text{м}$ и $M_{\text{пд}} = M_{\text{пд.у.об}} = 0,430 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

4 Принимаем условную марку размера подошвы фундамента.

В соответствии с заданием нормативное давление на основание $R = 50 \text{ тс/м}^2$, значит рассматриваем рисунок 8.5. Величина условной марки размера подошвы фундамента – это цифра, заключенная в область, образованную контурами ломаных линий. Принимается та цифра, на область которой попадает точка с координатами: по горизонтали «М», по вертикали «N».

Для фундаментов крайнего ряда – 1.

Для фундаментов средних рядов – 1.

5 Условная марка по высоте фундамента.

Определим высоту фундамента как разность между глубиной заложения подошвы фундамента и глубиной заложения обреза фундамента:

$h = h_{\text{под}} - h_{\text{обр}}$, где $h_{\text{под}}$ – глубина заложения подошвы фундамента, принимается по заданию (3,15 м); $h_{\text{обр}}$ – глубина заложения обреза фундамента, стандартное значение для всех случаев (0,15 м).

Высота фундамента $h = 3,15 - 0,15 = 3,0$ м.

Условная марка по высоте фундаментов для фундаментов крайнего и средних рядов – 4.

6 Тип подколлонника.

Колонна рядовая среднего ряда – 1К66–1М2: $a = 400$ мм, $b = 300$ мм.

Колонна рядовая крайнего ряда – 4К66–2М3: $a = 400$ мм, $b = 300$ мм.

Для фундаментов крайнего и средних рядов тип подколлонника – «А».

7 Марки фундаментов в первом приближении.

Для фундаментов крайнего ряда – ФА1-4.

Для фундаментов средних рядов – ФА1-4.

8 Проверяем наличие принятых марок фундаментов.

Марка ФА1-4 – существует.

Стоит заметить, что в случаях применения подколлонников типа «Б» отсчет номера размера подошвы начинается с цифры «2», а для подколлонников типа «В» – с номера «4». То есть, если на этапе 4 получено значение условной марки подошвы фундамента меньшее, чем минимально возможное для данной марки подколлонника, то в марке фундамента оно изменяется на минимально возможное.

9 Вес фундамента с грунтом на уступах.

Для фундаментов марки ФА1-4 вес фундамента с грунтом на уступах:

– для фундаментов крайнего ряда: $G_{\text{эд.д.эд}} = 14$ дн̄;

– для фундаментов средних рядов $G_{\text{нд.д.эд}} = 14$ дн̄.

10 Нагрузка у подошвы фундамента.

Для фундаментов крайнего ряда:

$N_{\text{эд.д.эд}} = N_{\text{эд}} + G_{\text{эд.д.эд}} = 29,230 + 14,000 = 43,23$ дн̄.

$M_{\text{эд.д.эд}} = M_{\text{эд}} = 3,4401$ дн̄·л̄.

Для фундаментов средних рядов:

$N_{\text{нд.д.эд}} = N_{\text{нд}} + G_{\text{нд.д.эд}} = 33,320 + 14,000 = 47,32$ дн̄.

$M_{\text{нд.д.эд}} = M_{\text{нд}} = 0,430$ дн̄·л̄.

11 Уточняем во *втором приближении* условную марку размера подошвы фундамента.

Для фундаментов крайнего ряда – 1.

Для фундаментов средних рядов – 1.

Так как после уточнения нагрузки условная марка размера подошвы фундамента не изменилась, в работу принимаем:

– для фундаментов крайнего ряда – ФА1-4;

– для фундаментов средних рядов – ФА1-4.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Каждый раздел пояснительной записки должен содержать:

- эскизное изображение подбираемой конструкции;
- таблицу сбора нагрузок или иную информацию, на основании которой выполняется дальнейший подбор элементов;
- иллюстрацию промежуточных расчетов (если имеются);
- указание условных марок на промежуточных этапах подбора (если имеются);
- указание принятой итоговой маркировки;
- выписанные основные показатели по принятым конструкциям, которые потребуются для дальнейшего расчета;
- таблицы с показателями геометрии принятых конструкций их армированием и иными показателями (если имеются).

Чертеж содержит: схемы расположения ригелей и колонн, плит покрытия и фундаментов; разрез; спецификацию. Пример оформления чертежа приведен в приложении А.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства : справочник проектировщика / Г. И. Бердичевский [и др.] ; под общ. ред. Г. И. Бердичевского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. – 488 с.

2 **Серия 1.465-7** Сборные железобетонные предварительно напряженные плиты для покрытий производственных зданий, размером 3×6 и 1,5×6 м со стержневой, проволочной и прядевой арматурой. – Вып. 1. – Введ. 1973-12-01. – ЦНИИПРОМЗДАНИЙ, НИИЖБ. – 60 с.

3 **Серия 1.465.1-3/80** Плиты покрытий железобетонные ребристые размером 3×12 м для одноэтажных зданий. – Вып. 1. – Введ. 1983-04-01. – НИИЖБ Госстроя СССР, НИИСК Госстроя СССР, ЦНИИпромзданий, Киевский Промстройпроект. – 93 с.

4 **Серия 1.462-3** Железобетонные предварительно напряженные двускатные решетчатые балки, для покрытий производственных зданий. – Вып. 1. – Введ. 1972.11.01. – Проектный институт № 1 Госстроя СССР, НИИЖБ. – 49 с.

5 **Серия 1.423.1-3/88** Колонны железобетонные прямоугольного сечения для одноэтажных производственных зданий, высотой до 9,6 м, без мостовых кранов. – Вып. 1. – Введ. 1989.12.23. – НИИЖБ, ГПИ Промстройпроект. – 63 с.

6 **Серия 1.432-14** Стеновые панели отапливаемых производственных зданий с шагом колонн 6 м. – Вып. 1. – Введ. 1980.01.01. – ЦНИИпромзданий, Уральский ПромстройНИИпроект, НИИЖБ. – 37 с.

7 **Серия 1.432-15** Стеновые панели неотапливаемых производственных зданий с шагом колонн 6 м. – Вып. 1. – Введ. 1980.01.01. – ЦНИИпромзданий, Ленинградский Промстройпроект, НИИЖБ. – 28 с.

8 **Серия 1.415-1** Железобетонные фундаментные балки для стен производственных зданий. – Вып. 1. – Введ. 1973.08.01. – НИИЖБ Госстроя СССР, ГПИ Промстройпроект. – 58 с.

9 Серия 1.412-1/77 Монолитные железобетонные фундаменты под типовые колонны прямоугольного сечения одноэтажных промышленных зданий. – Вып. 1. – Введ. 1978.06.01. – НИИЖБ, ЦНИИОМТП, НИИОСП Госстроя СССР, Проектный институт № 1 Госстроя СССР. – 100 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Схема расположения колонн

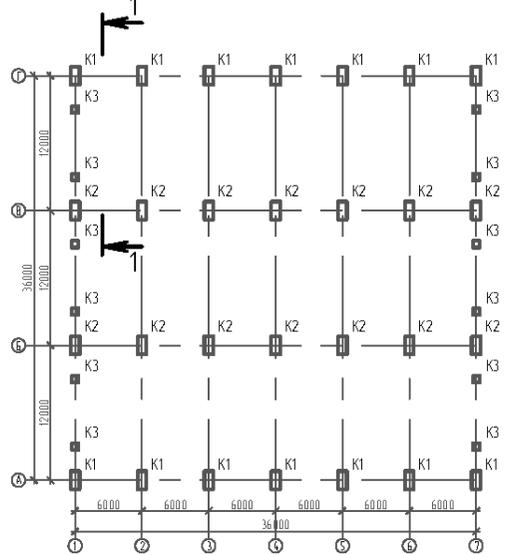


Схема расположения фундаментов и фундаментных балок

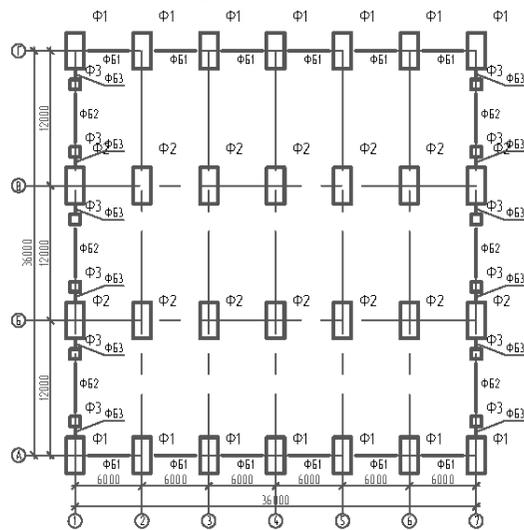


Схема расположения ригелей

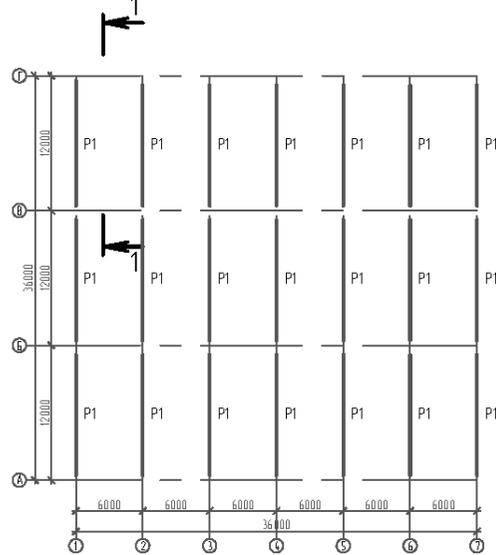
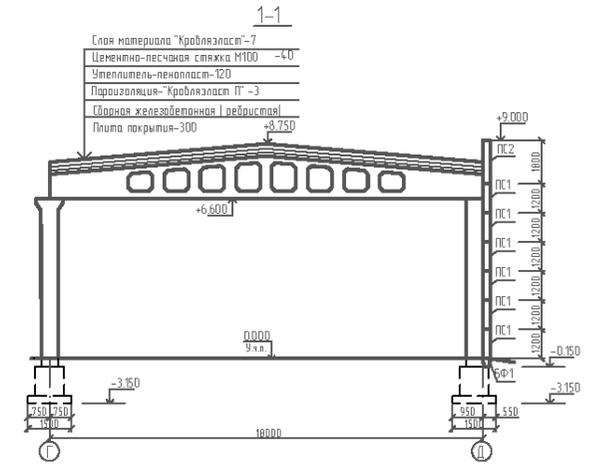
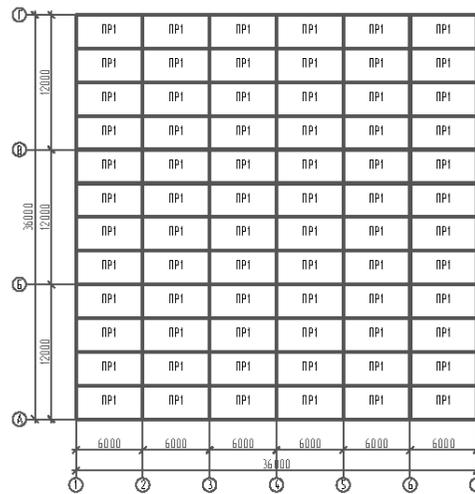


Схема расположения плит



Спецификация сборных железобетонных элементов

Марка	Обозначение	Наименование	Количество шт.	Масса ед. т	Примечания
K1	14.231-3/88	4K66-2M3	14	2200	
K2	14.231-3/88	1K66-1M2	14	2200	
K3	14.231-3/88	колонна торцевого факхберка	12		
Ф1	14.12-1/77	ФА1-4	14	7250	
Ф2	14.12-1/77	ФА1-4	14	7250	
ФБ1	14.15-1	ФБ6-2	12	1300	
ФБ2	14.15-1	ФБ6-2	6	1300	
ФБ3	14.15-1	фундаментная балка	12		
P1	14.62-3	1БДР12-1А-IV	21	4700	
ПР1	14.65-7	ПГ6-1Ам-VIT	72	2700	
ПС1	ГОСТ 13580-85	ПС600.12.20-Я-1	6x12	1350	
ПС2	ГОСТ 13580-85	ПС600.18.20-Я-1	1x12	2045	

185				120		
РГР-2019-ПА41-98-КЖ						
Промышленное здание						
Изм.	Кол.	Лист №вх.	Подпись	Дата		
Разраб.	Иванов ИИ.				Проект одноэтажного 3-х пролетного производственного здания из сборных железобетонных конструкций	Стация
Принял	Давыдова					Лист
						Листов
					Схема расположения колонн, схема расположения ригелей, схема расположения фундаментов и фундаментных балок, схема расположения плит	
					БелГУТ	
					Кафедра "СТУК"	

Учебное издание

ДОВЫДЕНКО Денис Валерьевич

**БЕЗРАСЧЕТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОДНОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ
ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *А. А. Емельянченко*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректор *Л. С. Репикова*

Компьютерный набор и верстка *Д. В. Довыденко и Т. И. Шляхтовой*

Подписано в печать 22.07.2019 г. Формат 60×84^{1/16}.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 5,58 + 1 вкл. (0,23 усл. печ. л.). Уч.-изд. л. 5,82. Тираж 100 экз.

Зак. № 3112. Изд. № 51

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский государственный университет транспорта.

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель.

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра строительных технологий и конструкций

Д. В. ДОВЫДЕНКО

**БЕЗРАСЧЕТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ОДНОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ
ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Учебно-методическое пособие

Гомель 2019