

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

КАФЕДРА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЕТЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Часть 2

Методические указания
для студентов направления 270800.62 «Строительство», специальности
271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Нижегород
ННГАСУ
2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

КАФЕДРА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЕТЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Часть 2

Методические указания
для студентов направления 270800.62 «Строительство», специальности
271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Нижний Новгород
ННГАСУ
2015

УДК 624.15 (075)

Расчет нагрузок при проектировании оснований и фундаментов. Методические указания для студентов направления 270800.62 «Строительство», специальности 271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений» – Н.Новгород: ННГАСУ, 2015

Расчет нагрузок при проектировании оснований и фундаментов. Предназначены для дипломного проектирования, а так же проведения практических занятий по дисциплине «Основания и фундаменты».

Составители: А.А Кочеткова
Е.О Сучкова
С.Я Скворцов
С.П Нагаева

Содержание

Введение.....	4
Задание.....	7
Назначение расчетных сечений и определение грузовых площадей	8
Постоянные нагрузки.....	14
Нагрузки, действующие на 1м ² грузовой площади	14
Нагрузки от собственного веса стен на 1 м.п.....	16
Определение нормативных нагрузок от собственного веса стен	16
Определение расчетных нагрузок от собственного веса стен.....	18
Временные нагрузки	18
Нагрузки на чердачные перекрытия, междуэтажные перекрытия, конструкции лестничных клеток.....	18
Снеговая нагрузка	20
Подсчет нагрузок в расчетных сечениях	21
Приложение	26

ВВЕДЕНИЕ

Фундаменты служат для передачи нагрузок от здания или сооружения на грунтовое основание.

При проектировании следует учитывать нагрузки, возникающие при возведении и эксплуатации сооружений. Основными характеристиками нагрузок, установленными в СП 20.13330.2011, являются их нормативные значения. Как правило, нагрузки одного определенного вида характеризуются одним нормативным значением. Для нагрузок от людей, животных, оборудования на перекрытия жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий, от мостовых и подвесных кранов, снеговых, температурных климатических воздействий устанавливаются два нормативных значения: полное и пониженное (вводится в расчет при необходимости учета влияния длительности нагрузок, проверке на выносливость и в других случаях, оговоренных в нормах проектирования конструкций и оснований).

Расчетное значение нагрузки следует определять, как произведение ее нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , соответствующему рассматриваемому предельному состоянию. По I группе предельных состояний $\gamma_f > 1$, по II группе предельных состояний $\gamma_f = 1$.

Для нагрузок с двумя нормативными значениями соответствующие расчетные значения следует определять с одинаковым коэффициентом надежности по нагрузке (для рассматриваемого предельного состояния).

По СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» в зависимости от продолжительности действия нагрузок следует различать постоянные и временные (длительные, кратковременные, особые) нагрузки.

Постоянные: вес частей сооружений, в том числе вес ограждающих строительных конструкций (собственный вес стен, лестничных конструкций, покрытий и перекрытий).

Временные длительные: вес временных перегородок; вес стационарного оборудования; нагрузки от перекрытия от складироваемых материалов; нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытиях жилых, общественных, сельскохозяйственных зданий с *пониженными нормативными значениями*; вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов с *пониженным нормативным значением*; снеговые нагрузки с *пониженным нормативным значением*.

Кратковременные: нагрузки от людей, животных, оборудования на перекрытиях жилых, общественных и сельскохозяйственных зданий с *полными нормативными значениями*; нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования с *полным нормативным значением*; снеговые с *полным расчетным значением*; ветровые.

Особые: сейсмические, взрывные, нагрузки, вызванные нарушением технологического процесса.

Практически любая конструкция подвергается воздействию множества нагрузок различного вида, возникающих при возведении и эксплуатации сооружения. В СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» расчет конструкций и оснований по предельным состояниям I и II групп следует выполнять с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок или соответствующим им усилий. Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок. Определить РСУ, это значит найти те сочетания отдельных загружений, которые могут быть решающими (наиболее опасными) для определенной конструкции либо ее элемента.

В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать две категории сочетаний нагрузок:

а) Основное сочетание нагрузок, состоящее из постоянных, длительных и (или) кратковременных.

$$C_m = P_d + (\psi_{11} \cdot P_{11} + \psi_{12} \cdot P_{12} + \psi_{13} \cdot P_{13} + \dots) + (\psi_{t1} \cdot P_{t1} + \psi_{t2} \cdot P_{t2} + \psi_{t3} \cdot P_{t3} + \dots)$$

б) Особое сочетание нагрузок, состоящее из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых.

$$C_s = C_m + P_s$$

где: C_m - нагрузка для основного сочетания;

C_s - нагрузка для особого сочетания;

ψ_{ii} ($i = 1, 2, 3, \dots$) - коэффициент сочетания для длительных нагрузок;

ψ_{ti} ($i = 1, 2, 3, \dots$) - коэффициент сочетания для кратковременных нагрузок.

Расчет оснований и фундаментов производится, как правило, на основное сочетание.

Для основных и особых сочетаний нагрузок, коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ_l определяется следующим образом:

- для равномерно-распределенных длительных нагрузок

$$\psi_{l1} = 1,0; \quad \psi_{l2} = \psi_{l3} = \dots = 0,95$$

где: ψ_{l1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузки.

ψ_{l2}, ψ_{l3} - коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок

Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок

$$\psi_{t1} = 1,0; \quad \psi_{t2} = 0,9; \quad \psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0,7$$

где: ψ_{t1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузки.

ψ_{12}, ψ_{13} - коэффициенты сочетаний для остальных длительных нагрузок

При учете сочетаний нагрузок за одну временную следует принимать:

а) нагрузку определенного рода от одного источника (давление или разрежение в емкости, снеговую, ветровую, гололедную нагрузку, температурные климатические воздействия, нагрузку от одного погрузчика и т.д.)

б) нагрузку от нескольких источников, если их совместное действие учтено (от оборудования, людей и складироваемых материалов на одно или несколько перекрытий при учете коэффициентов $\varphi_1 - \varphi_4$, гололедно-ветровую и т.д.)

Варианты загрузений следует принимать в соответствии с предусмотренными условиями возведения и эксплуатации зданий. Если на стадии проектирования данные об этих условиях недостаточны

Временные нагрузки следует включать в сочетания как длительные – при учете пониженного нормативного значения, как кратковременные – при учете полного нормативного значения.

Задание

III. ТАБЛИЦА ПРОЕКТОВ

Обозначение проекта	№	Этикетка
О1	200	1310 0.70+0.80
О4	100	1040 0.10+0.11
О5	150	1040
О4	400	440 -0.80
А1	100	2010 0.00+0.80
А2	90	1110 0.70+0.11
А3	100	1040 0.10+0.11

IV. ТАБЛИЦА ОТВЕРСТЬ В Ф. ТАБ

Т	В	В	В	В
1000	500	DL-10/01/12		
500	400	DL-10/02/01		
500	500	DL-10/01/01		

V. БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

№ п/п	Наименование элементов	Материал, состав, конструкция элемента	Высота, мм	Толщина, мм	Дл. элемента, мм
1	Стены перим.	См. таблицу	2000	120	4000
2	Стены вентил.	См. таблицу	1000	100	1000
3	Перекрытия	Плита из железобетона по сечению 1.10/1.1	1500	120	3.2
4	Асб. плиты	Плита из асб. 100-6. Асб. плиты по сечению 1.10/1.1	1500	60	3.2
5	Перегородки	Гипсокартонные панели по ГОСТ 9154-80	1200	60	0.5-0.8
6	Полы	Минераловатные плиты	100	100	0.25
7	Стелла	Цементный раствор М-100	1000	10	0.4
8	Крыша	Асбест-цементные листы по асбестовому стелла			0.4
9	П.О.	Леска по сечению 7 мм по диаметру по диаметру по диаметру	50	20/50	

Временная нагрузка на 1 кв. метр: чердак - 1.5/0.5, лестница - 3/1.00.

VI. ПРОЧИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И УКАЗАНИЯ:

- Этажность - 2
- Количество слоев - 2
- Полы с отк. при - 2.3 м в сечении 1.10/1.1
- Техническое задание с отк. пола - м в сечении 1.10/1.1
- Входы в поэтажные лестничные (ЛЭ) и технические (ТЭ) в связи 2-3 в сечении 2 и 4-3 в сечении 4.
- В подвале и теплоточном пункте предусмотреть проемы (отк. О4) на расчете 1 проема на 45 кв. метров подвала (теплогидроизоляция).
- Стены, несущие перегородки, по осевым А, Б, В, несущие элементы лестниц, по осевым 2, 3 и 4, 5.
- Место строительства г. Пенза, М.А.А. 2/104, II-10/02/01.

Т - вид теплоточника, В - вид вентильного, А - вид вентильного, DL - планировочная этикетка двери.

ПРИЛОЖЕНИЕ №7 К ЗАДАНИЮ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ. ВАРИАНТ №2/3

Ф-1	Гр.	Подпись №1-10.10.10.10	Подпись №1-10.10.10.10
Ст-1			

1. Назначение расчетных сечений и определение грузовых площадей.

Расчетные сечения – это те сечения, в которых производится расчет оснований и фундаментов.

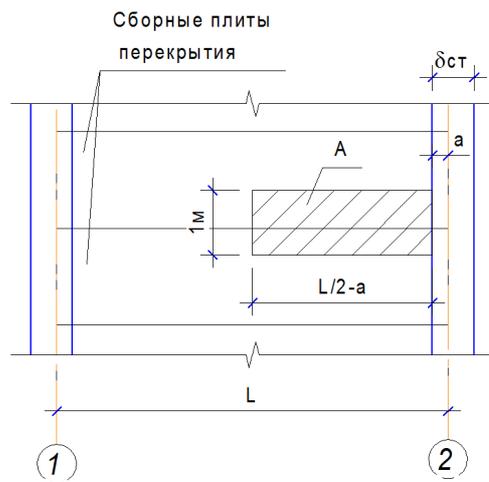
Расчетные сечения назначаются по стенам или колоннам, исходя из конструктивных особенностей здания или сооружения, и отличаются величиной действующих в них нагрузок. Т.е. назначаемые расчетные сечения должны отличаться:

- 1) Толщиной, высотой стен (сечения по внутренней и наружной стенам, сечения по стенам на участках с разным количеством этажей и др.);
- 2) Габаритами грузовых площадей.

Грузовая площадь – это площадь, с которой нагрузка передается на элемент конструкции (стену, колонну) от перекрытия или покрытия. Размеры грузовой площади на стены, колонны определяются в зависимости от опирания плит перекрытия (покрытия).

Примеры определения габаритов грузовой площади:

а) бескаркасные здания с плитами опирающимися на 2 стороны



Грузовая площадь определяется из расчета передачи нагрузки на две стены с расчетного пролета плиты, т.е. грузовая площадь будет равна половине пролета плиты. По длине принимаем 1 м.п.

$$A = (L/2 - a) * 1$$

Рис. 1.1. Габариты грузовой площади при опирании плиты по 2-м сторонам

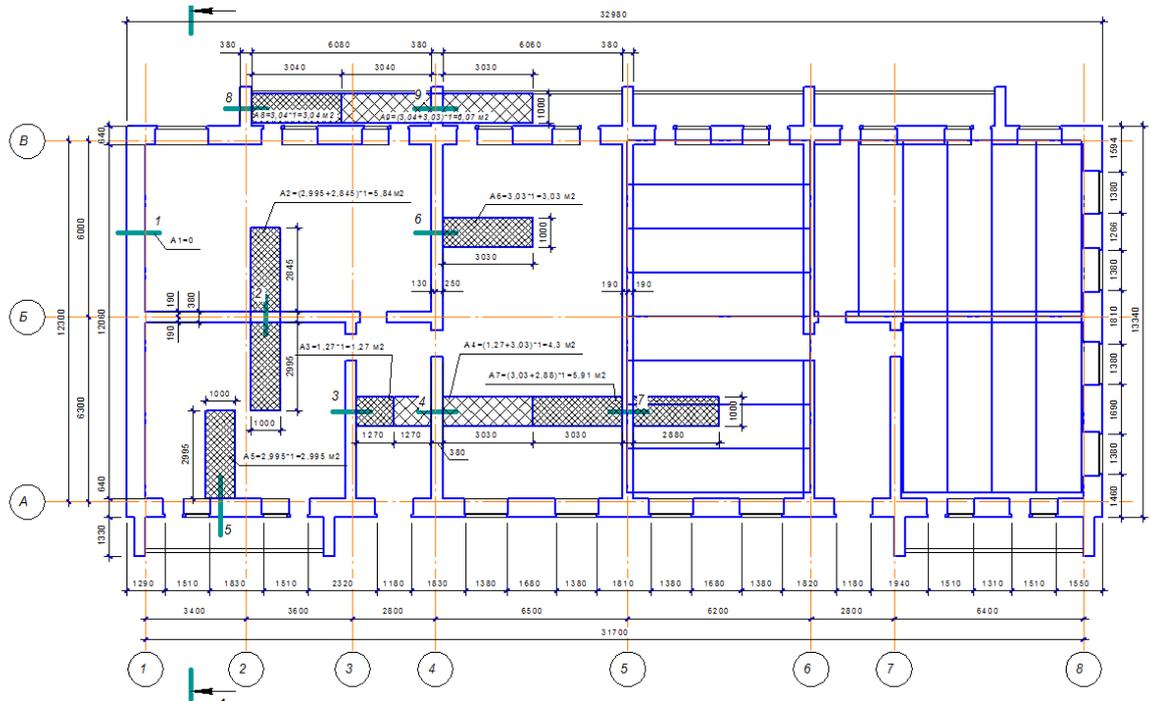
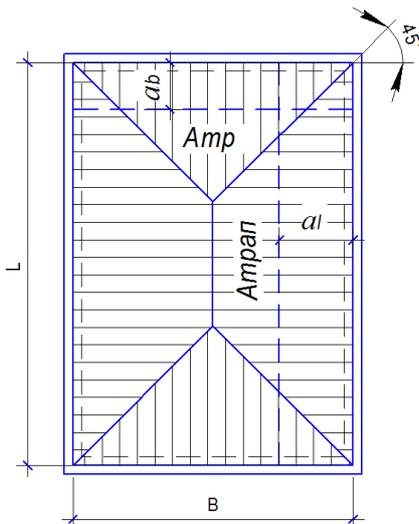


Рис. 1.2. Пример определения расчетных сечений и грузовых площадей с плитами опирающимися на 2 стороны

б) бескаркасные здания с плитами, опирающимися на 4 стороны.

Нагрузка на стены с одного перекрытия будет распределяться по «конверту». С короткой стороны (В) будет треугольная площадь, с длинной стороны (L) – трапеция.

Удобнее для дальнейших расчетов привести эти грузовые площади к эквивалентным прямоугольным площадям, т.е. определить ширину грузовой полосы a_l (a_b).



$$a_l = \frac{A_{mpan}}{L} = \frac{(2L - B) \cdot B}{4L}; \quad a_b = \frac{A_{mp}}{B} = \frac{B}{4} \quad \text{- для квартир}$$

$$a_l = \frac{B}{2}; \quad a_b = \frac{L}{4} \quad \text{- для лоджий}$$

(опирание по 3-м сторонам)

Ширина грузовой полосы определяется по всем стенам, полосы действующие с двух сторон суммируются (рис 1.4).

Рис. 1.3. Габариты грузовой площади при опирании плиты по 4-м сторонам

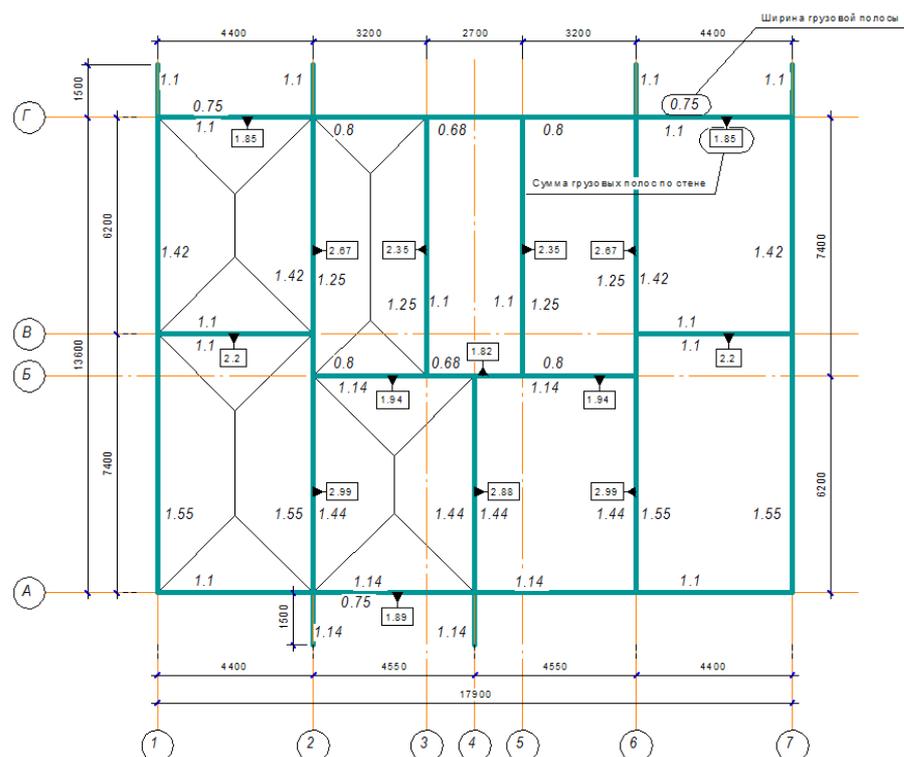


Рис. 1.4. Пример определения ширины грузовой площади плит опирающихся по 4-м сторонам.

в) здания с неполным каркасом и плитами опирающимися по 2-м сторонам.

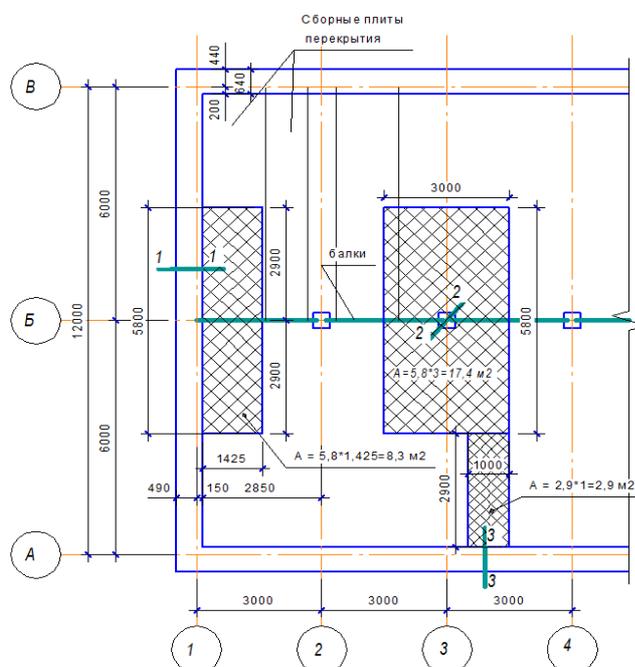


Рис. 1.5. Пример определения грузовой площади в здании с неполным каркасом.

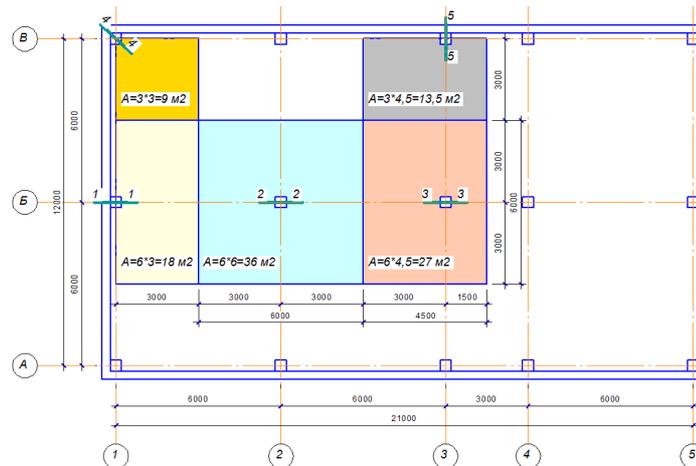
г) здание с полным каркасом

Рис. 1.6. Пример определения грузовых площадей в здании с полным каркасом.

3) Постоянными нагрузками от перекрытий (покрытия).

Сечения, отличающиеся составом перекрытий (покрытия): междуэтажные перекрытия, лестничная клетка, перекрытия лоджии и т.п.

4) Временными нагрузками, действующими на перекрытия (покрытия)

Различные назначения помещений (лестницы, жилые комнаты, торговые залы и др.), в них действуют разные временные нагрузки.

Расчет фундаментов производим в сечениях, где будут действовать разные нагрузки (рис. 1.7.). Нагрузки собираются на 1 погонный метр на отметке -0,300. Сечения выбираются таким образом, чтобы нагрузки в сечениях были разные.

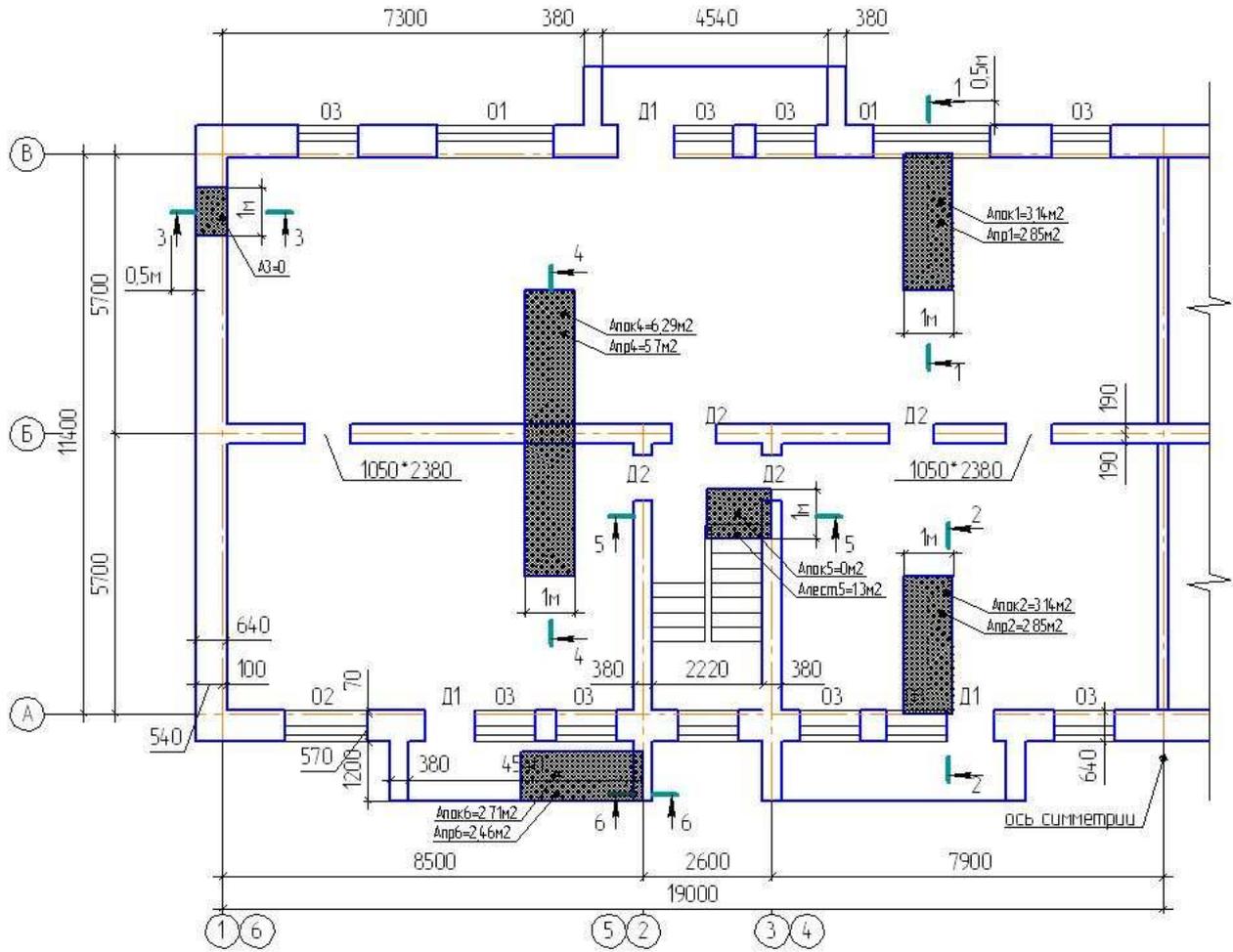


Рис. 1.7. Расположение расчетных сечений на плане.

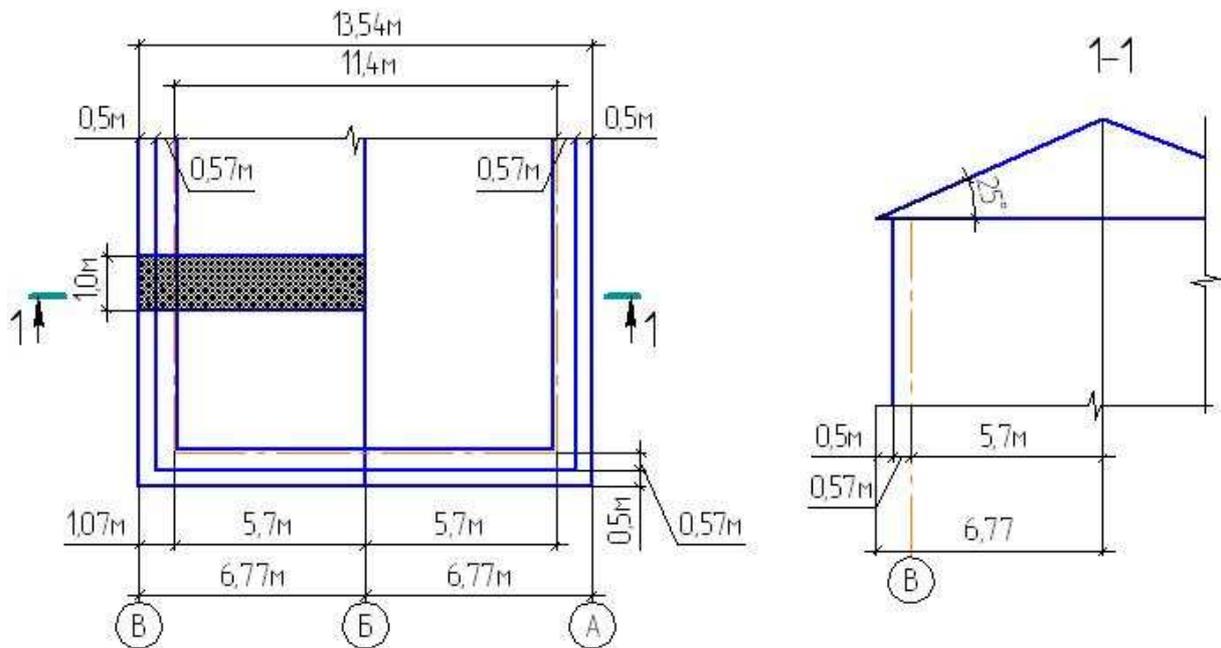


Рис. 1.8. Схема к определению площади покрытия в сечении 1-1.

Сечение 1-1: выбирается по наружной несущей стене по оси В:

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия (рис.1.8):

$$a_{нк} = \frac{1}{\cos(25^0)} * \left[\frac{5,7}{2} * 1 \right] = 3,14 м^2;$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 1 * \frac{5,7}{2} = 2,85 м^2.$$

Сечение 2-2: выбирается по наружной несущей стене по оси А: (отличается от сечения 1-1 площадью оконных заполнений):

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия:

$$a_{нк} = \frac{1}{\cos(25^0)} * \left[\frac{5,7}{2} * 1 \right] = 3,14 м^2;$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 1 * \frac{5,7}{2} = 2,85 м^2.$$

Сечение 3-3: выбирается по наружной несущей стене по оси 1:

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия:

$$a_{нр} = 0 м^2.$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 0 м^2.$$

Сечение 4-4:

выбирается по внутренней несущей стене по оси Б:

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия:

$$a_{нк} = 1 * \left[\frac{5,7}{2 * \cos(25^0)} \right] * 2 = 6,29 м^2;$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 1 * \left[\frac{5,7}{2} \right] * 2 = 5,70 м^2.$$

Сечение 5-5: выбирается по внутренней несущей стене по оси 2–А/Б:

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия:

$$a_{нк} = 0 м^2;$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 1 * \frac{2,6}{2} = 1,30 м^2.$$

Сечение 6-6: выбирается по несущей стене лоджии:

- грузовая площадь для сбора нагрузок с покрытия:

$$a_{нк} = \frac{1}{\cos(25^0)} * \left[\frac{4,92}{2} * 1 \right] = 2,71 м^2$$

- грузовая площадь для сбора нагрузок с перекрытия:

$$a_{нр} = 1 * \frac{4,92}{2} = 2,46 м^2.$$

Грузовые площади с перекрытий и покрытий сведем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Расчетные сечения	1-1	2-2	3-3	4-4	5-5	6-6
$a_{нк}, м^2$	3,14	3,14	0	6,29	0	2.71
$a_{пр}, м^2$	2,85	2,85	0	5,70	1,3	2,46

2. Постоянные нагрузки.

2.1. Нагрузки, действующие на $1м^2$ грузовой площади.

В расчетной работе студенты нормативные значения от постоянных нагрузок определяют из таблицы задания «Ведомости конструктивных элементов» согласно составу конструкций, которое указано в разрезе 1-1 по стене определенными числовыми значениями.

Таблица 2.1

№ п/п	Характеристика нагрузки	Нормативное значение, $кН/м^2$	γ	По II группе предельных состояний, $кН/м^2$	γ	По I группе предельных состояний, $кН/м^2$
1	2			3	4	5
1. Покрытие:						
1	- асбестоцементные волнистые листы по дерев. стропилам.	0,4		0,4	1,1	0.44
	Итого: $m_{нк}$	0,4		0,4	1,1	0,44
2. Чердачное перекрытие:						
1	-панели ж/б много-пустотные по серии 1.141-1 $\delta=220мм$;	3,2		3,2	1,1	3,52
2	-минераловатные плиты $\delta=150мм$;	0,15		0,15	1,2	0,18
3	-цементный раствор М-100 $\delta=30мм$.	0,6		0,6	1,3	0,78
	Итого: $m_ч$			3,95		4,48
3. Междуетажные перекрытия:						
1	-панели ж/б много-пустотные	3,2		3,2	1,1	3,52

	по серии 1.141-1 $\delta=220\text{мм}$;					
2	-линолеум по бетонной подготовке $\delta=100\text{мм}$.	1,0		1,0	1,3	1,3
	Итого: m_{np}			4,2		4,82
4. Перекрытия по лоджии:						
1	-панели ж/б много-пустотные по серии 1.141-1 $\delta=220\text{мм}$;	3,2		3,2	1,1	3,52
2	-цементный раствор М-100 $\delta=30\text{мм}$.	0,6		0,6	1,3	0,78
	Итого: $m_{л}$			3,8		4,3
5. Элементы лестничных клеток:						
1	-ж/б площадки и марши.	3,8		3,8	1,1	4,18
	Итого: $m_{л.к}$			3,8	1,1	4,18
6. Перегородки:						
1	-гипсобетонные панели $\delta=80\text{мм}$.	1,0		1,0	1,2	1,2
	Итого: $m_{пз}$			1,0	1,2	1,2

Примечание: γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по табл. п.1.1 приложения 1.

При необходимости самостоятельного расчета (выпускные квалификационные работы) нормативные значения от постоянных нагрузок определяются умножением удельного веса конструкции γ (кН/м^3) на объем конструкции, при этом площадь принимается равной 1 м^2 . Удельный вес определяется из каталога характеристики самого материала (дается либо сразу вес 1 м^2 , либо плотность материала). Если известна плотность материала то удельный вес будет равен - $\gamma = \rho \cdot g$ (Н/м^3) (где ρ - плотность материала, г/см^3 ; g – ускорение свободного падения $\approx 10 \text{ м/с}^2$).

Пример:

- 2 слоя ИЗОПЛАСТА
вес 1 м^2 равен $4 \text{ кг/м}^2 = 0,04 \text{ кН/м}^2$
 $n = 2 \times 0,04 = 0,08 \text{ кН/м}^2$
- стяжка из ц.п. раствора
 $n = V \cdot \gamma = A \cdot \delta \cdot \gamma$
A - площадь стяжки (принимаем 1 м^2)

δ - толщина стяжки = 40 мм = 0,04 м.
 $\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес ц.п. стяжки
 $n = 0.04 \cdot 18 = 0.720 \text{ кН/м}^2$

➤ Утеплитель ROCWOOL

толщина 150 мм = 0,15 м.

плотность 125 кг/м^3

удельный вес $1,25 \text{ кН/м}^3$

$n = 0.15 \cdot 1.25 = 0.188 \text{ кН/м}^2$

➤ 1 сл ЛИНОКРОМА

вес 1 м^2 равен $4 \text{ кг/м}^2 = 0,04 \text{ кН/м}^2$

$n = 0,04 \text{ кН/м}^2$

➤ Ребристая плита покрытия марки 2ПГ

из каталогов производителей находим:

- вес плиты 1,24 т

- длина 5970 мм

- ширина 1490 мм

$$n = \frac{1.24 \cdot 10}{5.97 \cdot 1.49} = 1.394 \text{ кН/м}^2$$

2.2. Нагрузки от собственного веса стен на 1 м.п.

2.2.1. Определение нормативных нагрузок от собственного веса стен.

Исходные данные (согласно «Ведомости конструктивных элементов» или проекта):

толщина наружной стены - 640 мм;
толщина внутренней стены - 380 мм;
удельный вес стен $\gamma = 18 \text{ кН/м}^3$.

а) Наружная стена без проемов, ось 1.

$$P = V_{\text{ст}} \cdot \gamma, \text{ кН} \quad (2.1)$$

$$V_{\text{ст}} = h_{\text{ст}} \cdot \delta_{\text{ст}} \cdot l_{\text{ст}}, \text{ м}^3, \quad (2.2)$$

где:

$h_{\text{ст}}$ - высота стены, м;

$\delta_{\text{ст}}$ - толщина стены, м;

$l_{\text{ст}}$ - длина стены.

Для стен без проемов $l_{ст}=1\text{м}$, т.е. определяется погонный вес стены. При расчете, в запас прочности, толщину парапета принимаем равным толщине стены.

$$h_{ст}=2,8*8+(0,79+1,51+0,2)+(0,4+0,6)+0,3=26,2\text{м};$$

$$V_{ст}=26,2*0,64*1=16,77\text{м}^3;$$

$$P=16,77*18=301,86\text{кН/м}.$$

Погонная нагрузка от стены по оси 1 – $P=301,86\text{кН/м}$.

б) Внутренняя стена без проемов, ось Б (в запас прочности дверные проемы не учитываются).

Нагрузка определяется, как и в пункте а)

$$h_{ст}=2,8*8+(0,79+1,51+0,2)+0,3=25,2\text{м};$$

$$V_{ст}=25,2*0,38*1=9,58\text{м}^3;$$

$$P=9,58*18=172,44\text{кН/м}.$$

Погонная нагрузка от стены по оси Б – $P=172,44\text{кН/м}$.

в) Наружная стена с проемами (окнами), ось В.

$$P_{ст.пр.l}=P*l - A_{ок}*\delta_{ст}*n_{эт}*\gamma_{ст} + 0,7*A_{ок}*n_{эт}, \text{кН}, \quad (2.3)$$

где:

P – вес одного погонного метра глухой наружной стены, кН;

$$P=301,86\text{кН/м};$$

l – длина стены, м;

$$l=19\text{м};$$

$A_{ок}$ – площадь окон по фасаду на одном этаже в пределах $l_{см}$, м^2 ;

$$A_{ок}=(1,21*4+2,11*2)*1,51=13,68\text{м}^2;$$

$n_{эт} = 9$ – количество этажей;

$0,7\text{кН/м}^2$ – вес 1 м^2 двойного остекления.

$$P_{ст.пр.l}=301,86*19-13,68*0,64*9*18+0,7*13,68*9=4403,18\text{кН}$$

- нагрузка на 1 м.п.:

$$P_{ст.пр}=P_{ст.пр.l} / l_{см} = 4403,18/19 = 231,75\text{кН/м}.$$

г) Наружная стена с проемами (окнами), ось А.

$$P_{ст.пр.l}=P*l - A_{ок}*\delta_{ст}*n_{эт}*\gamma_{ст} + 0,7*A_{ок}*n_{эт}, \text{кН},$$

где:

P – вес одного погонного метра глухой наружной стены, кН;

$$P=301,86\text{кН/м};$$

l – длина стены, м;

$$l=19\text{м};$$

$A_{\text{ок}}$ – площадь окон по фасаду на одном этаже в пределах $l_{\text{см}}$, м^2 ;

$$A_{\text{ок}}=(1,51+1,21*6)*1,51=13,24\text{м}^2;$$

$n_{\text{эт}}$ = 9 – количество этажей;

$0,7 \text{ кН/м}^2$ – вес 1 м^2 двойного остекления.

$$P_{\text{ст.пр.}l}=301,86*19-13,24*0,64*9*18+0,7*13,24*9=4446,03 \text{ кН}$$

- нагрузка на 1 м.п.:

$$P_{\text{ст.пр}}= P_{\text{ст.пр.}l} / l_{\text{см}} = 4446,03/19 = 234,00\text{кН/м}.$$

2.2.2. Определение расчетных нагрузок от собственного веса стен.

Результаты сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

	Нормативная нагрузка	Расчетные нагрузки, кН/м			
		γ_f	$n_{o,II}$	γ_f	$n_{o,I}$
Стена по оси «1»	301,86	1,0	301,86	1,1	332,05
Стена по оси «Б»	172,44	1,0	172,44	1,1	189,68
Стена по оси «В»	231,75	1,0	231,75	1,1	254,93
Стена по оси «А»	234,00	1,0	234,00	1,1	257,40

Примечания: коэффициент надежности по нагрузке γ_f определяется согласно табл. п.1.1 приложения 1.

3. Временные нагрузки.

Нагрузки на перекрытие и снеговые нагрузки, согласно СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия», могут относиться к длительным и кратковременным. При расчете по первой группе предельных состояний они учитываются как кратковременные, а при расчете по второй группе, как длительные. Для определения длительных нагрузок берем пониженное нормативное значение, для определения кратковременных нагрузок берем полное нормативное значение.

3.1. Нагрузки на чердачные перекрытия, междуэтажные перекрытия, конструкции лестничных клеток.

Это нагрузки от людей, животных, оборудования, изделий, материалов, действующих на перекрытия зданий:

- квартиры жилых зданий;
- чердачные помещения;
- коридоры, лестницы.

Нормативная нагрузка, определяется в соответствии с табл. п.1.2 приложения 1:

Таблица 3.1

Характеристика нагрузки	Полная кратковременная нормативная нагрузка, $P_I^H, кПа$	Пониженная длительная нормативная нагрузка, $P_{II}^H, кПа$
Чердачное перекрытие	0,7	-
Междуэтажное перекрытие	1,5	0,52
Перекрытия по лоджиям	1,5	0,52
Лестничные клетки	3,0	1,05

- а). Расчетная нагрузка для расчетов по 1^{-ой} группе предельных состояний:
 - для чердачного перекрытия:

$$P_I = P_I^H \cdot \gamma_f \cdot \psi_2, кН / м^2; \quad (3.1)$$

- для междуэтажного перекрытия и конструкций лестничных клеток:

$$P_I = P_I^H \cdot \gamma_f \cdot \psi_n \cdot \psi_2, кН / м^2; \quad (3.2)$$

где: γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, определяемый в соответствии с п. 8.2.2 [16]:

- для чердачного перекрытия: $\gamma_f = 1,3$;
- для междуэтажного перекрытия: $\gamma_f = 1,3$;
- для перекрытий по лоджиям: $\gamma_f = 1,3$;
- для лестничных клеток: $\gamma_f = 1,2$.

ψ_n – коэффициент сочетания временных нагрузок:

$$\psi_n = 0,4 + \frac{\psi_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}}; \quad (3.3)$$

где: $\psi_{A1} = 1,0$ – для ленточных фундаментов;
 n – количество междуэтажных перекрытий;

$$\psi_n = 0,4 + \frac{1,0 - 0,4}{\sqrt{9}} = 0,60;$$

ψ_2 – коэффициент сочетаний 2^{-х} кратковременных нагрузок: $\psi_2 = 0,9$.

Расчетная нагрузка:

- для чердачного перекрытия: $P_{ч.л} = 0,7 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 0,819 кН / м^2$;

- для междуэтажного перекрытия: $P_{np.I} = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 0,60 \cdot 0,9 = 1,053 \text{кН} / \text{м}^2$;
- для перекрытий по лоджиям: $P_{л.I} = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 0,60 \cdot 0,9 = 1,053 \text{кН} / \text{м}^2$;
- для лестничных клеток: $P_{л.к.I} = 3,0 \cdot 1,2 \cdot 0,60 \cdot 0,9 = 1,944 \text{кН} / \text{м}^2$.

б). Расчетная нагрузка для расчетов по 2^{-ой} группе предельных состояний:

$$P_{II} = P_{II}^n \cdot \gamma_f \cdot \psi_1, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.4)$$

где: ψ_1 – коэффициент сочетания 2-х длительных нагрузок: $\psi_1 = 0,95$.

Расчетная нагрузка:

- для чердачного перекрытия: $P_{ч.II} = 0 \text{кН} / \text{м}^2$;
- для междуэтажного перекрытия: $P_{np.II} = 0,52 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,494 \text{кН} / \text{м}^2$;
- для перекрытий по лоджиям: $P_{л.II} = 0,52 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,494 \text{кН} / \text{м}^2$;
- для лестничных клеток: $P_{л.к.II} = 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,998 \text{кН} / \text{м}^2$.

3.2. Снеговая нагрузка.

Нормативное значение снеговой нагрузки следует определять по формуле:

а) для расчета по II группе предельных состояний:

$$S = 0.7 * S_q * \mu, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.5)$$

где: S_q – расчетное значение веса снегового покрова на 1м^2 горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с табл. п.1.3:

Для г. Пензы -III снеговой район: $S_q = 1,8 \text{кПа}$.

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с п.п. 10.4 [16]:

Для для наклонной кровли с $\alpha \leq 25^\circ$: $\mu = 1,0$;

$$S = 0.7 * 1,8 * 1 = 1,26 \text{кН} / \text{м}^2.$$

Пониженное значение нормативной нагрузки от снега на 1м^2 покрытия здания:

$$S_n = k_n * S, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.6)$$

где:

$k_n = 0.5$ – коэффициент понижения (для района со средней температурой января минус 5°C и ниже)

$$S_n = 0,5 * 1,26 = 0,63 \text{кН} / \text{м}^2.$$

Расчетное значение длительной снеговой нагрузки:

$$S_{II} = S_n * \psi_1 * \gamma_f, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.7)$$

где:

$\psi_1 = 0,95$ - коэффициент сочетаний для длительных нагрузок в основных сочетаниях.

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке

$$S_{II} = 0,63 * 0,95 * 1 = 0,599 \text{ кН} / \text{м}^2$$

б) для расчетов по I группе предельных состояний

Расчетное значение кратковременной снеговой нагрузки:

$$S_I = S * \psi_2 * \gamma_f, \text{кН} / \text{м}^2 \quad (3.8)$$

где:

$\psi_2 = 0,9$ - коэффициент сочетаний для кратковременных нагрузок в основных сочетаниях.

$$S_I = 1,26 * 0,9 * 1,4 = 1,588 \text{ кН} / \text{м}^2$$

4. Подсчет нагрузок в расчетных сечениях.

В табл.4.2 приведен пример сбора нагрузок в расчетных сечениях для схемы, показанной на рис.1.1.

Принцип сбора нагрузок в расчетных сечениях других схем аналогичен. Разница заключается в определении грузовых площадей.

При подсчетах принимаем нагрузки, действующие на 1 м^2 грузовой площади, определенные по пунктам 2 и 3.

Таблица 4.1

Вид нагрузки	II г.п.с. , кН/м ²	I г.п.с. , кН/м ²
Постоянные		
Кровля (покрытие) (m1)	0,40	0,44
Чердачное перекрытие (m2)	3,95	4,48
Нагрузки от междуэтажных перекрытий (m3)	4,20	4,82
Нагрузки от междуэтажных перекрытий лоджий (m4)	3,80	4,30
Нагрузки от лестничных конструкций (m5)	3,80	4,12
Перегородки (m6)	1,0	1,20

Временные		
Снег (S)	0,599	1,588
Чердачные помещения (m7)	0	0,819
Квартиры жилых зданий (m8)	0,494	1,053
Лоджии (m9)	0,494	1,053
Коридоры, лестницы (m10)	0,998	1,944

Таблица 4.2

Вид нагрузки	Сечение 1-1		Сечение 2-2		Сечение 3-3	
	$A_{пк1}=3,14м^2$ $A_{пр1}=2,85м^2$		$A_{пк2}=3,14м^2$ $A_{пр2}=2,85м^2$		$A_{пк3}=0м^2$ $A_{пр3}=0м^2$	
	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$
	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м
Постоянные						
1. Собственный вес стен	231,75	254,93	234,00	257,40	301,86	332,05
2. Кровля (покрытие) $m1*A$	$0,4*3,14=1,26$	$0,44*3,14=1,38$	$0,4*3,14=1,26$	$0,44*3,14=1,38$	0	0
3. Чердачное перекрытие $m2*A$	$3,95*2,85=11,26$	$4,48*2,85=12,77$	$3,95*2,85=11,26$	$4,48*2,85=12,77$	0	0
4. Междуетажные перекрытия $m3*A*n$	$4,2*2,85*9=107,73$	$4,82*2,85*9=123,63$	$4,2*2,85*9=107,73$	$4,82*2,85*9=123,63$	0	0
5. Междуетажные перекрытия лоджий $m4*A*n$	0	0	0	0	0	0
6. Лестничные конструкции $m5*A*n$	0	0	0	0	0	0
7. Перегородки $m6*A*n$	$1*2,85*9=25,65$	$1,2*2,85*9=30,78$	$1*2,85*9=25,65$	$1,2*2,85*9=30,78$	0	0
Итого	377,65	423,49	379,9	425,56	301,86	332,05
Временные						
8. Снег $S*A$	$0,599*3,14=1,88$	$1,588*3,14=4,99$	$0,599*3,14=1,88$	$1,588*3,14=4,99$	0	0
9. На чердачное	0	$0,819*2,85=2,33$	0	$0,819*2,85=2,33$	0	0

перекрытие m7*А		3				
10.На междуэтажные перекрытия m8*А*n	$0,494*2,85*9=12,67$	$1,053*2,85*9=27,00$	$0,494*2,85*9=12,67$	$1,053*2,85*9=27,00$	0	0
11.На перекрытия лоджий m9*А*n	0	0	0	0	0	0
12.На лестничные конструкции m10*А*n	0	0	0	0	0	0
Итого	14,55	34,32	14,55	34,32	0	0
ВСЕГО	392,20	457,81	394,45	459,88	301,86	332,05

Вид нагрузки	Сечение 4-4		Сечение 5-5		Сечение 6-6	
	$A_{пк4}=6,29м^2$ $A_{пр4}=5,70м^2$		$A_{пк5}=0м^2$ $A_{лест5}=1,3м^2$		$A_{пк6}=2,71м^2$ $A_{пр6}=2,46м^2$	
	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$	$n_{0,II}$	$n_{0,I}$
	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м	кН/м
Постоянные						
1.Собственный вес стен	172,44	189,68	172,44	189,68	172,44	189,68
2.Кровля (покрытие) m1*А	$0,4*6,29=2,52$	$0,44*6,29=2,77$	0	0	$0,4*2,71=1,08$	$0,44*2,71=1,19$
3.Чердачное перекрытие m2*А	$3,95*5,7=22,52$	$4,48*5,7=25,54$	0	0	0	0
4. Междуэтажные перекрытия	$4,2*5,7*9=215,46$	$4,85*5,7*9=248,81$	0	0	0	0

m3*A*n						
5. Междуэтажные перекрытия лоджий m4*A*n	0	0	0	0	$3,8*2,46*9=84,13$	$4,3*2,46*9=95,20$
6.Лестничные конструкции m5*A*n	0	0	$3,8*1,3*9=44,46$	$4,18*1,3*9=48,91$	0	0
7.Перегородки m6*A*n	$1*5,7*9=51,3$	$1,2*5,7*9=61,56$	0	0	0	0
Итого	464,24	528,35	216,90	238,59	257,65	286,07
Временные						
8.Снег S*A	$0,599*6,29=3,77$	$1,588*6,29=9,99$	0	0	$0,599*2,71=1,62$	$1,588*2,71=4,30$
9.На чердачное перекрытие m7*A	0	$0,819*5,7=4,67$	0	0	0	0
10.На междуэтажные перекрытия m8*A*n	$0,494*5,7*9=25,34$	$1,053*5,7*9=54,02$	0	0	0	0
11.На перекрытия лоджий m9*A*n	0	0	0	0	$0,494*2,46*9=10,94$	$1,053*2,46*9=23,31$
12.На лестничные конструкции m10*A*n	0	0	$0,998*1,3*9=11,68$	$1,944*1,3*9=22,74$	0	0
Итого	29,11	68,66	11,68	2,74	12,56	27,61
ВСЕГО	493,35	597,01	228,58	241,33	270,21	313,68

Приложение 1

Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций и грунтов

Таблица п.1.1

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке γ
<i>Конструкции:</i>	
Металлические	1,05
Бетонные (со средней плотностью свыше 1600 кг/м ³), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные (со средней плотностью 1600 кг/м ³ и менее), изоляционные, выравнивающие и отделочные слои (плиты, материалы в рулонах, засыпки, стяжки и т.п.), выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
<i>Грунты:</i>	
В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15
Примечания:	
<p>1. При проверке конструкций на устойчивость положения против опрокидывания, а также в других случаях, когда уменьшение веса конструкций и грунтов может ухудшить условия работы конструкций, следует произвести расчет, принимая для веса конструкций или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma=0,9$.</p> <p>2. При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складированных материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.</p> <p>3. Для металлических конструкций, в которых усилия от собственного веса превышают 50% общих усилий, следует принимать $\gamma=1,1$.</p>	

Нормативные значения равномерно распределенных временных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы на грунтах

Таблица п.1.2

N п.п.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок, кПа
1	Квартиры жилых зданий; спальные помещения детских дошкольных учреждений и школ-интернатов; жилые помещения домов отдыха и пансионатов, общежитий и гостиниц; палаты больниц и санаториев; террасы	1,5

2	Служебные помещения административного, инженерно-технического, научного персонала организаций и учреждений; офисы, классные помещения учреждений просвещения; бытовые помещения (гардеробные, душевые, умывальные, уборные) промышленных предприятий и общественных зданий и сооружений	2,0
3	Кабинеты и лаборатории учреждений здравоохранения, лаборатории учреждений просвещения, науки; помещения электронно-вычислительных машин; кухни общественных зданий; помещения учреждений бытового обслуживания населения (парикмахерские, ателье и т.п.); технические этажи жилых и общественных зданий высотой менее 75 м; подвальные помещения	Не менее 2,0
4	Залы: а) читальные б) обеденные (в кафе, ресторанах, столовых и т.п.) в) собраний и совещаний, ожидания, зрительные и концертные, спортивные, фитнес-центры, бильярдные г) торговые, выставочные и экспозиционные	2,0 3,0 4,0 Не менее 4,0
5	Книгохранилища; архивы	Не менее 5,0
6	Сцены зрелищных предприятий	Не менее 5,0
7	Трибуны: а) с закрепленными сиденьями б) для стоящих зрителей	4,0 5,0
8	Чердачные помещения	0,7
9	Покрытия на участках: а) с возможным скоплением людей (выходящих из производственных помещений, залов, аудиторий и т.п.) б) используемых для отдыха в) прочих	4,0 1,5 0,5
10	Балконы (лоджии) с учетом нагрузки: а) полосовой равномерной на участке шириной 0,8 м вдоль ограждения балкона (лоджии) б) сплошной равномерной на площади балкона (лоджии), воздействие которой не благоприятнее, чем определяемое по 10, а	4,0 2,0
11	Участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях	Не менее 1,5
12	Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям, указанным в позициях: а) 1, 2 и 3 б) 4, 5, 6 и 11	3,0 4,0

	в) 7	5,0
13	Перроны вокзалов	4,0
14	Помещения для скота: а) мелкого б) крупного	Не менее 2,0 Не менее 5,0
Примечания:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Нагрузки, указанные в поз.8, следует учитывать на площади, не занятой оборудованием и материалами. 2. Нагрузки, указанные в поз. 9, следует учитывать без снеговой нагрузки. 3. Нагрузки, указанные в поз. 10, следует учитывать при расчете несущих конструкций балконов (лоджий) и участков стен в местах защемления этих конструкций. При расчете нижележащих участков стен, фундаментов и оснований нагрузки на балконы (лоджии) следует принимать равными нагрузкам примыкающих основных помещений зданий и снижать их с учетом указаний пп. 3.8 и 3.9. 4. Нормативные значения нагрузок для зданий и помещений, указанных в поз. 3, 4,г, 5, 6, 11 и 14, следует принимать по строительному зданию на основании технологических решений. 5. Пониженные нормативные значения равномерно распределенных нагрузок определяются умножением их нормативных значений на коэффициент 0,35. 6. Для нагрузок, указанных в позициях 5, 8, 9, в и 11 таблицы 8.3, пониженные значения не устанавливаются. 		

Расчетное значение веса снегового покрова S_q , кПа (кгс/м²) на 1м² горизонтальной поверхности

Таблица п.1.3

Снеговые районы РФ (принимаются по карте 1 обязательного приложения 5)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
S_q , кПа	0,8	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6

Список использованных источников

1. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. -М.; ГУП ЦПП,1997. -38с
2. ГОСТ 13579-78. Блоки бетонные для стен подвалов.
3. ГОСТ 13580-85. Железобетонные плиты из тяжелого бетона для ленточных фундаментов.
4. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
5. СТП ННГАСУ 1-4-98. Пояснительная записка.
6. СТП ННГАСУ 1-5-98. Основные требования к архитектурно-строительным чертежам.
7. СТП ННГАСУ 1-6-98. Расчет.
8. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
9. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
10. СП 63.13330.2012. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/8)
11. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
12. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика М.; Стройиздат,1985.-480с.
13. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83)/НИИОСП им.Н.М. Герсеванова. М.; Стройиздат, 1980. -151с.
14. Канаков Г.В., Прохоров В.Ю. Проектирование оснований и фундаментов гражданских зданий. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород, ННГАСУ. 2002.-71с.
15. Ухов С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.;1994.-527.

Кочеткова А.А., 2015
Скворцов С.Я. , 2015
Сучкова Е.О., 2015
Нагаева С.П. , 2015

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК ПРИ РАСЧЕТЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Часть 2

Методические указания
для студентов направления 270800.62 «Строительство», специальности
271101.65 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Подписано в печать _____ Формат _____ Бумага _____ Печать _____
Уч.-изд. л _____ Тираж 100 _____ Заказ № _____
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Н. Новгород, Ильинская, 65