

В ПОМОЩЬ ДОМАШНЕМУ

МАСТЕРУ

РАСЧЁТЫ КОНСТРУКЦИЙ ЗАГОРОДНОГО ДОМА

СПОСОБЫ ЭКОНОМИИ
НАГРУЗКИ ■ ВОЗДЕЙСТВИЯ



**ПРАКТИЧЕСКОЕ
РУКОВОДСТВО**

УДК 69
ББК 38.7в
Р24

**Оригинал-макет подготовлен
издательством «Центр общечеловеческих ценностей»**

Расчеты конструкций загородного дома. Способы
Р24 экономии. Нагрузки. Воздействия: Справочник /Сост.
В.И. Рыженко. — М.: Издательство Оникс, 2007. —
32 с: ил. — (В помощь домашнему мастеру).

ISBN 978-5-488-01337-7

Наша книга предназначена не только для домашнего мастера, но и для тех, кто хочет осуществлять авторский надзор во время строительства. Сведения, приведенные в ней, касаются расчетов конструкции, ознакомившись с которыми вы сможете самостоятельно произвести расчеты, чтобы обеспечить надежность вашего жилища.

УДК 69
ББК 38.76i

ISBN 978-5-488-01337-7

©Рыженко В.И., составление, 2007
© ООО «Издательство Оникс», иллюстраций,
оформление обложки, 2007

www.infanata.org

СПОСОБЫ ЭКОНОМИИ СРЕДСТВ И МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ

В малоэтажном индивидуальном жилищном строительстве используются, как правило, ленточные фундаменты - сборные и монолитные.

Ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков нашли широкое применение в предыдущие годы при массовом жилищно-гражданском строительстве, когда основным приоритетом было ускорение сроков строительства за счет массового применения готовых элементов заводского изготовления. При этом, то положение, что ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков дороже, чем монолитные в расчет не принималось, из-за того, что возведение ленточных монолитных фундаментов требует большего времени, что удлинит бы сроки строительства. А главным в те годы был фактор времени, все остальное было подчинено главному - сокращению сроков строительства.

Рассмотрим преимущества и недостатки устройства ленточных фундаментов из сборных бетонных блоков (*вариант 1*) и ленточных монолитных фундаментов (*вариант 2*).

Вариант 1. При устройстве ленточных фундаментов из сборных бетонных блоков производственный цикл состоит из следующих этапов:

- изготовление блоков на заводе или полигоне;
- погрузка их на автотранспорт;
- доставка блоков автомашинами на строительную площадку;
- выгрузка их из автомашины автокраном, который в это время должен находиться на строительной площадке;
- устройство ленточного фундамента из сборных бетонных блоков (монтаж автокраном) в подготовленном котловане (траншее).

Вариант 2. При устройстве ленточных монолитных фундаментов производственный цикл состоит из следующих этапов:

- устройство траншеи точно по ширине фундамента;
- заливка в траншею бетона марки 100 (без устройства опалубки). Бетон, как правило, готовится в бетономешалке непосредственно на стройплощадке.

Сравнение этих двух вариантов устройства фундаментов показывают:

1. В варианте 1 затраты на погрузочно-разгрузочные работы и транспортировку блоков весьма значительны, тогда как в варианте 2 эти затраты отсутствуют.

2. Бетонные блоки заводского изготовления имеют ширину 30, 40, 50, 60 см и если требуется фундамент, например, шириной 55 см, то принимается размер блока шириной 60 см. Это приводит к перерасходу бетона и, следовательно, к удорожанию.

В варианте 2 ширина устраиваемого фундамента соответствует требуемой ширине, например 55 см.

3. В варианте 2 бетон в фундаменте, перед началом кладки стен, должен набрать начальную прочность, это составляет 7-10 дней. Однако, если учесть, что это индивидуальное, а не массовое строительство, и здесь фактор времени не имеет такого большого значения, разрыв между бетонированием фундамента

и началом кладки стен в 7-10 дней не является решающим. Следует отметить, что в настоящее время появились добавки - пластификаторы, которые ускоряют сроки достижения начальной прочности бетона до 3-4 дней.

Итак, для устройства фундаментов в малоэтажном строительстве наиболее оптимальным (с точки зрения экономии средств и материалов) является вариант 2 (ленточные монолитные фундаменты).

Однако, даже если выбран вариант 1 (ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков), здесь также можно немного сэкономить. Если вместо двух операций («разгрузка автокраном блоков с автомашины на площадку складирования» и «монтаж блоков автокраном с площадки складирования в фундамент») выполнить одну операцию - «разгрузка автокраном блоков с автомашины сразу в фундамент, минуя площадку складирования». Такой метод называется «монтаж с колес».

Но в этом случае, во избежание простоя автотранспорта, на строительной площадке все должно быть подготовлено для «монтажа с колес». А именно: выполнена разбивка осей здания, отрыта траншея, устроена подготовка под фундамент, приготовлен раствор для кладки блоков.

Примечание. Вопросы устройства подготовки под фундамент и его армирования решаются в обоих вариантах одинаково - в зависимости от грунтовых условий.

ПРОСТЕЙШИЕ РАСЧЕТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ

Как показала практика, примеры конструирования целесообразно дополнить простейшими расчетами, которые помогли бы рассчитать основные элементы для несложных конструктивных схем, таких, как одно-, двух и трехэтажные здания с массивными стенами (жилые дома, бани, гаражи).

С помощью этих простейших расчетов можно будет определить размеры фундаментов в зависимости от конкретных нагрузок и грунтовых условий, рассчитать шаг балок и их сечение в перекрытиях, подобрать сечения строительных конструкций и т. п.

В начале даны нормативные данные и принципы выполнения простейших расчетов конструктивных элементов здания, а далее, в качестве примеров выполнены расчеты наиболее характерных элементов зданий.

Очень часто размеры фундаментов, сечение балок и монолитных железобетонных плит назначаются «на глазок» и, для большей надежности «с запасом». Это приводит к перерасходу материалов (иногда довольно большому) и, следовательно, к удорожанию строительства.

Выполнение простейших расчетов, позволит принять оптимальное решение при конструировании элементов зданий, что в свою очередь, приведет к экономии средств на строительство.

Нагрузка и воздействия для расчета конструктивных элементов зданий

Общие положения

Для расчета элементов зданий прежде всего необходимо определить какие нагрузки и воздействия влияют на рассчитываемую конструкцию

Нагрузки и воздействия, согласно строительным нормам и правилам, разделяются на постоянные и временные (временные длительные, кратковременные и особые).

К постоянным нагрузкам и воздействиям относятся:

- а) вес частей зданий - несущих и ограждающих конструкций;
- б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок) на стены подвальных и цокольных помещений.

К временным длительным нагрузкам и воздействиям относятся:

- а) вес стационарного оборудования;
- б) нагрузки на перекрытия складских и подсобных помещений;
- в) вес некоторых частей зданий, положение которых в процессе эксплуатации может измениться (например, перегородок);
- г) вес слоя воды на плоских покрытиях (например, фонтан с бассейном на террасе);

К кратковременным нагрузкам и воздействиям относятся:

а) нагрузки на перекрытия жилых домов, коттеджей от веса людей, мебели и т. п.;

б) вес людей, деталей, ремонтных материалов в зонах обслуживания оборудования (проходах, проездах и других свободных от оборудования участках);

в) нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования;

г) снеговые нагрузки;

д) ветровые нагрузки;

е) температурно-климатические воздействия;

ж) нагрузки, возникающие при перевозке и монтаже строительных конструкций, при складировании на строительстве материалов и изделий.

В случае, если в помещениях жилых зданий преобладает оборудование (например, котельная) или возможно интенсивное скопление людей (например, банкетный зал) нагрузки для этих помещений следует отнести к временным длительным нагрузкам.

Кособым нагрузкам и воздействиям относятся:

а) сейсмические воздействия;

б) воздействия просадок основания (например, при просадочных грунтах или в районах горных выработок и т. п.).

При учете совместного действия нагрузок, следует различать следующие сочетания:

а) основные сочетания, составленные из постоянных и временных длительных нагрузок и одной из возможных кратковременных нагрузок (наиболее

Примечание: сейсмическое воздействие учитывается в районах с сейсмичностью более 6 баллов по шкале Рихтера. Так как таких районов в России немного, а расчеты очень сложны, расчет конструкций на сейсмическую нагрузку в настоящей книге не приводится.

существенно влияющих на напряженное состояние рассматриваемого элемента или конструкции);

б) дополнительные сочетания, составляемые из постоянных, временных длительных и всех кратковременных нагрузок, при их числе не менее двух;

в) особые сочетания, составляемые из постоянных, временных длительных, возможных кратковременных и одной из особых нагрузок.

Для расчета конструкций зданий приняты основные сочетания нагрузок.

К конструкциям и входящим в них элементам подлежащим расчету, относятся:

- основание фундаментов;
- фундаменты;
- стены;
- перекрытия;
- покрытия;
- строительные конструкции;
- лестничные площадки и марши.

В зависимости от разного рода факторов, в конструкциях здания возникают напряжения, которые, во избежание появления трещин, необходимо гасить в деформационных швах.

Деформационные швы делятся на:

- температурные;
- температурно-усадочные;
- осадочные.

Температурные швы устраиваются в ограждающих конструкциях для компенсации напряжений, возникающих при колебаниях температур:

- в стенах - от фундамента до покрытия;
- в покрытиях - поперек всего здания. Расстояние между температурными швами зависит от материала конструкций и от расчетных температур (см. табл. 1).

Таблица 1

**Максимальные расстояние «S» между
температурными швами в стенах
отапливаемых зданий**

Расчетная температура наружного воздуха, в град.	Расстояние между температурными швами «S» в мм			
	при кладке из обыкновенного глиняного кирпи- ча или керамичес- ких камней на ра- створах марок		при кладке из сили- катного кирпича и легкобетонных камней на раство- рах марок	
	100-50	25-10	100-50	25-10
Ниже -30	50	75	30	40
от -21 до -30	60	90	40	50
от -11 до -20	80	120	45	60
-10 и выше	100	150	50	75

Примечание: Расчет конструкций на прочность и устойчивость формы производится по расчетным нагрузкам (конструкции фундаментов, стены, перекрытия, покрытия, стропильные конструкции, лестницы и т. п.).

Расчет на выносливость – по нормативным нагрузкам (основания фундаментов, расчет конструкций на прогиб и т. п.).

Примечания:

1. Для кладки из природного камня расстояние между температурными швами принимается как для кладки из силикатного кирпича с умножением на коэффициент $K = 1,25$.

2. Расстояния, в стенах между температурными швами «S» умножается на коэффициент:

для закрытых неотапливаемых зданий $K = 0,7$

для открытых сооружений $K = 0,5$.

3. Для стен из бутобетона расстояние между температурными швами «S» принимается вдвое меньше, чем для кладки из бетонных камней на растворах 100-50, но не менее 20 м для стен внутри здания или в грунте и не менее 10 м для открытых сооружений.

4. В подземных сооружениях, расположенных в зоне промерзания грунта, расстояния между температурными швами «S» в каменных стенах могут быть увеличены вдвое.

5. Для стен из комбинированной кладки (например, из глиняного кирпича, облицованного силикатным кирпичом) максимальное расстояние между температурными швами «S» могут определяться как среднее значение между расстояниями, приведенными в таблице 1 для кладки из глиняного и силикатного кирпича.

Таблица 2

**Максимальные расстояния «S»
между температурно-усадочными
швами в железобетонных и бетонных
конструкциях каркасных зданий,
допускаемые без расчета**

Конструкции	Наибольшие расстояния между температурно-усадочными швами «S», допускаемое без расчета	
	внутри отапливаемых зданий или в грунте	в неотапливаемых зданиях и в открытых сооружениях
Железобетонные конструкции:		
- сборные каркасные, в т.ч. смешанные с металлическим или деревянным покрытием	60	40
- сборные сплошные	50	30
- монолитные и сборномонолитные каркасные	50	30
- монолитные и сборномонолитные	40	25
Бетонные конструкции:		
- сборные	40	30
- монолитные при конструктивном армировании	30	20
- монолитные без конструктивного армирования	30	10

Температурно-усадочные швы устраиваются в бетонных и железобетонных конструкциях (покрытиях, перекрытиях, отстоях, площадках и т. п.) для компенсации напряжений, возникающих при колебаниях температуры. Расстояния между температурно-усадочными швами принимаются по *табл. 2*.

Температурно-усадочные швы в покрытиях и перекрытиях должны совпадать с температурными швами в стенах.

Осадочные швы устраиваются когда ожидается неравномерная осадка отдельных частей здания:

- при разнородных грунтах;
- при возведении отсеков здания в разное время;
- при разных высотах отдельных частей здания, превышающих 10 м;
- при значительной разнице в ширине подошвы фундаментов и их заглублений.

Осадочные швы должны прорезать все здание от крыши до фундамента.

Нагрузки и коэффициенты надежности

Расчетные нагрузки получают умножением нормативных нагрузок на соответствующие коэффициенты надежности (γ_f).

Для постоянных нагрузок

Нормативные нагрузки от веса несущих (перекрытые балконы, лестницы и т. п.) и ограждающих конструкций (стены) определяют по проектным размерам элементов в соответствии с данными об объемных весах материалов из которых выполнены эти элементы. Объемные веса основных строительных материалов приведены в *табл. 3*.

Коэффициент надежности для нагрузок от веса строительных конструкций и грунтов принимается:

- 1,05 (0,9) для металлических конструкций;
- 1,1 (0,9) для бетонных, железобетонных, каменных и деревянных конструкций;
- 1,3 (0,9) для тепло- и звукоизоляционных материалов, засыпок, выравнивающих слоев, стяжек, штукатурок, бетонных (со средней плотностью 1600 кг/м^3 и менее) и т. п., выполняемых на строительной площадке;
- 1,2 (0,9) то же, выполняемое в заводских условиях;

Таблица 3

Наименование материалов, элементов, изделий	Объемный вес γ кг/м ³	Наименование материалов, элементов, изделий	Объемный вес γ кг/м ³
1. Асфальты в полах и стяжках	1800	17. Кладка из керамзитобетонных блоков	1200
2. Сосна и ель	556	18. Кладка из полнотелого глиняного кирпича	1800
3. Плиты древесно-волоконистые	600	19. Кладка из силикатного кирпича	1900
4. Оргалит	700	20. Кладка из дырчатого кирпича	1300
5. Фанера клееная	600	21. Кладка из семищелевого кирпича	1400
6. Линолеум	1100	22. Цементно-песчаный раствор	1800
7. Цементный фибролит	600	23. Сложный раствор	1700
8. Железобетон	2500	24. Известково-песчаный раствор	1600
9. Бетон	2200	25. Утеплители:	
10. Стекло оконное	2500	а) пенополистирол	25-40
11. Сухая штукатурка листовая	1000	б) маты из минеральной ваты	20
12. Кладка из лицевого пустотелого керамического кирпича	1350	в) плиты минераловатные	300-500
13. Кладка из пенобетонных блоков	600	г) урса	15
14. Грунт под зданием	1800		
15. Засыпка из сухого песка	1600		
16. Засыпка из керамзита	500		

- 1,1 (0,9) для грунтов в природном залегании;
- 1,15 (0,09) для насыпных грунтов.

Примечание: Указанные в скобках коэффициенты надежности, принимаются в тех случаях, когда уменьшение нагрузок от веса конструкции и грунтов ухудшает работу конструкции. Например, при расчете на устойчивость, опрокидывание, скольжение.

Для металлических конструкций, в которых нагрузка от собственного веса превышает 50% общей нагрузки, коэффициент надежности следует принимать - 1,1.

Для временных нагрузок на перекрытие

Таблица 4

**Нормативные и расчетные нагрузки,
коэффициенты надежности**

Вид нагрузок	Нормативная нагрузка « g_k » в кгс/м ²	Коэффициент надежности « γ_f »	Расчетная нагрузка « q » в кгс/м ²
1. Чердачные помещения: а) без доступа людей (кроме отдельных лиц технического персонала) б) используемые как технические этажи	70 Дополнительно к весу оборудования (если оно установлено) По действительной нагрузке но не менее 200	1,3 1,2	91 не менее 240
2. Террасы и покрытия (горизонтальные и с уклоном 1:20) используемые для временного пребывания людей (см. примечание п. 4)	150	1,3	195
3. Квартиры	150	1,3	195

4. Вестибюли, коридоры, лестницы	300	1,2	360
5. Балконы с учетом нагрузки			
а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона	400	1,2	480
б) сплошной равномерной на площади балкона – воздействие которой неблагоприятнее, чем в п. 5а	200	1,2	240
6. Специальные и подсобные помещения жилых зданий	По действительной нагрузке но не менее 200	1,2	Не менее 240

Примечания: 1. Для перекрытий зданий и помещений, не указанных в табл. 5 или воспринимающих нагрузки, отличающиеся от приведенных в таблице, нормативные нагрузки и коэффициент надежности следует назначать с учетом условий эксплуатации этих зданий и помещений.

2. Нагрузки, приведенные в табл. 4, установлены с учетом веса обычного оборудования. Нагрузки от веса специального оборудования (водяных баков, вентиляционных камер, двигателей и т. п.), а также от веса перегородок, печей, каминов, сейфов и возможных тяжелых грузов должны учитываться особо

3. Нагрузка от веса перегородок принимается в зависимости от конструкции перегородок и характера их опирания. При обоснованных случаях возможных последующих перемещений перегородок нагрузка от веса перегородок может быть приведена к условной нормативной нагрузке не менее 50 кгс/м^2 и коэффициенты надежности (γ) 1,3 (расчетная нагрузка 65 кгс/м^2).

4. Нагрузка от веса людей на террасы и покрытия для временно пребывания людей в п. 2 табл. 4 принимается во внимание только в тех случаях, когда ее учет дает более неблагоприятный результат по сравнению с воздействием снеговых нагрузок.

5. Приведенные в п. 4 табл. 4 нагрузки для лестниц распространяются на лестничные марши, лестничные площадки и лестничные проходы.

6. Горизонтальные нормативные нагрузки на перила лестниц, балконов, обслуживающих площадок и т. п. принимаются равным 30 кг/п.м. , при этом коэффициент надежности составляет – $1,2 \text{ кг/п.м.}$, а горизонтальная расчетная нагрузка – 36 кг/п.м.

7. Несущие элементы покрытий и перекрытий следует проверять на сосредоточенную вертикальную нормативную нагрузку:

- а) для покрытий, террас и чердачных помещений – 100 кгс;
 б) для перекрытий жилых зданий и лестниц – 150 кгс.

При проверке на такую сосредоточенную нагрузку другие временные нагрузки не учитываются. Коэффициент надежности принимается равным – 1,2.

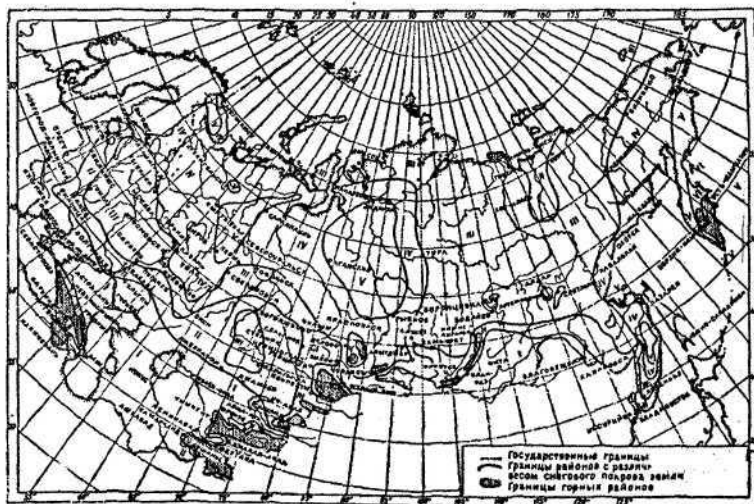
Снеговые нагрузки

Таблица 5

Вес снегового покрова « S_0 » на 1 м² горизонтальной поверхности земли

Районы бывшего СССР	Вес снегового покрова земли « S_0 » в кгс/м ²
I	80
II	120
III	180
IV	240
V	320
VI	400

Карта стран СНГ с границами районов нормативных весов снегового покрова



Нормативная снеговая нагрузка на 1 м^2 площади горизонтальной проекции покрытия определяется по формуле

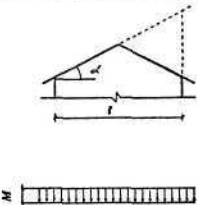
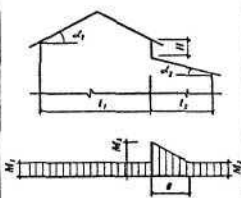
$$S = S_q \mu,$$

где: S_q - расчетное значение снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли принимаемый по *табл. 6*.

μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова к снеговой нагрузке земли на покрытие, принимаемый по *табл. 6*.

Таблица 6

Схемы снеговых нагрузок и значение коэффициента « μ »

Наименование	Схема № 1	Схема № 2
Профиль покрытия		
Расчетная схема и значение коэффициента « μ »	при $\alpha \leq 25^\circ \mu = 1.0$ при $\alpha \geq 60^\circ \mu = 0$. Промежуточные значения « μ » определяются интерполяцией	Значения « μ_1 » и « μ_2 » принимаются по схеме № 1 в зависимости от « α_1 » и « α_2 » $v = 2H$ но не более 16,0 μ_3 принимается не более: 4,0 – если нижнее покрытие является покрытием здания 6,0 – если нижнее покрытие – навес.

Примечания: 1. Значение коэффициента « t » по схеме № 1 принимается для простых кровель без перепадов, изгибов, слуховых окон и т. п.

2. Значение коэффициента « t_3 » по схеме № 2 принимается в так называемых «снеговых мешках», то есть там, где снег может накапливаться в значительно больших количествах, чем на кровле по схеме № 1. Такими местами являются перепады кровель, места возле слуховых окон, места возле стен на открытых террасах, места возле парапетов и т. п.

Ветровые нагрузки

Учитывая то, что рассматриваемые в настоящей книге здания и сооружения имеют небольшую высоту (до 3-х этажей), а также то, что все они имеют массивные стены, перевязанные поперечными стенами и перекрытиями, влиянием ветровой нагрузки можно пренебречь.

Однако, при строительстве крыши необходимо учитывать возможность создания «эффекта паруса». Таких случаев, когда крышу сносило сильным порывом ветра - достаточно.

Во избежание этого, при строительстве необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

- в строительных конструкциях крыши предусмотреть кресты жесткости;
- торцы чердака (фронтоны) возводить в последнюю очередь в тихую, безветренную погоду;
- избегать создания на чердаке «кармана», когда скаты крыши и один торец создают для ветра ловушку. В этом случае сила ветра может оказаться больше веса конструкций крыши: ветер поднимет крышу и снесет ее. Если обоих торцов нет, то ветер безболезненно для крыши пролетает через чердак как через трубу и «эффект паруса» не создается.

Расчет фундаментов

Основным типом фундаментов в малоэтажном жилищном строительстве являются ленточные фундаменты, выполняемые, как правило, из сборных блоков или монолитные.

Расчет фундаментов состоит из следующих этапов:

1. Расчет грунтового основания под подошвой фундамента по нормативным нагрузкам, т. е. опре-

деление среднего давления по подошве фундамента от вышележащих нагрузок, передаваемых элементами здания на фундамент, и сравнение его с нормативным давлением грунтового основания, на который опирается фундамент. Среднее давление по подошве фундамента от вышележащих нормативных нагрузок не должно превышать нормативного давления на основание, т. е. грунт под подошвой фундамента не должен деформироваться под воздействием нагрузок от вышележащих элементов здания, передающихся на фундамент.

2. Расчет самого фундамента по расчетным нагрузкам, воздействующим на фундамент. Как правило, расчету подлежат столбчатые фундаменты под колонны, в которых необходимо армировать нижний (подошвенный) уступ и стаканную часть для установки колонны. Для ленточных фундаментов расчет выполняется только в том случае, если ширина нижнего (подошвенного) уступа фундамента, определенная расчетом, значительно больше толщины стены, опирающейся на фундамент. В этом случае армирование нижнего уступа фундамента определяется расчетом (*см. рис. 1*).

Для остальных случаев, когда ширина подошвы фундамента незначительно отличается от толщины стены, опирающейся на фундамент (*см. рис. 2*), расчет фундамента не производится. В случае необходимости размеры нижнего уступа фундамента (*см. рис. 2 а*) устанавливаются конструктивно.

В малоэтажном жилищном строительстве (до 3-х этажей) случай приведенный на *рис. 1*, встречается крайне редко, только при плохих грунтах. Для расчета армирования нижнего уступа такого фундамента можно использовать данные расчета монолитных железобетонных перекрытий.

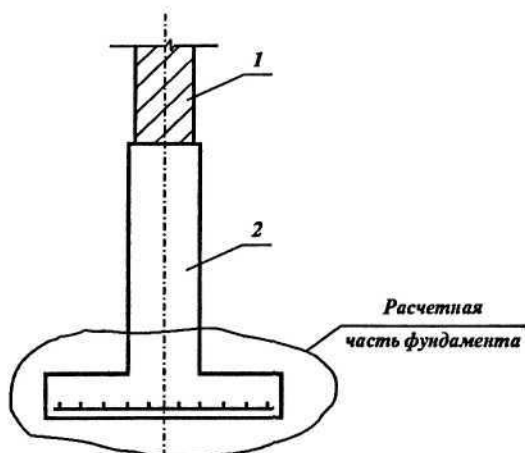


Рис. 1. Сечение ленточного фундамента при уширенном нижнем уступе:
1 – стена; 2 – фундамент

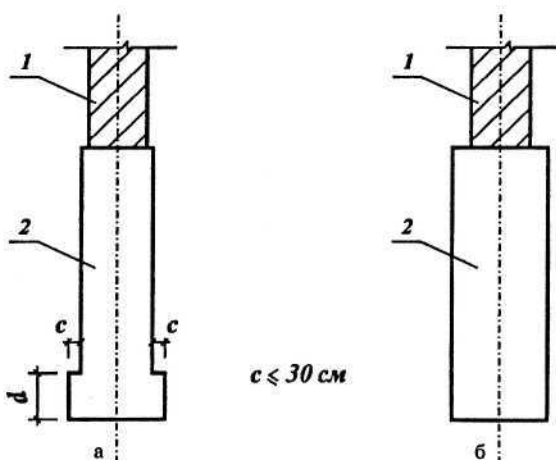


Рис. 2. Сечение ленточного фундамента при незначительном отличии ширины подошвы фундамента от толщины стены:

а – фундамент с небольшим уступом; б – фундамент без уступа:
1 – стена; 2 – фундамент

Наиболее распространенный случай ленточных фундаментов для малоэтажного жилищного строительства приведен на рис. 2. Максимально целесообразные размеры нижнего уступа «с», при которых не требуется выполнять расчет, составляют 30 см.

В малоэтажном жилищном строительстве с массивными стенами можно сделать допущение, что стены и вышележащие этажи передают нагрузку на фундамент центрально.

Предварительную ширину ленточного центрально загруженного фундамента «в» подсчитывают по формуле:

формула 1:
$$b = \frac{P}{10R^H - \gamma_{cp} h} ,$$

где P - нормативная нагрузка в тоннах, передаваемая от стены и вышележащих этажей на 1 погонный метр фундамента;

R^H - нормативное давление на грунты основания в кгс/см²;

γ_{cp} - средняя величина объемного веса материала фундамента и грунта на его уступах, принимаемая равной 2,0 т/м³;

h - глубина заложения фундамента, в метрах.

Найденный размер ширины подошвы фундамента «в» (в метрах) округляют в большую сторону. После окончательного установления ширины фундамента подсчитывают среднее давление по подошве фундамента от вышележащих нормативных нагрузок

« $R_{\text{ср}}$ » и сравнивают его с нормативным давлением на грунты основания « R^H ».

формула 2 :
$$R_{\text{ср}} = \frac{P + Q}{B} \leq R^H ,$$

где Q - вес фундамента и грунта на его уступах (обрезах), в тоннах.

При определении нормативного давления на основание (грунт) « R^H » необходимо учитывать то, что возможность упрощенного определения нормативного давления на грунты основания под подошвой фундамента напрямую зависит от вида грунтов из которого сложено это основание.

Упрощенное определение нормативного давления на основание можно выполнять когда грунтами основания являются:

- крупнообломочные грунты (щебенистые и гравелистые);
- пески гравелистые, крупные, средней крупности и мелкие; плотные и средней плотности;
- супеси пластичные (показатель консистенции $0 \leq J_L \leq 1$), плотные и средней плотности;
- суглинки и глины полутвердые (показатель консистенции $0 \leq J_L \leq 0,25$), тугопластичные (показатель консистенции $0,25 \leq J_L \leq 0,5$), плотные и средней плотности.

Как уже говорилось выше, на площадке строительства необходимо выполнить инженерно-геологические изыскания. В случае обнаружения на площадке хороших грунтов, при которых возможно упрощенное определение давления грунтов, при которых возможно упрощенное определение давле-

ния грунтов основания под подошвой фундаментов, объем лабораторных работ уменьшается и нормативное давление на грунты основания « R^H » в этом случае можно принять по табл. 7-10.

Примечания: Упрощенное определение нормативного давления на основание выполнять нельзя при: 1. пылеватых песках, а также рыхлых песках всех типов. Здесь необходим более сложный расчет, который могут выполнить только специалисты. Плотность сложения песков определяется коэффициентом пористости « e ». 2. суглинках и глинах мягкопластичных, текуче-пластичных и текучих (показатель консистенции $0,5 \leq J_L \leq 1$), и коэффициенте пористости $e > 1,0$. Здесь требуется более сложный расчет, который могут выполнить только специалисты.

Таблица 7

**Нормативное давление на крупнообломочные
грунты основания « R^H »**

Наименование видов грунтов	R^H в кг/см ²
1. Щебенистые (галечниковые) грунты с песчаным заполнением пор	6,0
2. Дресвяный (гравийный) грунт из обломков кристаллических пород	5,0
3. Дресвяный (гравийный) грунт из обломков осадочных пород	3,0

Таблица 8

**Нормативное давление на песчаные грунты
основания « R^H »**

Наименование видов грунтов	R^H в кг/см ²	
	плотные	средней плотности
1. Пески крупные независимо от влажности	4,5	3,5
2. Пески средней крупности независимо от влажности	3,5	2,5
3. Пески мелкие:		
а) маловажные	3,0	2,0
б) очень влажные и насыщенные водой	2,5	1,5

Таблица 9

Нормативное давление на глинистые грунты основания « R^H »

Наименование вида грунта	Коэффициент пористости « e »	R^H в кг/см ²
		консистенция $0 \leq J_L \leq 1$ (пластичная)
Супеси	0,5 (плотные)	3,0
	0,7 (ср. плотности)	2,0

Таблица 10

Нормативное давление на глинистые грунты основания « R^H »

Наименование грунта	Коэффициент пористости « e »	R^H в кг/см ²	
		консистенция $0 \leq J_L \leq 0,25$ (полутвердая)	консистенция $0,25 \leq J_L \leq 0,5$ (тугопластичная)
1. Суглинки	0,5 (плотные)	2,9	2,8
	0,7 (ср. плотности)	2,4	2,2
2. Глины	0,5 (плотные)	5,7	5,2
	0,6 (ср. плотности)	4,7	4,2
	0,8 (ср. плотности)	2,6	2,4

Примечание: Значение « R^H », приведенные в табл. 7–10 допускаются использовать при расчете фундаментов, если основание под подошвой фундаментов сложено на глубину полуторной ширины фундамента (1,5 в) плюс 1,0 м из тех же грунтов, какие указаны в данных таблицах.

Пример расчета фундаментов

В качестве примера для расчета фундаментов возьмем 2-этажный 4-х комнатный жилой дом.

Для проведения расчета определим следующий порядок:

1. В плане здания выделим 1 п.м. стены, опирающейся на ленточный фундамент (рис. 5).

2. Определяем вес стены, передаваемый на 1 п.м. фундамента.

Для этого высоту стены от верхнего обреза фундамента до кровли умножим на толщину и объемный вес каждого слоя многослойной стены и умножим на 1 п.м.

В нашем примере стена от фундамента до кровли имеет высоту 7,5 м, толщину внутренней стены принимаем 0,38 м.

Вес наружной стены составляет:

$$7,5 \times (2 \times 0,03 + 0,05 \times 0,12 + 1,3 \times 0,51) \times 1,0 \text{ м} = 5,47 \text{ т}$$

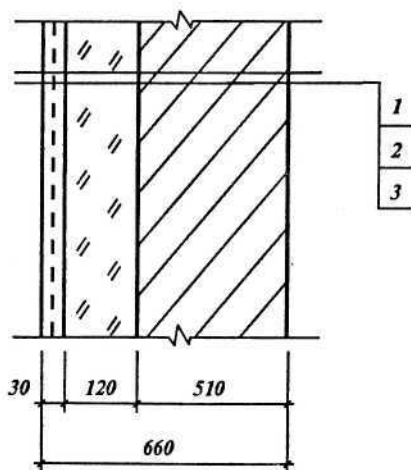


Рис. 3. Многослойная наружная стена:

1 – слой штукатурки армированный сеткой $\gamma = 2,0 \text{ тс/м}^3 - 0,03 \text{ м}$;
2 – минераловатные плиты $\gamma = 0,05 \text{ тс/м}^3 - 0,12 \text{ м}$; 3 – пустотелый
глиняный кирпич $\gamma = 1,3 \text{ тс/м}^3 - 0,51 \text{ м}$

Вес внутренней стены составляет:

$$7,5 \times 1,3 \times 0,38 = 3,71 \text{ т}$$

3. Определим нормативную нагрузки от 1 м^2 покрытия (крыши состоящую из собственного веса покрытия и снеговой нагрузок. Для нашего примера возьмем собственный вес покрытия (кровля из черепицы на деревянной обрешетке) - 50 кгс/м^2 , вес снегового покрова (возьмем III район) для кровли простой формы - 180 кгс/м^2 .

Итого нормативная нагрузка от 1 м^2 покрытия составляет

$$50 + 180 = 230 \text{ кгс/м}^2.$$

Примечание: Внутренняя стена выполнена из пустотелого глиняного кирпича толщиной 38 см.

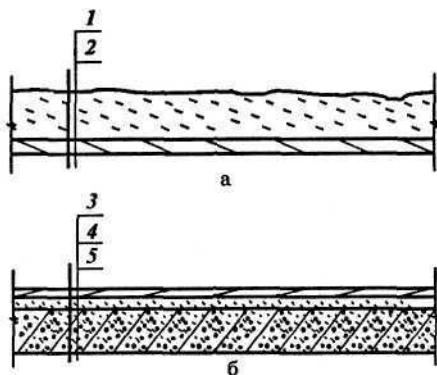


Рис. 4. Состав перекрытий:

а - чердачное перекрытие; б - междуэтажное перекрытие: 1 - утеплитель «УРСА» $\gamma = 15 \text{ кгс/м}^3 - 0,18 \text{ м}$; 2 - деревянный настил $\gamma = 600 \text{ кгс/м}^3 - 0,025 \text{ м}$; 3 - паркетная доска $\gamma = 600 \text{ кгс/м}^3 - 0,015 \text{ м}$; 4 - цементная стяжка $\gamma = 1800 \text{ кгс/м}^3 - 0,03 \text{ м}$; 5 - железобетонная плита $\gamma = 2400 \text{ кгс/м}^3 - 0,08 \text{ м}$

4. Определим нормативную нагрузку от 1 м^2 перекрытия, состоящую из собственного веса перекрытия и временной нагрузки. Собственный вес 1 м^2 каждого слоя получается умножением объемного веса слоя на его толщину.

Временная нормативная нагрузка на чердачное перекрытие составляет - 70 кгс/м^2 . Временная нормативная нагрузка на междуэтажное перекрытие в квартире составляет - 150 кгс/м^2 (см. табл. 4).

Нормативная нагрузка от 1 м^2 чердачного перекрытия составляет:

- собственный вес конструкции - $0,18 \times 15 + 0,025 \times 600 = 17,7 \text{ кгс/м}^2$;
- временная нормативная нагрузка - $70,0 \text{ кгс/м}^2$;
- итого $17,7 + 70 = 87,7 \text{ кгс/м}^2$.

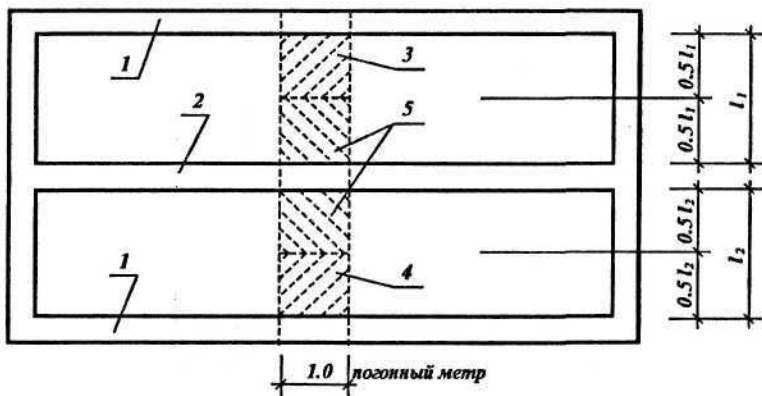


Рис. 5. Схема сбора нагрузок с перекрытия (покрытия). План:

1 - крайняя несущая стена; 2 - средняя несущая стена; 3 - площадь сбора нагрузок, на крайнюю и несущую стену с перекрытия пролетом $\bullet l_1 \bullet 0,5 l_1 \times 1 \text{ п. м}$; 4 - площади сбора нагрузок на крайнюю несущую стену с перекрытия пролетом $\bullet l_2 \bullet 0,5 l_2 \times 1 \text{ п. м}$; 5 - площадь сбора нагрузок на среднюю несущую стену с перекрытия пролетом $\bullet l_1 \bullet$, и перекрытия пролетом $\bullet l_2 \bullet 0,5 l_1 \times 1 \text{ п. м} + 0,5 l_2 \times 1 \text{ п. м}$

Нормативная нагрузка от 1 м² междуэтажного перекрытия составляет:

- собственный вес конструкций $0,015 \times 600 + 0,03 \times 1800 + 0,08 \times 2400 = 255$ кгс/м²;
- временная нормативная нагрузка - 150 кгс/м²;
- итого $255 + 150 = 405$ кгс/м².

5. Выделим площадь перекрытия и покрытия с которой необходимо собрать нагрузку на фундамент. Она собирается с половины пролета между несущими стенами: для крайних пролетов с одной стороны, для средних пролетов - с двух сторон. К несущим относятся стены, на которые опираются перекрытия и покрытие.

6. Определим нагрузку от покрытия, чердачного и междуэтажного перекрытия передаваемую на 1 погонный метр ленточного фундамента путем умножения выделенной площади на нормативную нагрузку от покрытия, чердачного и междуэтажного перекрытия.

В нашем примере $l_1 = l_2 = 4,1$ м; выделенная площадь $4,1 \times 1 = 4,1$ м. Нагрузка на 1 п. м. фундамента средней стены от покрытия и всех перекрытий составит:

$$(230 + 87,7 + 405) \times 4,1 = 2963,1 \text{ кгс/п.м.} = 2,96 \text{ тс/п.м.}$$

Нагрузка на 1 п.м. фундамента крайней стены от покрытия и всех перекрытий составит:

$$(230 + 87,7 + 405) \times 4,1 / 2 = 1481,5 \text{ кгс/п.м.} = 1,48 \text{ тс/п.м.}$$

7. Определим ширину ленточного фундамента по формуле 1 на стр. 21.

Для нашего примера в качестве основания примем глинистые грунты средней плотности с $R^H = 2,4$ кгс/м² (см. табл. 10).

Глубину заложения примем - 1,8 м.

Ширина подошвы фундамента составит:

- для внутренней стены:

$$b = \frac{3,71 \text{ (вес стены)} + 2,96 \text{ (нагрузка наперекрытия)}}{10 \times 2,4 - 2 \times 1,8} = 0,33 \text{ м}$$

- для наружной стены:

$$b = \frac{5,47 + 1,48}{10 \times 2,4 - 2 \times 1,8} = 0,33 \text{ м}$$

Для нашего примера примем ширину фундамента:

- для внутренней стены - конструктивно по ширине стены - 0,4 м;
- для наружной стены - конструктивно по ширине стены - 0,65 м.

Содержание

Способы экономии средств и материалов при возведении фундаментов.	3
Простейшие расчеты элементов зданий.	6
Нагрузка и воздействия для расчета конструктивных элементов зданий.	7
Нагрузки и коэффициенты надежности.	12
Снеговые нагрузки.	16
Ветровые нагрузки.	18
Расчет фундаментов.	18
Пример расчета фундаментов.	24