

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЭТАЖНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ КАМЕННОГО ЗДАНИЯ

2.1 Теоретические сведения

На рисунках 2.1 и 2.2,а представлены план типового этажа и разрез трехэтажного здания с несущими кирпичными стенами, для которого ниже будет выполняться определение сейсмических нагрузок и усилий в несущих стенах из каменной кладки. Междуэтажные и чердачное перекрытие выполнены из сборных железобетонных пустотных плит.

Поэтажные вертикальные нагрузки необходимы для вычисления горизонтальных сейсмических сил, действующих на здание. Они включают собственный вес конструкций и временные нагрузки.

Поэтажные вертикальные нагрузки прикладывают на расчетной схеме здания в уровне перекрытий (рисунок 2.2, б). Для их вычисления вначале делят здание условными горизонтальными плоскостями посередине высоты каждого этажа. Затем подсчитывают все нагрузки, которые попадают между ними, и находят их суммы.

При определении поэтажных вертикальных нагрузок учитывают коэффициенты сочетания: для постоянных нагрузок $n_c = 0,9$ (для собственного веса металлоконструкций 0,95); для временных длительных (например, нагрузка на междуэтажные перекрытия) – 0,8; для кратковременных (например, снеговая) – 0,5.

Составляющие вертикальных нагрузок от равномерно распределенных, действующих на перекрытия, определяются по формуле

$$Q = S \cdot q \cdot \gamma_f \cdot n_c,$$

где S – грузовая площадь, с которой собирается нагрузка, m^2 ;

q – равномерно распределенная по площади нормативная нагрузка, kH/m^2 ;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, определяется по нормам проектирования [2];

n_c – коэффициент сочетания.

При определении нагрузок от массивов (объем перекрытий из железобетонных плит, стен из кирпичной кладки) объем массива в m^3 умножают на объемный вес в kH/m^3 и на коэффициенты γ_f и n_c .

В итоге расчета определяются суммарные сосредоточенные нагрузки, действующие на здание на уровнях междуэтажных и чердачного перекрытий.

Расчет рекомендуется выполнять в табличной форме (таблица 2.1).

2.2 Задача № 4

Определить поэтажные вертикальные нагрузки для трехэтажного кирпичного здания с подвалом, объемно-планировочное решение которого показано на рисунках 2.1 и 2.2. Вылет карниза принять равным 700 мм, крыша вальмовая.

2.2.1 Исходные данные

- 1). Снеговой район IV, нормативная снеговая нагрузка 1,5 кН/м².
- 2). Временные нормативные нагрузки:
 - кратковременные на междуэтажное перекрытие 1,5 кН/м², на лестницы 3 кН/м²; на балконы 4 кН/м²;
 - длительные на чердачное перекрытие 0,75 кН/м².
- 3). Постоянные нормативные нагрузки:
 - от веса асбестоцементной кровли 0,15 кН/м²;
 - от деревянных стропил 0,255 кН/м²;
 - от известково-песчаной корки 0,4 кН/м²;
 - от пароизоляции 0,03 кН/м²;
 - от конструкции пола 0,27 кН/м².
- 4). Характеристика утеплителя: керамзит с объемным весом 600 кг/м³, толщина слоя 180 мм.
- 5). Вес штучных изделий: балконная плита 23 кН; лестничный марш 23 кН.
- 6). Объемы конструктивных элементов:
 - железобетонные пустотные плиты перекрытий 64 м³;
 - железобетонные карнизные плиты 13,2 м³;
 - кирпичные стены над карнизными плитами 18,7 м³;
 - наружные кирпичные стены на высоту половины этажа 53,5 м³;
 - внутренние кирпичные стены на высоту половины этажа 45 м³;
 - гипсобетонные перегородки на высоту половины этажа 11,82 м³;
 - оконные и дверные блоки на высоту половины этажа 7,95 м³.
- 7). Объемные веса основных материалов: железобетон 2,5 кН/м³; кирпичная кладка 1,8 кН/м³.

2.2.2 Решение

Площади, необходимые для расчетов, принимаются на основании рисунков 2.1 и 2.2.

Площадь горизонтальной проекции крыши

$$S_1 = (40,8 + 0,31 \cdot 2 + 0,7 \cdot 2) \cdot (12 + 0,31 \cdot 2 + 0,7 \cdot 2) = 600,3 \text{ м}^2.$$

Площадь двускатной крыши при угле наклона 19°

$$S_2 = S_1 / \cos 19^\circ = 634,9 \text{ м}^2.$$

Площадь этажа по внутренним граням наружных стен

$$S_3 = 40,4 \cdot 11,6 = 468,4 \text{ м}^2.$$

Площадь лестничных клеток

$$S_5 = (6 - 0,2 - 0,19) \cdot (3,3 - 0,19 \cdot 2) = 32,8 \text{ м}^2.$$

Площадь помещений этажа

$$S_4 = S_3 - S_5 = 468,4 - 32,8 = 435,6 \text{ м}^2.$$

Площадь четырех балконов $1 \cdot 3,3 \cdot 4 = 13,2 \text{ м}^2$.

Результаты определения вертикальных нагрузок приводятся в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Поэтажные вертикальные нагрузки

№ п/п	Наименование нагрузок	Ед. изм.	Нормативная	Коэффициенты		Вычисление	Расчетная, кН
				надеж. по нагр. γ_f	сочетания ψ_c		
1	2	3	4	5	6	7	8
На уровне чердачного перекрытия (Q_4)							
1	Снег, $S_1 = 600,3 \text{ м}^2$	кН/м ²	1,5	1,4	0,5	$600,3 \cdot 1,5 \cdot 1,4 \cdot 0,5$	630,3
2	Асбестоцементная кровля с уклоном 19°, $S_2 = 634,9 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,15	1,1	0,9	$634,9 \cdot 0,15 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	94,3
3	Деревянные стропила $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,255	1,1	0,9	$468,4 \cdot 0,255 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	118,2
4	Известково-песчаная корка $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,4	1,3	0,9	$468,4 \cdot 0,4 \cdot 1,3 \cdot 0,9$	219,2
5	Утеплитель – керамзитовый гравий, $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$, $\delta = 180 \text{ мм}$, $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ $0,18 \cdot 6$	кН/м ²	1,08	1,3	0,9	$468,4 \cdot 1,08 \cdot 1,3 \cdot 0,9$	591,9
6	Пароизоляция – слой рубероида на мастике, $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,03	1,2	0,9	$468,4 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,9$	15,2
7	Железобетонные многопустотные плиты перекрытия $v = 64,0 \text{ м}^3$	кН/м ³	25	1,1	0,9	$64 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	1584
8	Железобетонные карнизные плиты $v = 13,2 \text{ м}^3$	кН/м ³	25	1,1	0,9	$13,2 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	326,7

Продолжение таблицы 2.1

№ п/п	Наименование нагрузок	Ед. изм.	Нормативная	Коэффициенты		Вычисление	Расчетная, кН
				надеж. по нагр. γ_f	сочетания η_c		
1	2	3	4	5	6	7	8
9	Кирпичные стены над карнизными плитами $v = 18,7 \text{ м}^3$	кН/м ³	18	1,1	0,9	$18,7 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	333,2
10	Наружные кирпичные стены на высоту половины этажа $v = 53,5 \text{ м}^3$	кН/м ³	18	1,1	0,9	$53,5 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	953,4
11	Внутренние стены на высоту половины этажа $v = 45 \text{ м}^3$	кН/м ³	18	1,1	0,9	$45 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	801,9
12	Гипсобетонные перегородки на высоту половины этажа $v = 11,82 \text{ м}^3$	кН/м ³	15	1,1	0,9	$11,82 \cdot 15 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	175,5
13	Оконные и дверные блоки, встроенные шкафы на высоту половины этажа $v = 7,95 \text{ м}^3$	кН/м ³	5	1,1	0,9	$7,95 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	39,4
14	Временная длительная нагрузка на чердачном перекрытии, $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,75	1,3	0,8	$468,4 \cdot 0,75 \cdot 1,3 \cdot 0,8$	365,4
$Q_4 = \Sigma \text{п.п. (1-14)} = 6248,6 \text{ кН}$							
На уровне перекрытий II этажа (Q_3), I этажа (Q_2), подвала (Q_1)							
15	Конструкция пола, $S_3 = 468,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	0,27	1,1 ÷ 1,3	0,9	$468,4 \cdot 0,27 \cdot 1,2 \cdot 0,9$	136,6

Продолжение таблицы 2.1

№ п/п	Наименование нагрузок	Ед. изм.	Нормативная	Коэффициенты		Вычисление	Расчетная
				надеж. по нагр. γ_f	сочетания ψ_c		
1	2	3	4	5	6	7	8
16	Железобетонные балконные плиты $n = 4$ шт.	кН/шт	23	1,1	0,9	$4 \cdot 23 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	91,1
17	Железобетонные лестничные марши (2 шт.)	кН/шт	23	1,1	0,9	$2 \cdot 23 \cdot 1,1 \cdot 0,9$	45,5
18	Кратковременная нагрузка на перекрытиях в помещениях, $S_4 = 435,6 \text{ м}^2$	кН/м ²	1,5	1,3	0,5	$435,6 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 0,5$	424,7
19	То же, на лестничных площадках, $S_5 = 16,4 \text{ м}^2$	кН/м ²	3	1,2	0,5	$16,4 \cdot 3 \cdot 1,2 \cdot 0,5$	29,5
20	То же, на балконах $S_6 = 13,6 \text{ м}^2$	кН/м ²	4	1,2	0,5	$13,2 \cdot 4 \cdot 1,2 \cdot 0,5$	31,7
$Q_3 = \Sigma \text{п.п. (7, 10 (2 раза), 11 (2 раза), 12 (2 раза), 13 (2 раза), 15, 16, 17, 18, 19, 20)} = 6283,5 \text{ кН};$ $Q_2 = \Sigma \text{п.п. (10 (2 раза), 11 (2 раза), 12 (2 раза), 13 (2 раза), 15, 16, 17 (2 раза), 18, 19 (2 раза), 20)} = 6358,5 \text{ кН};$ $Q_1 = \Sigma \text{п.п. (7, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19)} = 4190,5 \text{ кН}.$							

Таблица 8.2 – Исходные данные для задачи № 4

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Снеговой район	II	III	IV	III	IV	IV	II	III	IV	II
Временная нагрузка на перекрытие, кН/м ²	250	200	220	180	240	260	300	150	200	400
Утеплитель: - объемный вес, кг/м ³	800	600	500	400	600	500	800	700	800	750
- толщина, мм	200	240	200	260	200	300	250	200	150	180
Объемы конструктивных элементов, м ³ - железобетонные плиты перекрытий	65	63	62	60	58	66	68	70	63	65
- карнизные плиты	12,3	12,5	12,8	13,4	13,6	13,5	13,2	13,8	12,9	13,0
- кирпичные стены над карнизными плитами	16,5	16,8	17,2	17,4	17,6	18,0	17,8	18,2	18,0	18,4
- наружные стены на высоту половины этажа	60,6	60,4	60,0	59,0	58,4	54,6	55,0	56,0	58,0	62,0
- то же, внутренние стены	48,6	49,9	50,1	50,4	48,6	44,4	46,0	48,0	49,0	58,0
- гипсобетонные перегородки на высоту половины этажа	11,5	11,3	12,2	12,4	12,6	12,8	13,4	13,2	13,4	13,0
оконные и дверные блоки на высоту половины этажа	6,0	5,0	8,0	7,0	6,0	4,5	7,0	8,6	9,0	10,0

Номер варианта по таблице 8.2 принимается по последней цифре шифра.

Длительная нормативная нагрузка на чердачное перекрытие равна 0,75 кН/м². Постоянные нормативные нагрузки принимаются равными:

- от веса асбестоцементной кровли 0,15 кН/м²;
- от деревянной стропильной крыши 0,225 кН/м²;
- от известково-песчаной корки 0,4 кН/м²;
- от пароизоляции 0,03 кН/м²;
- от конструкции пола 0,27 кН/м².

Вес штучных изделий: балконная плита 23 кН; лестничный марш 23 кН.
 Объёмный вес материалов: железобетон 2,5 кН/м³; кирпичная кладка 1,8 кН/м³.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Справочные материалы к расчету

Таблица А1 – Характеристика сейсмических свойств грунтов
 (выборка из [1]).

Категория грунта по сейс- миче- ским свой- ствам	Грунты	Сейсмичность площадки строи- тельства при сей- смичности района, баллы			
		7	8	9	10
I	Скальные грунты всех видов неветрелые и слабоветрелые; крупнообломочные грунты преимущественно из магматических пород (более 70%), плотные (плотность грунта $\rho \geq 2,2$ т/м ³), содержание до 30% песчано-глинистого заполнителя, неводонасыщенные.	7	8	9	10
II	Скальные грунты ветрелые и сильноветрелые, кроме отнесенных к категории I; крупнообломочные грунты, кроме отнесенных к категории I; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e < 0,9$ для глин и суглинков и $e < 0,7$ – для супесей.	7	8	9	10
III	Пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности, а также пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; глинистые грунты с показателем текучести $I_L > 0,5$, независимо от коэффициента пористости; глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ – для глин и суглинков, и $e \geq 0,7$ – для супесей.	8	9	10	По результатам исследований

Примечания:

1. Относить грунты площадки к I категории по сейсмическим свойствам допускается при мощности слоя, соответствующего I категории, более 30 м, считая от черной отметки в случае насыпи или от планировочной отметки в случае выемки.

2. В случае неоднородного состава грунты площадки строительства следует относить к более неблагоприятной категории грунта по сейсмическим свойствам, если в пределах 10-метрового слоя грунта, считая от планировочной отметки в случае выемки и черной отметки – в случае насыпи, слой, относящийся к этой категории, имеет суммарную толщину более 5 м.

3. Для особо ответственных зданий и сооружений, строящихся в районах сейсмичностью 6 баллов на площадках с грунтами III категории по сейсмическим свойствам, сейсмичность строительных площадок следует принимать равной 7 баллам.

Таблица А2 – Выборка из списка населенных пунктов Республики Казахстан, расположенных в сейсмических районах, с указанием для них сейсмичности в баллах и повторяемости сейсмического воздействия

Населенный пункт	Сейсмичность района, в баллах
Восточно-Казахстанская область	
Акжар	8 ₂
Белоусовка	7 ₂
Берель	9 ₂
Буран	8 ₂
Глубокое	7 ₂
Зайсан*	8 ₂
Зыряновск	7 ₂
Катон-Карагай	9*
Маканчи	7 ₂
Серебрянск	7 ₂
Риддер	7 ₂
Рахмановские ключи	9 ₂

Примечание:

Пункты с сейсмичностью 9 баллов, находящиеся в зонах возможного возникновения очагов землетрясений (зонах ВОЗ) с магнитудами 7.1 и более, отмечены знаком (*) возле цифры. Землетрясения с такими магнитудами могут вызвать на поверхности земли остаточные деформации, разрушительные эффекты типа обвалов, оползней, селей, а также сейсмические воздействия интенсивностью более 9 баллов.

Пункты, для которых имеются карты сейсмического микрорайонирования, отмечены знаком (*) возле названия.

Таблица А3 – Коэффициенты K_1 , учитывающие ответственность зданий

Характеристика сооружений	Значения коэффициента K_1
1. Сооружения, повреждения которых способны вызвать опасные экологические последствия; здания и сооружения, в которых остаточные деформации и локальные повреждения конструкции (осадки, трещины и др.) не допускаются.	По соответствующим нормативным документам
2. а) особо ответственные здания; б) здания и сооружения, указанные в п. 1.1 (примечание 3) норм проектирования [1]	По техническим условиям
3. Здания и сооружения, функционирование которых необходимо при ликвидации последствий землетрясений и для защиты населения (системы энерго- и водоснабжения, пожарные депо, системы пожаротушения, сооружения связи, здания органов национальной безопасности и внутренних дел, здания и сооружения организаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций, здания больниц с травматологическими и хирургическими отделениями и т.п.).	1,5
4. Здания и сооружения, эксплуатация которых связана с длительным скоплением большого количества людей (большие и средние вокзалы, крытые стадионы, концертные залы и другие зрелищные сооружения); здания музеев; памятники, представляющие большую художественную и историческую ценность.	1,5
5. Здания дошкольных учреждений, школ, больниц (кроме указанных в п. 3), домов престарелых и т.п.	1.2
6. Малоответственные здания и сооружения, повреждения которых не представляют угрозы для безопасности людей, не сопровождаются порчей ценного оборудования, не вызывают прекращения непрерывных технологических процессов и /или загрязнения окружающей среды (небольшие одноэтажные сельскохозяйственные и складские сооружения, временные одноэтажные сооружения, легкие открытые летние павильоны).	0,5 (по согласованию с заказчиком)
7. Здания и сооружения (жилые, административные, общественные, производственные, сельскохозяйственные и т.п.), не указанные в позициях 1-6	1,0

Примечание:

Перечень зданий и сооружений по п.п. 1, 2.а и 3 составляется соответствующими министерствами или ведомствами по согласованию с государственным органом по делам архитектуры, градостроительства и строительства.

Таблица А4 – Коэффициенты редукиции K_2 , учитывающие конструктивные решения зданий

Конструктивные типы зданий	Значения коэффициента K_2
1. Бескаркасные здания: с несущими стенами из монолитного железобетона, крупнопанельные, объемно-блочные, с деревянными рублеными стенами: а) перекрестно-стеновых конструктивных систем с наружными и внутренними несущими стенами, расположенными с шагом не более 6 м, и перекрытиями, опирающимися по четырем сторонам на стены; б) других стеновых конструктивных систем.	0,20 0,25
2. Каркасные здания, кроме указанных в п. 3: а) рамных конструктивных систем в виде полных пространственных ригельных каркасов, имеющих все жесткие узлы соединений колонн и ригелей; рамно-связевых и связевых конструктивных систем с ригельными каркасами, имеющими все жесткие узлы соединений колонн и ригелей; каркасно-стеновых конструктивных систем; одноэтажных (всех конструктивных систем); б) других каркасных конструктивных систем.	0,25 0,30
3. Здания с нижними "гибкими" каркасными этажами; здания на свайных фундаментах с высоким ростверком.	0,35
4. Здания с каменно-монолитными стенами; здания с несущими стенами из кирпичной (каменной) кладки комплексной конструкции.	0,30
5. Здания с несущими стенами из кирпичной (каменной) кладки; крупноблочные здания.	0,40
6. Здания с несущими стенами из местных строительных материалов (саманные, глинобитные, из кирпича-сырца и им подобные).	По результатам исследований

Примечание:

При расчете зданий, перечисленных в п. 3 таблицы А4, указанное значение коэффициента K_2 следует применять при определении расчетных усилий в несущих конструкциях "гибких" этажей и свайных фундаментах с высоким ростверком. При определении расчетных усилий в конструкциях других этажей значение коэффициента K_2 допускается принимать в соответствии с конструктивными решениями этих этажей.

Таблица А5 – Коэффициенты сейсмичности

Коэффициенты сейсмичности	Значения коэффициентов A_{Γ} и $A_{\text{В}}$ при сейсмичности района строительства (в баллах)			
	7	8	9	10
A_{Γ}	0,125	0,25	0,5	0,8
$A_{\text{В}}$	0,08	0,18	0,4	0,7

Примечания:

1. A_{Γ} – значение коэффициента сейсмичности, принимаемое при определении горизонтальных расчетных сейсмических нагрузок; $A_{\text{В}}$ – значение коэффициента сейсмичности, принимаемое при определении вертикальных расчетных сейсмических нагрузок.

2. Значения коэффициентов A_{Γ} и $A_{\text{В}}$, приведенные в таблице А5, соответствуют площадкам со средними грунтовыми условиями (категория II по таблице А1).

3. При наличии утвержденной карты сейсмического микрорайонирования с количественными параметрами ожидаемых сейсмических воздействий на площадке строительства значения коэффициентов A_{Γ} и $A_{\text{В}}$ допускается принимать в соответствии с данными этой карты.

Таблица А6 – Коэффициенты K_{\circ} , учитывающие грунтовые условия площадки строительства

Категория грунта площадки строительства	Значения коэффициента K_{\circ} при сейсмичности района строительства (в баллах)			
	7	8	9	10
I	0,5	0,7	1,0	1,0
II	1,0	1,0	1,0	1,0
III	1,6	1,4	1,2	*

* Принимать по результатам специальных исследований.

Таблица А7 – Коэффициенты K_{Ψ} , учитывающие способность здания к рассеиванию энергии колебаний

Характеристика зданий и сооружений	Значения коэффициента K_{Ψ}
1. Сооружения типа этажерок без заполнения	1,2
2. Здания и сооружения, не указанные в пункте 1	1,0

ЛИТЕРАТУРА

1. СН РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах / Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, - Алматы, 2006. – 80 с.
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 с.
3. Поляков С.В., Сафаргалиев С.М. Сейсмостойкость зданий с несущими кирпичными стенами. – Алма-Ата: Казахстан, 1988. – 188 с.