



Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Тверской Государственный Технический Университет
Кафедра “Конструкции и сооружения”

Лабораторный практикум по предмету «Автоматизация строительного проектирования»

Часть 1

Программно-вычислительный комплекс StructureCAD

Тверь 2018 г.



Практикум предназначен для выполнения лабораторных работ студентами по специальности:

290300 – Промышленное и гражданское строительство (ПГС),

_____ - Городские сооружения и хозяйство (ГСХ).

Изложены основные исходные данные и порядок выполнения лабораторных работ.

Практикум составлен применительно к имеющемуся компьютерному оборудованию и возможностям лаборатории кафедры “Конструкции и сооружения”.

Лабораторный практикум обсужден и рекомендован к печати на заседании кафедры «Конструкции и сооружения» (протокол №__ от «___» 2008г.)

Составители:

к.т.н., доцент. Баркая Т.Р.,

доцент. Бровкин А.В.



Оглавление:

Лабораторная работа № 1. Знакомство с программно-вычислительным комплексом StructureCADOffice. Расчет многопролетной неразрезной балки.

Лабораторная работа № 2. Расчет несущей способности элементов стальной плоской фермы в ПВК SCAD Office. Создание составных сечений в приложении SCAD Office Конструктор сечений.

Лабораторная работа № 3. Расчет железобетонного каркаса здания регулярной структуры с балочным перекрытием в ПВК SCAD Office. Проверка железобетонных сечений в приложении SCAD Office Арбат. Модуль армирования Стержень 2D_ Стержень 3D

Лабораторная работа № 4. Расчет стального каркаса здания регулярной структуры в ПВК SCAD Office. Подбор стальных сечений для основных элементов каркаса в приложении SCAD Office Кристалл.

Лабораторная работа № 5. Расчет железобетонного каркаса здания нерегулярной структуры с безбалочным перекрытием в ПВК SCAD Office. Работа постпроцессора для подбора арматуры. Модуль армирования Плита–Оболочка.

Лабораторная работа № 6. Расчет железобетонного каркаса здания регулярной радиальной структуры на фундаментной плите с балочным перекрытием в ПВК SCAD Office. Работа постпроцессора для подбора арматуры. Модуль армирования Плита–Оболочка.

Приложения:

1. Приложение № 1. Схема снеговых нагрузок и коэффициентов μ для зданий с перепадом высот. СП 20.13330.2016 Приложение Б 8.
2. Приложение №2 Давление грунта на вертикальные поверхности. Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85 Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Раздел 5.
3. Приложение № 3 Определение аэродинамических коэффициентов c для зданий цилиндрической формы. СП 20.13330.2010 Приложение 4*. Схема 12а, 12б.
4. Приложение № 4 Определение предельных гибкостей для стальных элементов работающих на сжатие. СП 16.13330.2011 п.10.4
5. Определение предельных гибкостей для стальных элементов работающих на растяжение. СП 16.13330.2011 п.10.4
6. Приложение № 6 Определение коэффициентов расчетных длин для элементов стальных плоских ферм. СП 16.13330.2011 п.10.1
7. Приложение № 7 Определение коэффициентов условия работы для элементов стальных конструкций. СП 16.13330.2011 п.4.3
8. Приложение № 8 Определение расчетных длин для железобетонных элементов каркаса. СП 63.13330.2012 п.8.1.17
9. Приложение № 9 Ветровые районы согласно СП 20.13330.2016. п.11
10. Приложение № 10 Снеговые районы согласно СП 20.13330.2016. п.10
11. Приложение № 11 Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты "мю" согласно СП 20.13330.2016. прил. Б.1.
12. Приложение № 12 Сочетание нагрузок согласно СП 20.13330.2016. п.6
13. Приложение №13 Значение коэффициента надежности по нагрузке γ_f согласно СП 20.13330.2016
14. Список литературы



Лабораторная работа № 1.

Знакомство с программно-вычислительным комплексом StructureCADOffice. Расчет многопролетной неразрезной балки.

Цель работы:

1. Ознакомиться с работой ПВК SCAD Office на примере расчета многопролетной неразрезной балки.
2. Получить усилия и прогибы от загружений заданных исходными данными в ПВК SCAD.
4. Провести документирование рассчитанной схемы.
5. Провести графический анализ заданной расчетной схемы.

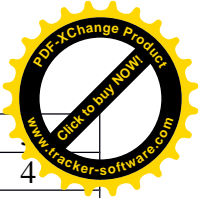
Ход работы:

1. Создать новый проект SCAD, установить тип схемы (плоская рама), назначить единицы измерения, которые будут использоваться в проекте. Сохранить проект под заданным именем (по умолчанию папкой для сохранения расчетных схем в ПВК служит директория SDATA).
 2. Ввести необходимое количество узлов по их координатам (см. исходные данные), соединить их стержневыми элементами. Данные операции производятся во вкладке «Узлы и элементы»
 3. Назначить тип введенных конечных элементов (стержень плоской рамы). Вкладка «Назначение».
 4. Задать жесткость каждому конечному элементу расчетной схемы (геометрия сечения, материал). Вкладка «Назначение». Все характеристики оговорены исходными данными в соответствии с вариантом.
 5. Установить связи в узлы расчетной схемы согласно заданию. Наложение связей производить в общей системе координат, ограничивая перемещения по осям ХиZ в узлах расположения опор балки. Вкладка «Назначение».
 6. Задать нагрузки на расчетную схему в виде отдельных загружений, приведенных в исходных данных. Каждое загружение сохранить самостоятельно под соответствующим названием. Все нагрузки, заданные в схеме должны быть расчетными. Вкладка «Загружение».
 7. Выполнить расчет заданной схемы мультифронтальным методом. Расчет производится из экрана «Управление проектом» - раздел «Расчет» - пункт «Линейный».
 8. Создать комбинации загружений из имеющихся нагрузок для получения информации о величине усилий в элементах (Группа предельных состояний, расчетные нагрузки) и величине перемещений узлов (Группа предельных состояний, нормативные нагрузки). Для комбинации с расчетными нагрузками используется коэффициент равный 1, при создании комбинации с нормативными нагрузками коэффициент $(\frac{1}{\gamma_f})$. Данная информация вводится из экрана «Управление проектом» - раздел «Исходные данные» - пункт «Специальные исходные данные» - подпункт «Комбинации загружений».
 9. Провести документирование по всем элементам расчетной схемы. Определить сечения балки с наибольшими усилиями и сечение с максимальным прогибом в расчетной схеме. Документирование по результатам расчета выполняется из экрана «Управление проектом» - раздел «Результаты» - пункт «Документирование».
- ОТЧЕТ СОГЛАСНО ПРИЛОЖЕНИЯ.



Исходные данные:

Вариант	Сечение балки	Параметры сечения	Материал	Эксплуатационная нагрузка (1/2), кгс/м	Кол-во пролетов	Пролет, м
1	сталь	Двутавр № __Б	C345	3600/4500	7	6
2	сталь	Двутавр № __Б	C255	1500/3200	4	4
3	ж.б.	300х500(н)_мм	B25	4000/3200	7	4
4	сталь	Двутавр № _Ш	C255	5000/4500	5	5
5	ж.б.	300х450(н)_мм	B15	5000/4200	5	6
6	ж.б.	300х500(н)_мм	B30	5000/4200	5	4
7	сталь	Двутавр № __Б	C345	1500/2700	5	6
8	сталь	Двутавр № __Ш	C345	4000/3200	7	4
9	ж.б.	250х400(н)_мм	B20	1700/3200	5	6
10	ж.б.	300х500(н)_мм	B25	1500/3500	4	5
11	сталь	Двутавр № _Ш	C255	4000/4200	5	5
12	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	4000/3200	7	5
13	ж.б.	300х500(н)_мм	B15	4200/2700	5	5
14	сталь	Двутавр № __Б	C255	1500/2700	5	4
15	ж.б.	300х500(н)_мм	B25	1500/2700	5	6
16	ж.б.	250х400(н)_мм	B25	3600/2700	5	6
17	сталь	Двутавр № _Ш	C345	3600/4500	7	6
18	ж.б.	300х450(н)_мм	B30	1500/3200	4	4
19	сталь	Двутавр № __Б	C345	4000/3200	7	4
20	ж.б.	250х400(н)_мм	B20	4500/3500	5	3
21	сталь	Двутавр № __Б	C255	3500/2700	6	4
22	ж.б.	250х350(н)_мм	B25	5000/4500	4	6
23	сталь	Двутавр № __Б	C245	4200/2700	5	5
24	ж.б.	300х450(н)_мм	B15	4000/4200	5	5
25	сталь	Двутавр № _Ш	C255	5000/3200	7	5
26	ж.б.	300х500(н)_мм	B20	4000/4200	4	4
27	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	1500/2700	5	6
28	сталь	Двутавр № __Ш	C345	2700/2700	7	4
29	ж.б.	250х400(н)_мм	B25	5000/4200	5	6
30	сталь	Двутавр № __Б	C255	2700/4200	7	5
31	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	3600/3200	4	4
32	сталь	Двутавр № _Ш	C345	1500/2700	5	6
33	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	4000/3200	7	4
34	ж.б.	250х400(н)_мм	B25	1700/4500	4	6
35	сталь	Двутавр № __Б	C255	5000/4500	5	5
36	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	4000/3200	7	5
37	ж.б.	250х400(н)_мм	B25	1500/3200	4	4
38	ж.б.	250х400(н)_мм	B20	5000/4200	5	4
39	сталь	Двутавр № _Ш	C255	1700/3200	5	6
40	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	2700/3200	7	5
41	ж.б.	250х400(н)_мм	B30	1500/3500	4	5



42	сталь	Двутавр №__Б	C345	3600/2700	5	4
43	ж.б.	300x500(h)_мм	B30	4000/3200	7	4
44	ж.б.	300x500(h)_мм	B25	1700/4500	4	4
45	сталь	Двутавр №__Ш	C255	3600/2700	5	6
46	ж.б.	300x500(h)_мм	B25	1500/2700	7	5
47	ж.б.	250x400(h)_мм	B20	2700/3500	4	5
48	сталь	Двутавр №__Б	C345	1500/2700	5	4
49	ж.б.	250x400(h)_мм	B25	3600/4500	7	6
50	сталь	Двутавр №__Б	C345	3600/4500	7	6
51	сталь	Двутавр №__Ш	C255	1500/3200	4	4
52	ж.б.	250x400(h)_мм	B20	4000/3200	7	4
53	сталь	Двутавр №__Б	C345	5000/4500	5	5
54	сталь	Двутавр №__Ш	C255	5000/4200	5	6
55	сталь	Двутавр №__Ш	C345	5000/4200	5	4
56	ж.б.	300x500(h)_мм	B25	1500/2700	5	6
57	сталь	Двутавр №__Ш	C255	4000/3200	7	4
58	ж.б.	300x500(h)_мм	B30	1700/3200	5	6
59	сталь	Двутавр №__Б	C255	1500/3500	4	5
60	ж.б.	300x500(h)_мм	B15	4000/4200	5	5

ВСЯ НАГРУЗКА УКАЗАНА В НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ

- Число загрузений: 1. Собственный вес
2. Эксплуатационная нагрузка 1 (временная длительная).
3. Эксплуатационная нагрузка 2 (временная кратковременная)

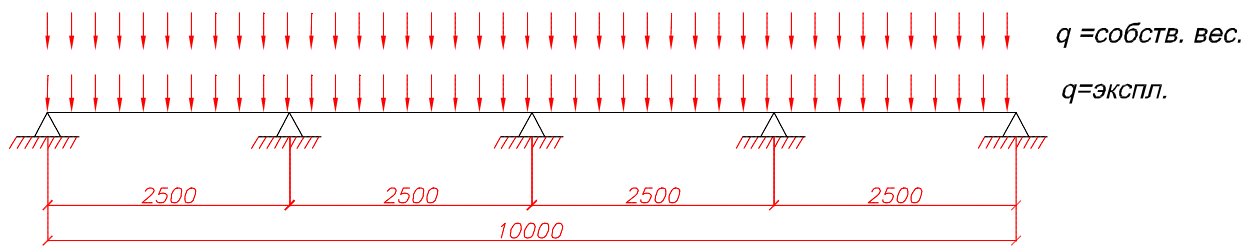


Рис. 1 Геометрия многопролетной неразрезной балки.



Лабораторная работа № 2.

Расчет несущей способности элементов стальной плоской фермы в ПВК SCAD Office Создание составных сечений в приложении SCAD Office Конструктор сечений.

Цель работы:

1. Получение навыков расчета металлических ферм из спаренных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93 и труб прямоугольного сечения по ГОСТ 30245-94 в ПВК.
2. Изучение работы постпроцессора ПВК по проверке и подбору сечений из металлопроката на примере стальной фермы и балки сварного сечения.
3. Составить ведомость расхода стали для рассчитанной фермы и балки составного сечения.
4. Сравнить в процентном отношении перерасход стали для рассчитанных конструкций.
5. Изучение порядка определения прогибов элементов в ПВК при расчете металлических конструкций.
6. Знакомство с работой постпроцессора Подбора стальных сечений.

Ход работы:

Расчет фермы.

1. Создать новый проект SCAD, установить тип схемы (плоская шарнирно стержневая система), назначить единицы измерения, которые будут использоваться в проекте. Сохранить проект под заданным именем (по умолчанию папкой для сохранения расчетных схем в ПВК служит директория SDATA).
2. Создать с помощью прототипа ферм плоскую стержневую конструкцию, согласно своего варианта. Вкладка «Схема».
3. Назначить тип введенных конечных элементов (стержень плоской фермы). Вкладка «Назначение».
4. Задать жесткость каждому конечному элементу расчетной схемы (геометрия сечения, материал). Вкладка «Назначение». Все элементы в первом приближении принять как сечения из спаренных уголков согласно ГОСТ 8509-93 или труб ГОСТ 30245-94 (по варианту).
5. Установить связи в узлы расчетной схемы согласно заданию. Наложение связей производить в общей системе координат, ограничивая перемещения по осям X и Z в узлах расположения опор фермы. Вкладка «Назначение».
6. Задать нагрузки на расчетную схему в виде отдельных загрузений, приведенных в исходных данных. Каждое загрузение сохранить самостоятельно под соответствующим названием. Все нагрузки, заданные в схеме должны быть расчетными. Вкладка «Загрузение».
7. Выполнить расчет заданной схемы мультифронтальным методом. Расчет производится из экрана «Управление проектом» - раздел «Расчет» - пункт «Линейный».
8. Создать комбинации загрузений из имеющихся нагрузок для получения информации о величине усилий в элементах (Группа предельных состояний, расчетные нагрузки) и величине перемещений узлов (Группа предельных состояний, нормативные нагрузки). Для комбинации с расчетными нагрузками используется коэффициент равный 1, при создании комбинации с нормативными нагрузками коэффициент $(\frac{1}{\gamma_f})$. Данная информация вводится из экрана «Управление проектом» - раздел «Исходные данные» - пункт «Специальные исходные данные» - подпункт «Комбинации загрузений».
9. Подготовить данные для получения расчетного сочетания усилий (PCY) для всех элементов фермы. «Управление проектом» - раздел «Исходные данные» - пункт «Специальные исходные данные» - подпункт «Расчетные сочетания усилий».
10. Выполнить расчет Комбинации загрузений и Расчетные сочетания усилий. Расчет производится из экрана «Управление проектом» - раздел «Расчет» - пункт «Комбинации загрузений»/«Расчетное сочетание усилий».



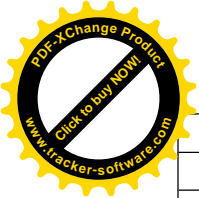
11. С помощью постпроцессора для подбора сечений из металлопроката, с учетом оптимизации по видам элементов фермы подобрать сечения требующиеся по расчету. Вкладка «Постпроцессоры»-«Проверка сечений из металлопроката».
12. Назначаем сечения элементов фермы (жесткости) согласно из данных полученных в результате расчета, с учетом унификации.
13. Выполняем расчет схемы заново, предварительно пересчитав нагрузку от собственного веса.
14. Определяем в графическом анализе максимальное значения перемещения (прогиб) от нормативных нагрузок, созданных в комбинации загружений.
15. Проверка сечений элементов из SCAD Office в приложении Кристалл (верхний, нижний пояс, опорные, растянутые и сжатые раскосы по 1-му элементу с максимальным РСУ).

Расчет балки составного сечения.

16. Создать новый проект SCAD, установить тип схемы соответствующий расчету плоской балки.
17. Для балки назначить составное сечение с помощью приложения Конструктор сечений из состава SCAD Office, исходя из условия, что прогиб будет соответствовать величине деформации фермы аналогичного пролета, при идентичных действующих нагрузках.
18. Нагрузки задать согласно исходным данным своего варианта.
19. Составить ведомость расхода стали для рассчитанной фермы и балки составного сечения. Сравнить в процентном отношении перерасход стали для рассчитанных конструкций.
20. Провести документирование по элементам фермы с максимальными усилиями согласно унификации (нижний пояс, верхний пояс, стойка, раскос растянутый, раскос сжатый, раскос опорный). Выполнить документирование по прогибам в расчетной схеме балки и фермы в точках с максимальными деформациями по оси Z. Документирование по результатам расчета выполняется из экрана «Управление проектом» - раздел «Результаты» - пункт «Документирование».

Исходные данные:

Вариант	Шаг стропильной фермы, м	Снеговой район	Сечение	Материал	Нагрузка эксплуатационная, кгс/м ²	Нагрузка от веса покрытия, кгс/м ²	Схема фермы
1	6	II	труба	C255	80	100	Рис. 2
2	12	III	угол.сп.	C255	110	75	Рис. 3
3	6	II	труба	C245	115	150	Рис. 4
4	12	IV	угол.сп.	C245	95	70	Рис. 5
5	12	III	труба	C255	125	90	Рис. 2
6	6	V	угол.сп.	C255	130	120	Рис. 3
7	12	VI	труба	C245	70	80	Рис. 5
8	9	II	угол.сп.	C345	90	110	Рис. 2
9	9	III	труба	C255	120	115	Рис. 3
10	12	II	угол.сп.	C255	80	95	Рис. 4
11	6	IV	труба	C245	70	85	Рис. 5
12	12	III	угол.сп.	C345	100	90	Рис. 2
13	12	V	труба	C255	75	105	Рис. 3
14	6	VI	угол.сп.	C255	150	125	Рис. 5
15	12	V	труба	C255	70	130	Рис. 2
16	12	II	труба	C255	90	70	Рис. 3
17	6	III	угол.сп.	C245	120	90	Рис. 4



18	12	II	труба	C345	80	120	Рис. 2
19	9	IV	угол.сп.	C255	110	80	Рис. 3
20	12	III	труба	C255	115	70	Рис. 3
21	6	V	угол.сп.	C245	95	90	Рис. 5
22	12	II	труба	C345	85	120	Рис. 2
23	9	III	угол.сп.	C255	100	80	Рис. 3
24	12	II	труба	C255	75	110	Рис. 4
25	6	IV	угол.сп.	C255	150	115	Рис. 5
26	12	III	труба	C255	70	95	Рис. 2
27	9	V	угол.сп.	C245	90	85	Рис. 3
28	12	II	труба	C255	70	130	Рис. 2
29	6	II	угол.сп.	C255	90	150	Рис. 5
30	12	III	труба	C235	85	90	Рис. 4
31	9	V	угол.сп.	C345	90	95	Рис. 3
32	9	II	труба	C235	95	110	Рис. 4
33	12	III	угол.сп.	C255	70	115	Рис. 5
34	12	V	труба	C245	85	105	Рис. 4
35	6	IV	угол.сп.	C245	100	125	Рис. 3
36	9	III	труба	C235	75	90	Рис. 2
37	12	IV	угол.сп.	C345	105	80	Рис. 5
38	6	II	труба	C255	80	100	Рис. 2
39	6	IV	угол.сп.	C255	70	130	Рис. 3
40	9	II	труба	C345	80	150	Рис. 3
41	6	II	угол.сп.	C345	90	125	Рис. 2
42	6	III	труба	C235	85	135	Рис. 5
43	12	III	угол.сп.	C235	75	145	Рис. 4
44	9	V	труба	C245	95	110	Рис. 2
45	12	V	угол.сп.	C255	100	140	Рис. 5
46	9	IV	труба	C245	105	120	Рис. 4
47	12	V	угол.сп.	C235	105	90	Рис. 2
48	6	III	труба	C345	70	120	Рис. 5
49	9	II	угол.сп.	C245	100	125	Рис. 3
50	12	V	труба	C255	80	130	Рис. 2
51	12	IV	угол.сп.	C345	95	135	Рис. 4
52	6	III	труба	C245	85	140	Рис. 3
53	9	IV	угол.сп.	C235	90	145	Рис. 5
54	12	II	труба	C255	75	150	Рис. 4
55	6	IV	угол.сп.	C245	80	130	Рис. 3
56	6	III	труба	C235	95	135	Рис. 3
57	9	II	угол.сп.	C345	105	145	Рис. 2
58	9	II	труба	C235	90	140	Рис. 5
59	6	IV	угол.сп.	C255	100	125	Рис. 4
60	12	V	труба	C345	85	130	Рис. 2

ВСЯ НАГРУЗКА УКАЗАНА В НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ

- Число загрузений: 1. Собственный вес.
2. Эксплуатационная нагрузка.
3. Снеговая нагрузка (равномерно распределенная).
4. Снеговая нагрузка (левая часть 0.75_правая часть 1.25) см. СП 2013330.2016 «Нагрузки и воздействия» прил .Б.
5. Снеговая нагрузка (левая часть 1.25_правая часть 0.75)см. СП 2013330.2016 «Нагрузки и воздействия» прил .Б.



6. Вес покрытия.

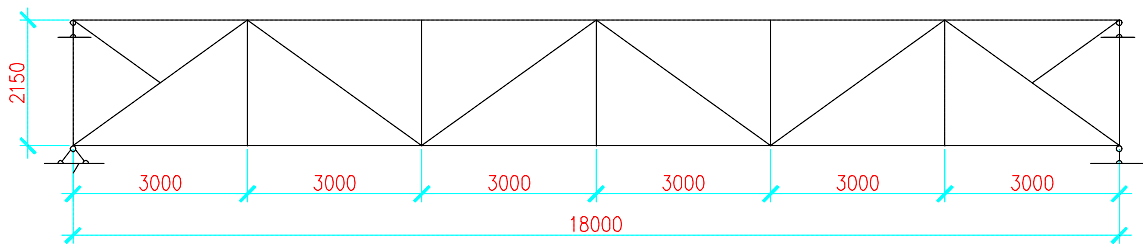


Рис. 2 Расчетная схема стропильной фермы _ вариант 1

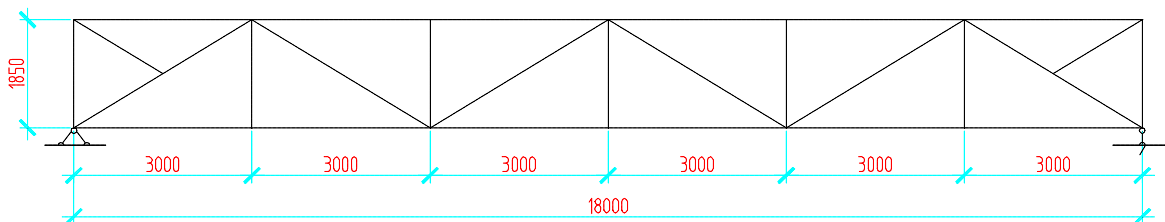


Рис.3 Расчетная схема стропильной фермы _ вариант 2

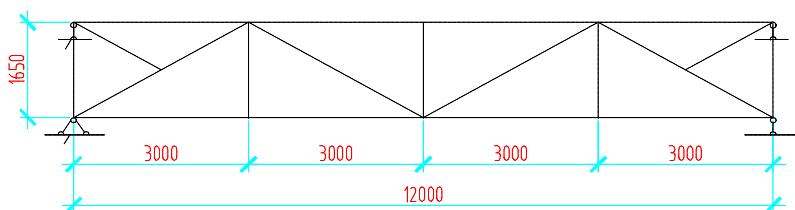


Рис. 4 Расчетная схема стропильной фермы _ вариант 3

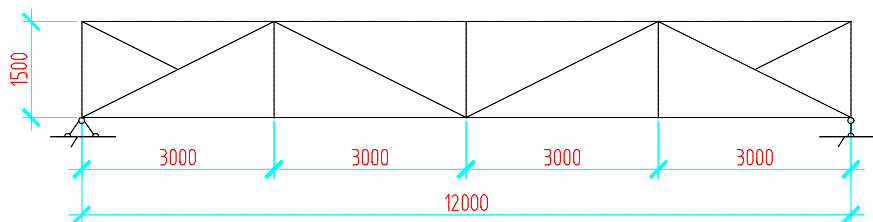


Рис. 5 Расчетная схема стропильной фермы _ вариант 4

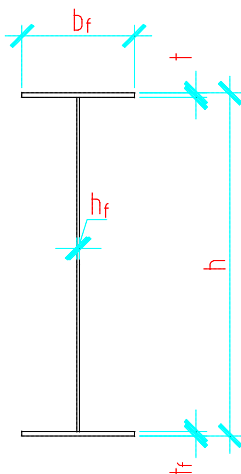


Рис.6 Сечение составной балки.

Рекомендуемые размеры сечения:

b_f -300-500 мм,

t_f - 20-32мм,

h_f - 8-16 мм

h – назначить по результатам расчетов.



Лабораторная работа № 3.

Расчет железобетонного каркаса здания регулярной структуры с балочным перекрытием в ПВК SCAD Office. Проверка железобетонных сечений в приложении SCAD OfficeАрбат. Модуль армирования Стержень 2D_ Стержень 2D/

Цель работы:

1. Получение навыков расчета пространственного железобетонного каркаса здания в ПВКSCADOffice.
2. Проверка навыков выполнения сбора нагрузок на каркас здания регулярной структуры.
3. Изучение работы постпроцессора ПВК по проверке и подбору арматуры железобетонных сечений в колоннах и балках пространственного каркаса здания.
4. Получение армирования в основных элементах расчетной схемы с помощью приложения SCAD Office Арбат на основании результатов расчета в ПВК.
5. Получение навыков выполнения унификации армирования по результатам расчета.

Ход работы:

Расчет фермы.

1. Создать новый проект SCAD.
2. Создать пространственную схему каркаса, согласно указанного варианта.
3. Назначить тип введенных конечных элементов.
4. Задать жесткость каждому конечному элементу расчетной схемы (геометрия сечения, материал).
5. Установить связи в опорные узлы расчетной схемы.
6. Задать нагрузки на расчетную схему в виде отдельных загрузений, приведенных в исходных данных.
7. Выполнить расчет заданной схемы мультифронтальным методом.
8. Создать комбинации загрузений из имеющихся.
9. Получение расчетного сочетания усилий (PCY) для всех элементов расчетной схемы.
10. Создать группы для подбора арматуры в железобетонных элементах (Средние колонны, крайние колонны, балки перекрытия, балки покрытия). Раздел «Графический анализ» - вкладка «Группы»- «Подготовка списка элементов для подбора арматуры».
11. С помощью постпроцессора для подбора арматуры, с учетом оптимизации по группам элементов подобрать сечения арматуры требующейся по расчету. Раздел «Конструирование – «Бетон».
12. Выполнить унификацию PCY по группам (в отдельном файле) и по этим данным подобрать армирование в приложении Арбат.
13. Провести документирование по результатам армирования для элементов каждой группы (по одному из каждой группы).
14. В графическом анализе получить максимальное перемещение в горизонтальном направлении в расчетной схеме и выполнить по данной точке отчет с величиной перемещения (от нормативных нагрузок).
15. Предоставить в отчете сбор нагрузок в табличной форме по исходным данным.

Примечание: При создании пространственного каркаса шаг второстепенных балок назначить следующим образом, при пролете главной балки 6 м и 7.2 м шаг второстепенных принимать 1.5 м и 1.8 м соответственно.

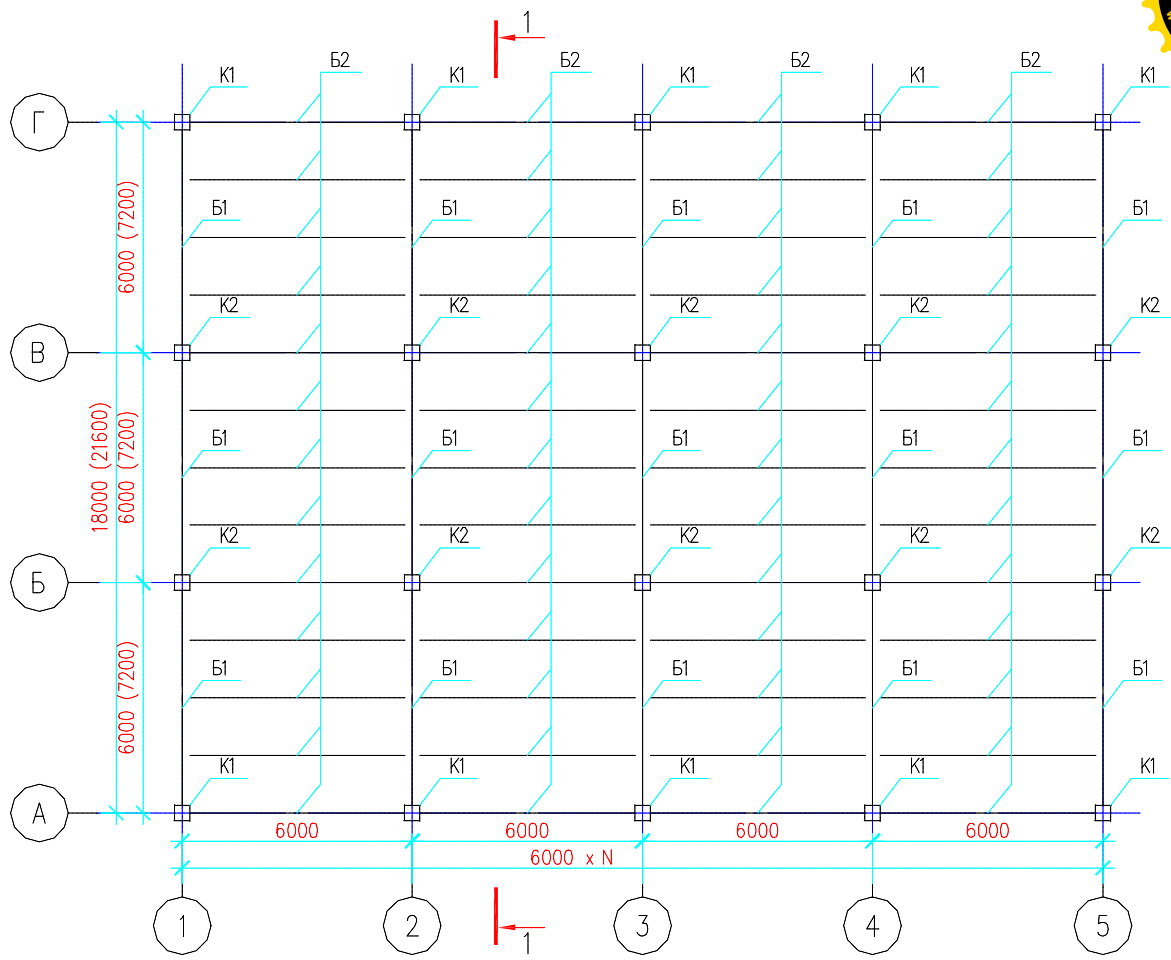


Рис. 7 Схема расположения элементов каркаса железобетонного здания.

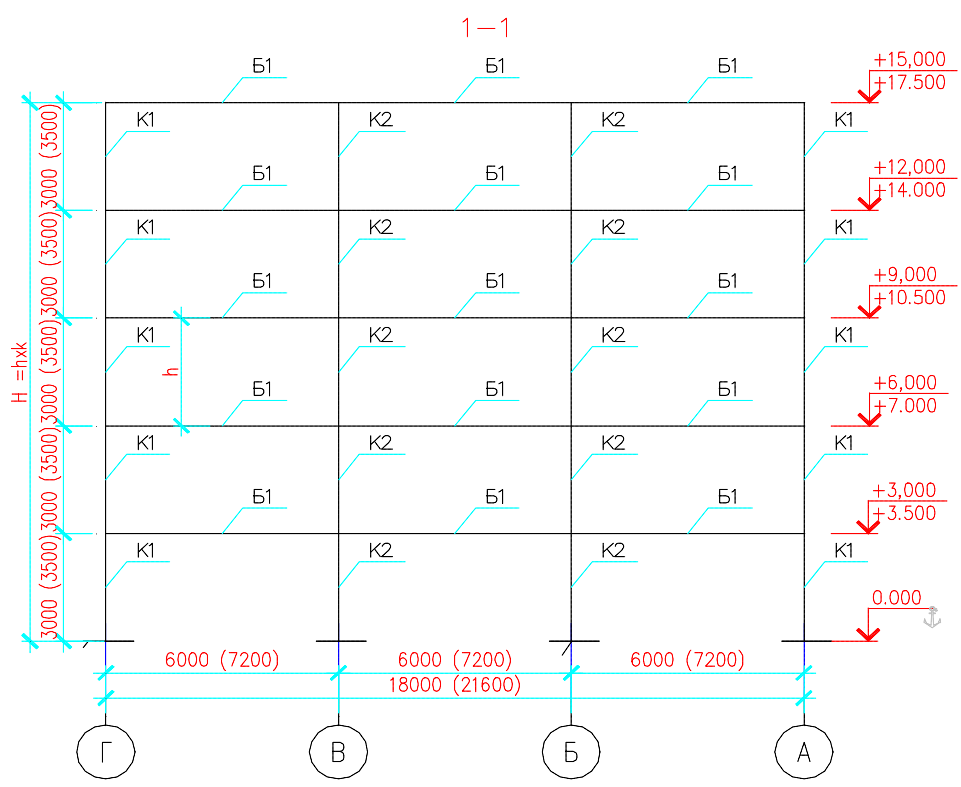
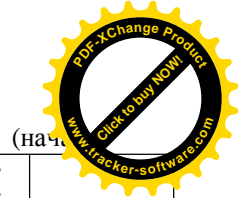


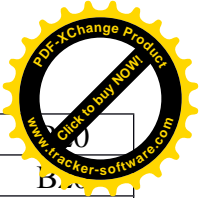
Рис. 8 Поперечный разрез (силовая рама) каркаса железобетонного здания.



Исходные данные:

(нач.

№ вар.	Ветровой район	Снеговой район	Нагрузка от перегородок, кгс/м ²	Нагрузка от веса покрытия, кгс/м ²	Высота этажа (h), м	Количество этажей (k)	Пролет главной балки Б1, м	Материал
1	III	II	250	100	3.0	5	6	B15
2	VII	III	210	75	3.0	7	7.2	B25
3	IV	II	180	150	3.5	4	6	B20
4	VI	IV	200	70	3.0	6	7.2	B15
5	V	III	250	90	3.5	7	6	B30
6	VII	V	300	120	3.5	5	7.2	B25
7	III	VI	270	80	3.0	4	6	B12.5
8	IV	II	210	150	3.0	5	6	B15
9	III	III	180	70	3.0	7	7.2	B25
10	III	II	270	90	3.5	4	6	B15
11	VII	IV	250	120	3.5	6	7.2	B30
12	IV	III	210	75	3.0	7	6	B25
13	III	V	180	150	3.0	5	7.2	B12.5
14	VII	VI	250	80	3.0	4	6	B15
15	IV	II	210	100	3.5	5	6	B25
16	VI	III	180	75	3.0	7	7.2	B20
17	V	II	200	80	3.0	4	6	B12.5
18	VII	VI	250	100	3.0	6	6	B15
19	III	II	300	75	3.5	7	7.2	B25
20	III	III	270	150	3.0	5	6	B20
21	VII	II	250	80	3.5	4	7.2	B20
22	IV	II	210	100	3.0	5	6	B15
23	VI	III	180	100	3.5	7	7.2	B30
24	V	II	200	75	3.5	4	6	B25
25	VII	IV	250	150	3.0	4	7.2	B12.5
26	III	III	300	70	3.0	5	6	B15
27	III	V	270	90	3.0	7	6	B25
28	VII	VI	250	120	3.5	4	6	B20
29	III	VI	300	150	3.5	5	6	B15
30	III	II	200	75	3.0	7	7.2	B25
31	VI	III	180	90	3.5	5	7.2	B15
32	V	V	200	150	3.0	4	6	B30
33	VII	VI	260	80	3.5	7	7.2	B15
34	IV	II	270	130	3.5	6	7.2	B30
35	VII	III	250	110	3.0	7	6	B25
36	VI	VI	280	75	3.0	5	6	B25
37	III	II	220	70	3.0	6	6	B20
38	IV	IV	210	120	3.0	7	6	B25
39	III	V	300	100	3.5	4	7.2	B30
40	V	IV	230	95	3.5	6	7.2	B15
41	VII	V	260	70	3.0	4	7.2	B20
42	V	II	230	90	3.5	5	6	B20
43	III	V	200	120	3.0	6	7.2	B15
44	IV	III	300	80	3.0	7	7.2	B20

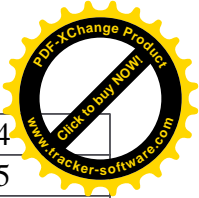


45	VI	IV	210	95	3.0	4	6	B25
46	VII	IV	280	100	3.5	6	7.2	B25
47	IV	VI	250	150	3.0	7	6	B25
48	III	VI	270	75	3.5	6	7.2	B30
49	VI	III	220	110	3.5	5	6	B15
50	V	II	180	130	3.5	4	6	B30
51	IV	V	250	95	3.0	7	7.2	B25
52	VI	VI	180	70	3.0	4	7.2	B30
53	V	IV	230	75	3.0	5	6	B25
54	V	II	260	80	3.5	5	6	B15
55	VII	II	210	150	3.5	6	6	B25
56	III	III	280	110	3.5	5	7.2	B15
57	VII	IV	200	100	3.5	5	7.2	B20
58	VI	V	220	130	3.0	7	6	B30
59	IV	VI	300	120	3.5	7	6	B20
60	III	III	270	90	3.0	4	6	B25

Исходные данные:

(окончание)

№ вар.	Эксплуатационная нагрузка, кгс/м ²	Нагрузка от конструкции пола, кгс/м ²	Сечение главной балки, bхh (см)	Сечение второстепенной балки, bхh (см)	Сечение колонны, bхh (см)	Количество пролетов в продольном направлении, N
1	250	80	30х50	25х35	35х35	4
2	150	70	35х60	30х40	40х40	4
3	200	100	30х50	25х35	35х35	6
4	150	75	35х60	30х40	40х40	5
5	250	110	30х50	25х35	35х35	4
6	300	100	35х60	30х40	40х40	6
7	120	90	30х50	25х35	35х35	6
8	250	90	30х50	30х40	35х35	4
9	300	80	35х60	25х35	35х35	6
10	120	70	30х50	30х40	40х40	6
11	120	100	35х60	25х35	35х35	4
12	250	75	30х50	25х35	40х40	4
13	150	110	35х60	30х40	35х35	6
14	200	100	30х50	25х35	40х40	5
15	150	90	30х50	30х40	35х35	4
16	250	110	35х60	25х35	35х35	6
17	150	100	30х50	30х40	40х40	6
18	200	90	35х60	25х35	35х35	4
19	150	80	30х50	25х35	40х40	4
20	250	70	35х60	30х40	35х35	6
21	300	100	30х50	25х35	40х40	4
22	120	75	30х50	30х40	35х35	4
23	250	80	35х60	25х35	35х35	6
24	150	70	30х50	30х40	40х40	5
25	200	100	35х60	25х35	35х35	5
26	150	75	30х50	25х35	40х40	4
27	250	110	35х60	30х40	35х35	6
28	300	100	30х50	25х35	40х40	6



29	150	100	35x60	30x40	40x40	4
30	200	80	30x50	25x35	35x35	5
31	200	75	30x50	30x40	40x40	6
32	250	110	35x60	25x35	35x35	5
33	300	90	30x50	30x40	40x40	5
34	250	80	35x60	25x35	35x35	5
35	150	70	30x50	30x40	40x40	6
36	150	70	35x60	25x35	35x35	4
37	200	100	30x50	30x40	40x40	4
38	120	75	35x60	25x35	35x35	4
39	300	110	30x50	30x40	40x40	6
40	120	80	35x60	25x35	35x35	5
41	300	100	35x60	30x40	40x40	4
42	120	90	30x50	25x35	35x35	6
43	200	110	35x60	30x40	40x40	4
44	250	80	30x50	25x35	35x35	4
45	250	100	35x60	30x40	40x40	5
46	150	75	30x50	25x35	35x35	5
47	120	90	35x60	30x40	40x40	5
48	300	75	30x50	25x35	35x35	6
49	200	70	35x60	30x40	40x40	6
50	150	100	30x50	25x35	35x35	6
51	120	80	35x60	30x40	40x40	4
52	250	70	30x50	25x35	35x35	6
53	150	90	35x60	30x40	40x40	5
54	120	110	30x50	25x35	35x35	4
55	150	100	35x60	30x40	40x40	6
56	200	100	30x50	25x35	35x35	6
57	300	80	35x60	30x40	40x40	5
58	250	110	30x50	25x35	35x35	4
59	200	70	35x60	30x40	40x40	6
60	300	90	30x50	25x35	35x35	4

Все нагрузки, приведенные в исходных данных, считать нормативными.

- Число загрузений:
1. Собственный вес (включая вес перекрытия 180 мм).
 2. Эксплуатационная нагрузка.
 3. Снеговая нагрузка (равномерно распределенная).
 4. Ветровая нагрузка слева.
 5. Ветровая нагрузка справа.
 6. Вес перегородок по этажам.
 7. Вес пола по этажам.
 8. Нагрузка от покрытия.



Лабораторная работа № 4.

Расчет стального каркаса здания регулярной структуры в ПВК SCAD Office. Подбор стальных сечений для основных элементов каркаса в приложении SCAD OfficeКристалл.

Цель работы:

1. Получение навыков расчета пространственного стального каркаса здания в ПВКSCADOffice.
2. Проверка навыков выполнения сбора нагрузок на каркас здания регулярной структуры.
3. Изучение работы постпроцессора ПВК по проверке и подбору стальных сечений из металлопроката в колоннах и балках пространственного каркаса здания.
4. Получение требуемого сечения в основных элементах расчетной схемы с помощью приложения SCAD Office Кристалл на основании результатов расчета в ПВК.
5. Получение навыков выполнения унификации подобранных сечений по результатам расчета.
6. Ознакомиться с функцией Нагрузка от фрагмента схемы. Определить нагрузку, действующую на срез фундаментов.

Ход работы:

Расчет фермы.

1. Создать новый проект SCAD.
2. Создать пространственную схему каркаса, согласно указанного варианта. Выполнить установку связевых блоков в пространственном каркасе. Второстепенные балки имеют шарнирное соединение с главными балками основного каркаса.
3. Назначить тип введенных конечных элементов для основных элементов каркаса и для связевых элементов.
4. Задать жесткость каждому конечному элементу расчетной схемы (геометрия сечения, материал).
5. Установить связи в опорные узлы расчетной схемы.
6. Задать нагрузки на расчетную схему в виде отдельных загрузений. См. исходные данные.
7. Выполнить расчет заданной схемы мультифронтальным методом.
8. Создать комбинации загрузений из заданных нагрузок.
9. Выполнить подготовку данных для получения Нагрузки от фрагмента схемы. «Управление проектом» - раздел «Исходные данные» - пункт «Специальные исходные данные» - подпункт «Нагрузка от фрагмента схемы».
10. Получение расчетного сочетания усилий (PCY) для всех элементов расчетной схемы.
11. Определение усилий действующих на срезы фундамента (Нагрузка от фрагмента схемы).
12. Создать группы элементов согласно их унификации. (Средние колонны, крайние колонны, балки перекрытия, балки покрытия). Раздел «Графический анализ» - вкладка «Группы»- «Работа с группами узлов и элементов».
13. С помощью постпроцессора для подбора сечений из металлопроката, с учетом оптимизации по группам элементов подобрать сечения требующейся по расчету из соответствующих каталогов металлопроката. Раздел «Графический анализ» - вкладка «Постпроцессоры»- «Подбор сечений из металлопроката».
14. Выполнить унификацию PCY по группам (в отдельном файле) и по этим данным подобрать сечения в приложении Кристалл.
15. Провести документирование по результатам подбора для элементов каждой группы (по одному из каждой группы). Выполнить отчет по опорным реакциям на срезах фундаментов.
16. В графическом анализе получить максимальное перемещение в горизонтальном направлении в расчетной схеме и выполнить по данной точке отчет с величиной



перемещения (от нормативных нагрузок). Определить усилия действующие в связи блока от наихудшего сочетания усилий.

17. Предоставить в отчете сбор нагрузок в табличной форме по исходным данным.

Примечание: При создании пространственного каркаса шаг второстепенных балок назначить следующим образом, при пролете главной балки 7 м и 8 м шаг второстепенных принимать 1.75 м и 2.0 м соответственно.

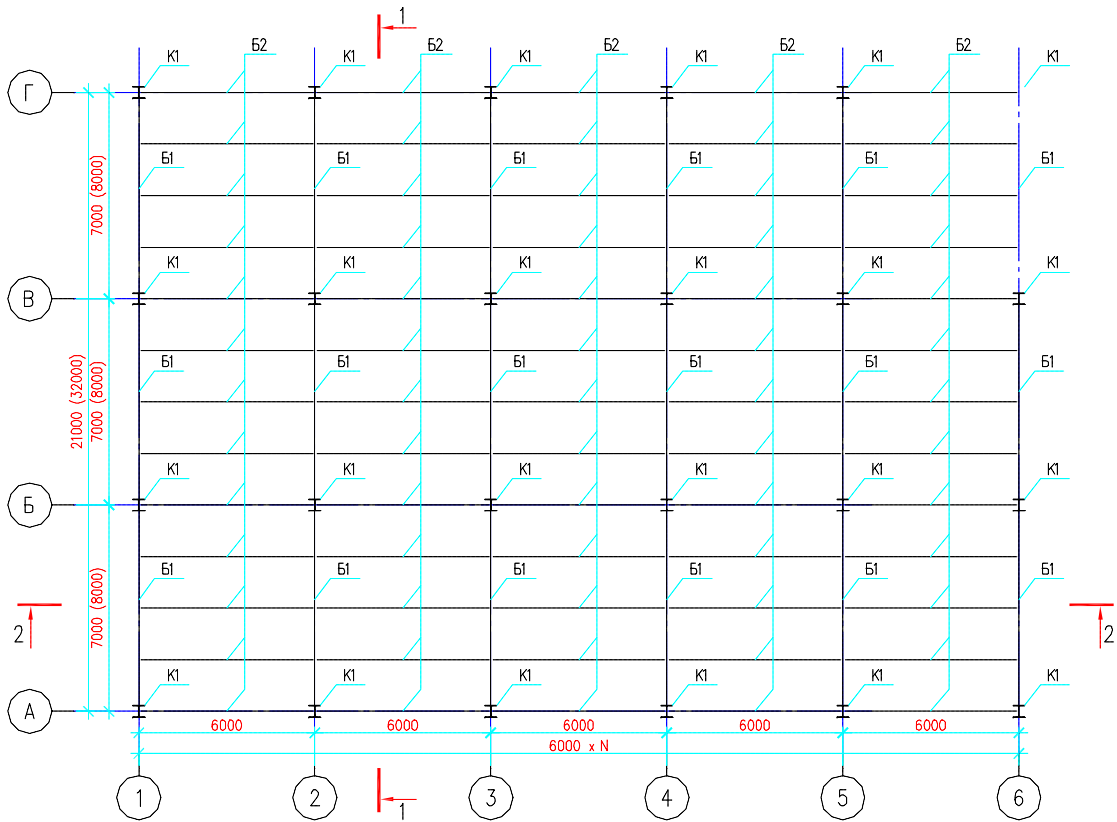


Рис. 9 Схема расположения элементов стального каркаса.

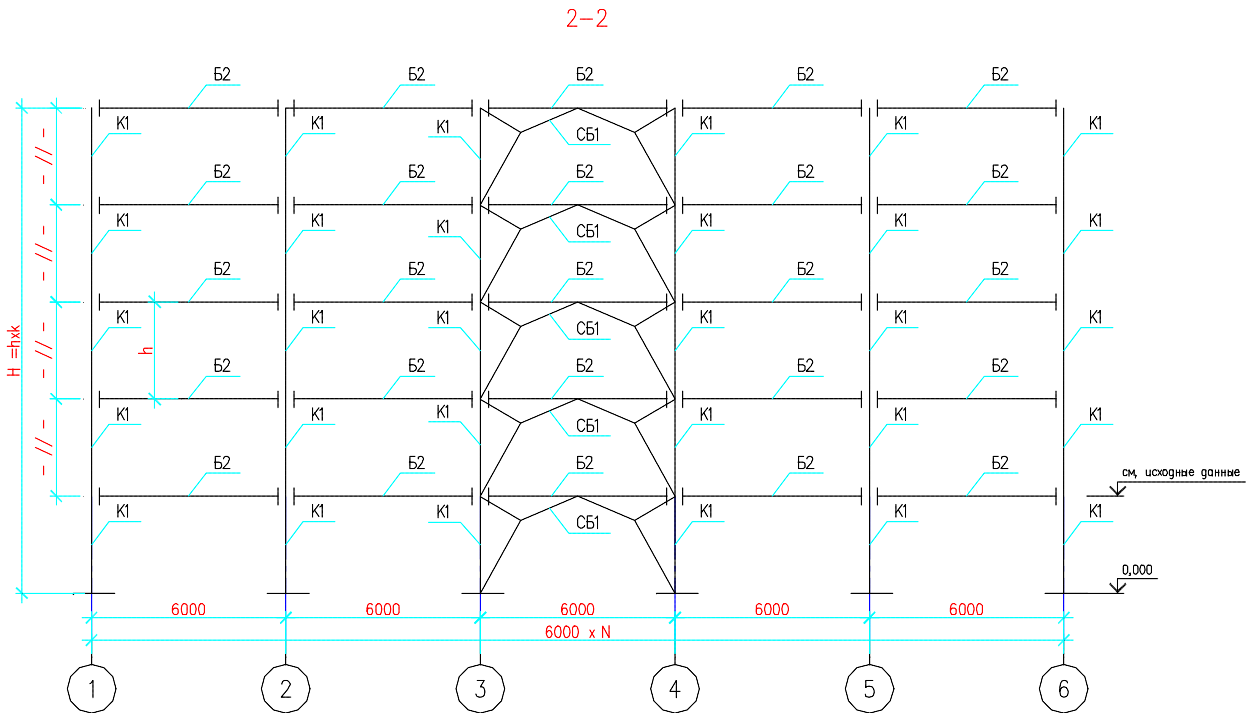


Рис. 10 Продольный разрез стального каркаса.

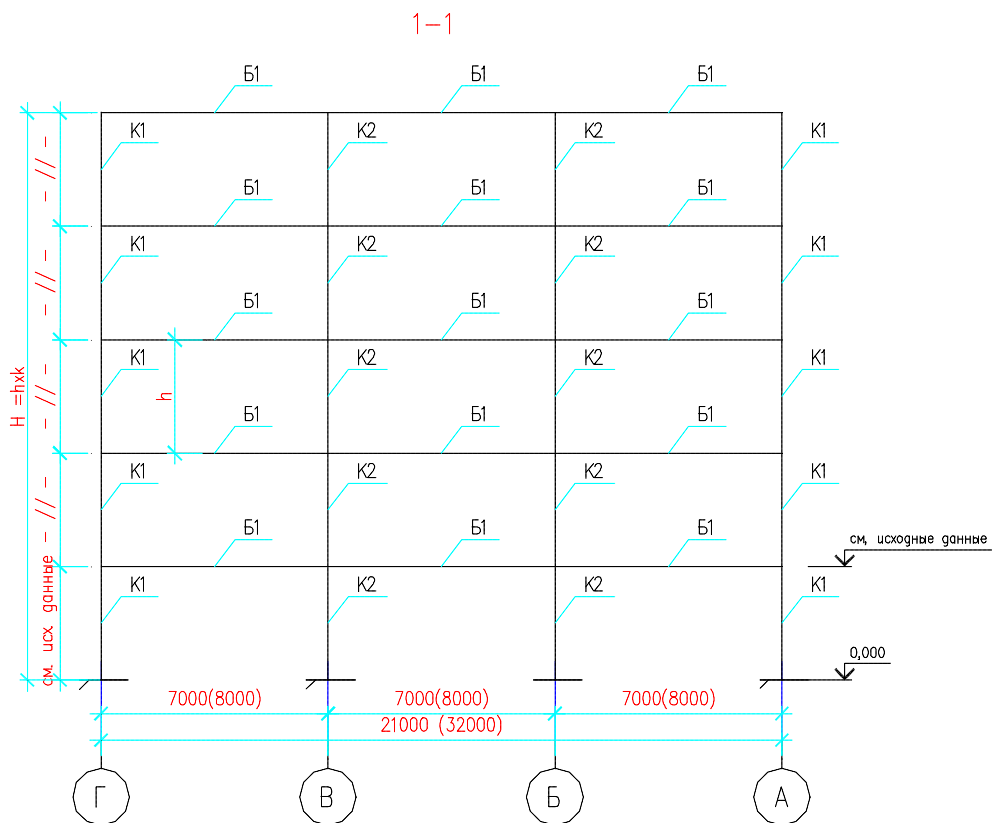


Рис. 11 Поперечный разрез (силовая рама) стального каркаса.

- Число загружений:
1. Собственный вес (включая вес перекрытия 150 мм).
 2. Эксплуатационная нагрузка.
 3. Снеговая нагрузка (равномерно распределенная).
 4. Ветровая нагрузка слева.
 5. Ветровая нагрузка справа.
 6. Ветровая нагрузка с торца.
 7. Вес перегородок по этажам.
 8. Вес пола по этажам.
 9. Нагрузка от покрытия.

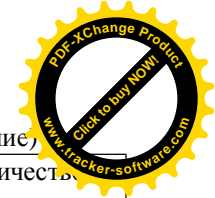
Исходные данные:

(начало)

№ вар.	Ветровой район	Снеговой район	Нагрузка от перегородок, кгс/м ²	Нагрузка от веса покрытия, кгс/м ²	Высота этажа (h), м	Количество в этажей (к)	Пролет главной балки Б1, м	Материал
1	IV	III	230	120	3.2	4	7	C255
2	VI	II	220	85	3.0	3	8	C245
3	V	III	190	125	3.4	7	7	C345
4	IV	V	215	90	3.1	5	8	C245
5	VII	IV	200	100	3.5	7	7	C255
6	VI	VI	250	110	3.8	4	8	C245
7	V	VIII	210	100	2.9	6	7	C345
8	IV	VIII	400	120	3.2	4	7	C255
9	VI	IV	190	125	3.0	3	8	C245
10	V	IV	215	90	3.4	7	7	C345
11	V	III	200	100	3.1	5	8	C245
12	IV	VIII	250	110	3.5	7	7	C255
13	VII	II	190	125	3.8	4	8	C245



14	VI	III	215	90	2.9	6	7	C245
15	V	V	200	100	3.5	4	7	C245
16	VI	IV	350	120	3.8	3	8	C245
17	V	VI	200	85	3.2	7	7	C345
18	VI	VIII	320	125	3.0	5	8	C245
19	IV	IV	190	125	3.4	7	7	C255
20	VI	II	215	90	3.1	4	8	C245
21	V	III	200	100	3.5	6	7	C345
22	IV	V	250	110	3.2	4	7	C255
23	VII	IV	190	125	3.0	3	8	C245
24	VI	VI	215	150	3.2	7	7	C345
25	V	IV	300	120	3.0	5	8	C245
26	VI	II	190	85	3.4	7	7	C255
27	IV	III	215	125	3.1	4	8	C245
28	VI	V	200	120	3.5	6	7	C345
29	V	IV	250	150	3.8	5	8	C245
30	VI	VI	190	100	2.9	7	7	C345
31	VI	VII	215	110	3.2	6	8	C245
32	VI	V	300	85	3.1	7	7	C345
33	IV	IV	320	125	3.4	3	8	C345
34	V	VII	200	90	2.9	4	7	C245
35	VI	III	220	125	3.2	7	8	C245
36	VII	VI	400	150	3.5	5	7	C255
37	V	VIII	250	120	3.0	5	8	C345
38	VII	VIII	210	100	3.0	5	7	C345
39	IV	II	350	150	3.8	7	8	C255
40	V	II	190	100	2.9	4	7	C255
41	IV	V	230	110	3.8	6	8	C345
42	VII	VI	320	90	3.4	4	7	C245
43	V	IV	190	85	3.1	6	8	C255
44	VII	III	230	120	3.5	3	7	C245
45	IV	III	400	120	3.5	5	8	C255
46	VI	VIII	210	150	3.0	4	7	C345
47	IV	V	350	150	3.2	4	8	C255
48	VI	VI	220	120	2.9	5	7	C245
49	V	IV	215	125	3.1	6	8	C245
50	IV	II	200	85	3.5	7	7	C255
51	VI	III	250	90	3.8	4	8	C255
52	VII	VII	300	85	3.4	3	7	C345
53	VII	VI	200	125	3.0	3	8	C245
54	V	V	400	100	3.2	3	7	C255
55	V	VIII	300	100	3.8	7	8	C245
56	IV	VII	210	110	3.1	6	7	C245
57	IV	IV	250	110	2.9	6	8	C345
58	VII	II	230	90	3.4	7	7	C345
59	V	VIII	320	110	3.2	6	8	C345
60	VI	IV	350	110	2.9	6	7	C255



Исходные данные:

(окончание)

№ вар.	Эксплуатационная нагрузка, кгс/м ²	Нагрузка от конструкции пола, кгс/м ²	Сечение главной балки	Сечение второстепенной балки, bхh (см)	Сечение колонны, bхh (см)	Количество пролетов в продольном направлении, N
1	200	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
2	250	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
3	220	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
4	170	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
5	230	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
6	150	120	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
7	190	130	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
8	310	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
9	250	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
10	220	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
11	170	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
12	230	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
13	150	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
14	180	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
15	250	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
16	220	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
17	170	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
18	230	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
19	150	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
20	200	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
21	180	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
22	250	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
23	220	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
24	170	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
25	230	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
26	150	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
27	250	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
28	220	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
29	170	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
30	230	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
31	170	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
32	150	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
33	220	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
34	250	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
35	250	100	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
36	150	120	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
37	200	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
38	230	75	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
39	190	130	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
40	170	90	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
41	190	95	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
42	200	120	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5
43	180	85	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	7
44	180	130	Двутавр Ш	Двутавр Б	Двутавр К	5



45	230	90	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
46	180	75	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
47	230	120	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
48	180	120	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
49	170	85	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
50	150	95	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
51	250	85	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
52	190	95	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
53	200	130	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
54	220	90	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
55	200	100	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
56	230	100	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
57	250	130	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
58	170	75	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5
59	190	120	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	7
60	220	130	Двугавр Ш	Двугавр Б	Двугавр К	5

Все нагрузки, приведенные в исходных данных, считать нормативными.



Лабораторная работа № 5.

Расчет железобетонного каркаса здания нерегулярной структуры с безбалочным перекрытием в ПВК SCAD Office. Работа постпроцессора для подбора арматуры. Модуль армирования Плита–Оболочка.

Цель работы:

1. Получение навыков расчета пространственного железобетонного каркаса здания, имеющего не регулярную структуру в ПВК SCAD Office.
2. Проверка навыков выполнения сбора нагрузок на каркас здания с не регулярной структурой:
 - учет «снегового мешка» на покрытии здания,
 - сбор нагрузок на подпорную стенку.
3. Изучение работы постпроцессора ПВК по проверке и подбору арматуры железобетонных плит перекрытия.
4. Получение навыков работы с инструментом Сборка в ПВК SCAD Office при создании расчетных схем из нескольких вспомогательных подсхем.
5. Подобрать арматуру в плитах перекрытия (перекрытия) высокой и низкой части здания (Модуль армирования Плита-оболочка).
6. Подобрать арматуру в плите подпорной стены (Модуль армирования Плита-оболочка).

Ход работы:

1. Создать расчетную схему высокой части здания без приложения нагрузок.
 - 1.1. Плита перекрытия/покрытия моделируется пластинчатыми элементами и создается с помощью функции Генерации плоской сетки произвольной формы на плоскости. Вкладка «Схема».
2. Создать расчетную схему низкой части здания без приложения нагрузок.
 - 2.1. Плита перекрытия моделируется пластинчатыми элементами и создается с помощью функции Генерации плоской сетки произвольной формы на плоскости. Вкладка «Схема».
3. Сохранить созданные схемы отдельными файлами.
4. Выполнить сборку расчетной схемы из основной (высокая часть) и подсхемы (низкая часть) при помощи Режимы сборки. Вкладка «Схема».
5. В расчетной схеме создать подпорную стенку по оси «Г» согласно задания при помощи Генерации плоской сетки произвольной формы на плоскости.
6. Задать нагрузки на расчетную схему в виде отдельных загрузений. См. исходные данные.
7. Создать комбинации загрузений из заданных нагрузок.
8. Создать РСУ для заданных нагрузок.
9. Выполнить подготовку данных для получения Нагрузки от фрагмента схемы. «Управление проектом» - раздел «Исходные данные» - пункт «Специальные исходные данные» - подпункт «Нагрузка от фрагмента схемы».
10. Выполнить расчет заданной схемы мультифронтальным методом.
11. Определить усилия действующие на срезы отдельно стоящих фундаментов (Нагрузка от фрагмента схемы).
12. С помощью постпроцессора для подбора арматуры подобрать арматуру требующуюся по расчету в перекрытиях/покрытиях высокой и низкой части, а также рассчитать арматуру подпорной стены. Предварительно подготовить соответствующие группы для армирования. Раздел «Конструирование – «Бетон».
13. Получить изополя распределения требуемой арматуры в перекрытиях/покрытиях высокой и низкой части, а также в подпорной стене_AS1, AS2, AS3, AS4.
14. В графическом анализе проанализировать изополя распределения поперечной арматуры и изополя распределения трещин в плитах перекрытия и покрытия.



15. Выполнить выборочное документирование по армированию плит перекрытия, покрытия высокой/низкой частей здания с возможностью нахождения данного элемента расчетной схеме. (Схема с номерами элементов _ координационные оси).
16. Предоставить в отчете сбор нагрузок в табличной форме по исходным данным.

Примечание: При моделировании плит перекрытия и покрытия их толщину принимать соответственно 200 и 160 мм соответственно.

Рекомендуемый шаг триангуляции плит от 500 мм до 1000 мм..

- Число загрузжений: 1. Собственный вес каркаса.
2. Эксплуатационная нагрузка на перекрытия.
3. Снеговая нагрузка (равномерно распределенная).
4. Снеговая нагрузка (учет снегового мешка).
5. Вес перегородок по этажам.
6. Нагрузка от веса покрытия.
7. Нагрузка от веса конструкции пола.
8. Ветровая нагрузка слева (силовая плоскость, направление действия нагрузки по цифровым осям).
9. Ветровая нагрузка справа (силовая плоскость, направление действия нагрузки по цифровым осям).
10. Нагрузка на подпорную стенку.

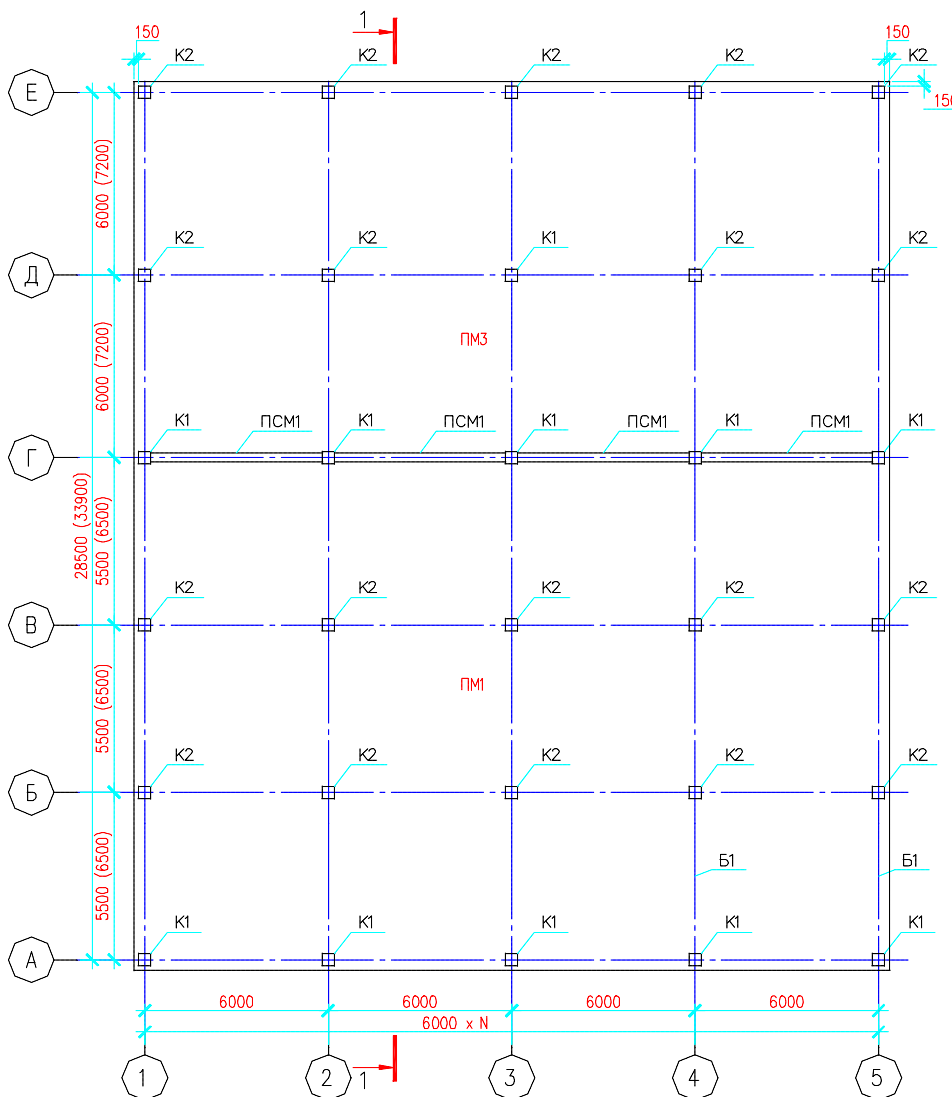


Рис. 12 Схема расположения элементов железобетонного каркаса.

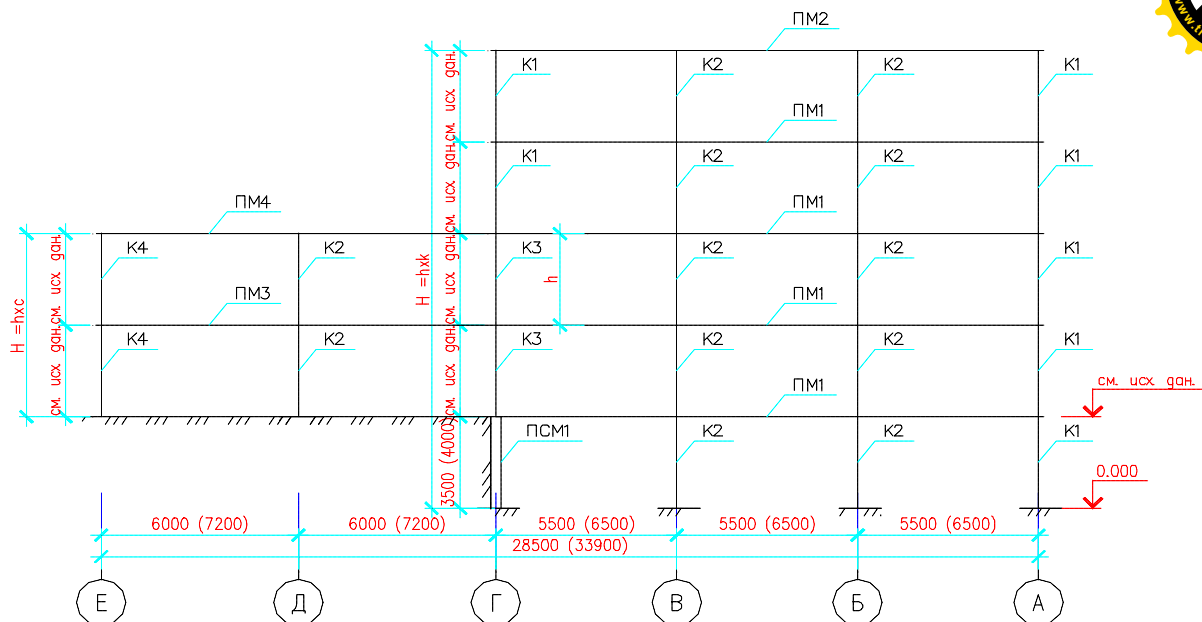


Рис. 13 Поперечный разрез (силовая рама) железобетонного каркаса.

Исходные данные:

(начало)

№ вар.	Ветровой район	Снеговой район	Нагрузка от перегородок, кгс/м ²	Нагрузка от веса покрытия, кгс/м ²	Эксплуатационная нагрузка, кгс/м ²	Нагрузка от конструкции пола, кгс/м ²	Материал
1	V	VI	200	100	200	85	B20
2	IV	VIII	215	120	210	75	B25
3	VI	IV	190	70	220	90	B25
4	III	V	190	100	200	95	B30
5	VI	IV	210	90	230	50	B20
6	VII	VIII	250	110	200	80	B25
7	V	V	210	80	170	75	B20
8	III	III	180	90	150	90	B25
9	VII	VII	230	85	190	100	B30
10	IV	III	220	145	150	90	B20
11	III	V	200	130	170	95	B20
12	II	V	235	110	200	85	B25
13	V	IV	180	100	210	100	B30
14	I	VIII	160	110	260	90	B20
15	II	VI	250	190	210	60	B20
16	VI	III	260	150	200	70	B25
17	V	VI	240	180	180	85	B25
18	VIII	VII	160	190	160	80	B30
19	VI	II	210	75	170	90	B30
20	IV	VI	100	165	200	70	B20
21	V	II	210	105	110	80	B20
22	III	IV	230	140	130	70	B25
23	VI	VI	260	130	150	95	B25
24	IV	V	280	90	220	110	B20
25	VI	VII	100	100	205	80	B25
26	VI	V	210	120	110	75	B30
27	V	II	240	130	135	60	B20
28	V	VI	260	140	140	75	B25



29	II	VII	120	170	130	70	20
30	IV	II	200	175	150	85	15
31	VI	III	190	160	200	50	B25

Исходные данные:

(окончание)

№ вар.	Высота этажа (h), м	Количество этажей (k)	Количество этажей (с)	Пролет в продольном сечении, м	Пролет в поперечном сечении, м (низ./выс.)	Высота этажа I части, м	Количество пролетов в продольном направлении, N
1	3.5	4	2	6	6.0/5.5	4.0	5
2	3.0	3	3	6	7.2/6.5	3.3	7
3	3.5	4	2	6	6.0/5.5	4.0	6
4	3.9	3	2	6	7.2/6.5	3.3	7
5	2.9	5	3	6	6.0/5.5	4.0	5
6	3.1	4	2	6	7.2/6.5	3.3	6
7	3.2	6	3	6	6.0/5.5	4.0	5
8	3.0	5	2	6	7.2/6.5	3.3	6
9	3.5	4	1	6	6.0/5.5	4.0	7
10	3.0	3	2	6	7.2/6.5	3.3	5
11	3.5	5	3	6	6.0/5.5	4.0	5
12	3.0	3	2	6	7.2/6.5	3.3	7
13	3.5	4	1	6	6.0/5.5	3.3	6
14	3.9	3	2	6	7.2/6.5	3.3	7
15	2.9	5	3	6	6.0/5.5	4.0	5
16	3.1	4	2	6	7.2/6.5	3.3	6
17	3.2	4	2	6	6.0/5.5	4.0	5
18	3.0	3	3	6	7.2/6.5	3.3	6
19	3.5	5	2	6	6.0/5.5	4.0	7
20	3.0	4	1	6	7.2/6.5	3.3	5
21	3.5	4	2	6	6.0/5.5	3.3	5
22	3.5	3	3	6	7.2/6.5	4.0	7
23	3.9	4	3	6	6.0/5.5	3.3	6
24	2.9	3	2	6	7.2/6.5	4.0	7
25	3.1	5	3	6	6.0/5.5	4.0	5
26	3.2	4	2	6	7.2/6.5	3.3	6
27	2.9	3	1	6	6.0/5.5	3.3	5
28	3.1	5	2	6	7.2/6.5	4.0	6
29	3.2	3	1	6	6.0/5.5	3.3	7
30	3.0	4	2	6	7.2/6.5	4.0	5
31	3.0	4	2	6	7.2/6.5	3.3	5

Все нагрузки приведенные в исходных данных считать нормативными.



Лабораторная работа № 6.

Расчет железобетонного каркаса здания регулярной радиальной структуры на фундаментной плите с балочным перекрытием в ПК SCAD Office. Работа постпроцессора для подбора арматуры. Модуль армирования Плита–Оболочка.

Цель работы:

1. Получение навыков расчета пространственного железобетонного каркаса здания, имеющего регулярную радиальную структуру в ПК SCAD Office.
2. Проверка навыков выполнения сбора нагрузок на каркас здания с радиальной структурой:
 - сбор нагрузок от ветровой нагрузки на цилиндрическую поверхность.
3. Изучение работы постпроцессора ПК по проверке и подбору арматуры железобетонных фундаментных плит.
4. Получение навыков работы с инструментом Сборка в ПК SCAD Office при создании расчетных схем из нескольких вспомогательных подсхем.
5. Подбор арматуры в фундаментной плите здания с радиальной структурой.
6. Получить изополя распределения требуемой арматуры в фундаментной плите AS1, AS2, AS3, AS4. В графическом анализе проанализировать изополя распределения поперечной арматуры и изополя распределения трещин. Выполнить выборочное документирование по армированию плиты с возможностью нахождения данного элемента в расчетной схеме. (Схема с номерами элементов _ координационные оси).
7. Выполнить сбор нагрузок в табличной форме по исходным данным.

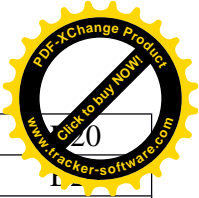
Ход работы:

Работу выполнить, используя навыки и опыт, полученный при выполнении предыдущих лабораторных работ.

Исходные данные:

(начало)

№ вар.	Ветровой район	Снеговой район	Нагрузка от перегородок, кгс/м ²	Нагрузка от веса покрытия, кгс/м ²	Эксплуатационная нагрузка, кгс/м ²	Нагрузка от конструкции пола, кгс/м ²	Материал
1	VI	VI	210	60	230	100	B20
2	V	III	185	110	200	80	B25
3	VI	III	180	80	170	75	B25
4	IV	VIII	170	90	250	90	B30
5	V	V	200	95	190	50	B20
6	IV	VI	215	100	150	80	B25
7	VI	VIII	150	70	200	85	B20
8	III	IV	170	95	210	75	B25
9	VI	V	200	80	220	90	B30
10	IV	VIII	215	90	230	95	B20
11	VI	V	150	95	200	100	B20
12	IV	VI	165	100	170	80	B25
13	VI	VIII	230	70	250	75	B25
14	III	VIII	210	95	190	100	B20
15	VI	V	200	90	230	80	B25
16	IV	VI	215	95	200	75	B25
17	VI	VIII	170	100	170	90	B30
18	III	IV	200	90	250	50	B20
19	VI	VIII	215	95	230	80	B25



20	IV	V	200	100	200	100	20
21	IV	VI	170	70	170	80	15
22	VI	VIII	200	100	250	75	B25
23	III	V	215	90	170	90	B25
24	IV	VI	150	95	250	50	B30
25	VI	VIII	165	100	230	80	B20
26	III	IV	230	70	200	100	B25

Все нагрузки приведенные в исходных данных считать нормативными.

Примечание: При моделировании плит перекрытия и покрытия их толщину принимать соответственно 250 и 200 мм соответственно.

Толщина фундаментной плиты 500 мм. Коэффициент упругого основания $C1=4000 \text{ тс/м}^3$, $C2=0$.

Геометрия колонны 300x600(h)/350x650(h) для четных и нечетных вариантов соответственно.

Толщина стен ядра жесткости 200 мм.

Рекомендуемый шаг триангуляции плит от 500 мм до 1000 мм.

Исходные данные:

(окончание)

№ вар.	Высота этажа (h), м	Количество этажей (k)	R1, м	R2, м	R3, м	Высота цокольного этажа, м
1	3.1	4	14	8	3	4.0
2	3.9	3	17	9	4	3.3
3	3.2	5	15	8.5	3.5	4.0
4	3.0	5	16	9	4	3.3
5	2.9	6	17	8.5	3.5	4.0
6	3.5	4	16	8	3	3.3
7	3.5	6	14	8	3	4.0
8	3.2	3	16	9	4	3.3
9	3.0	5	16	8.5	3.5	3.3
10	2.9	5	17	8	4	4.0
11	3.5	6	15	8	3	3.3
12	3.5	3	16	9	4	4.0
13	3.2	5	17	8	3.5	3.3
14	3.2	5	18	8	4.5	4.0
15	3.4	6	14	9	3.5	3.3
16	3.0	5	15	8.5	3	3.3
17	2.9	5	16	8	3	4.0
18	3.5	6	17	8	4	3.3
19	3.5	3	16	9	4	4.0
20	3.2	5	16	8	3	3.3
21	3.0	5	15	9	4	4.0
22	2.9	6	16	8.5	3.5	3.3
23	3.5	4	17	8	4	4.0
24	3.5	6	16	8	3.5	3.3
25	3.2	5	14	9	4	4.0

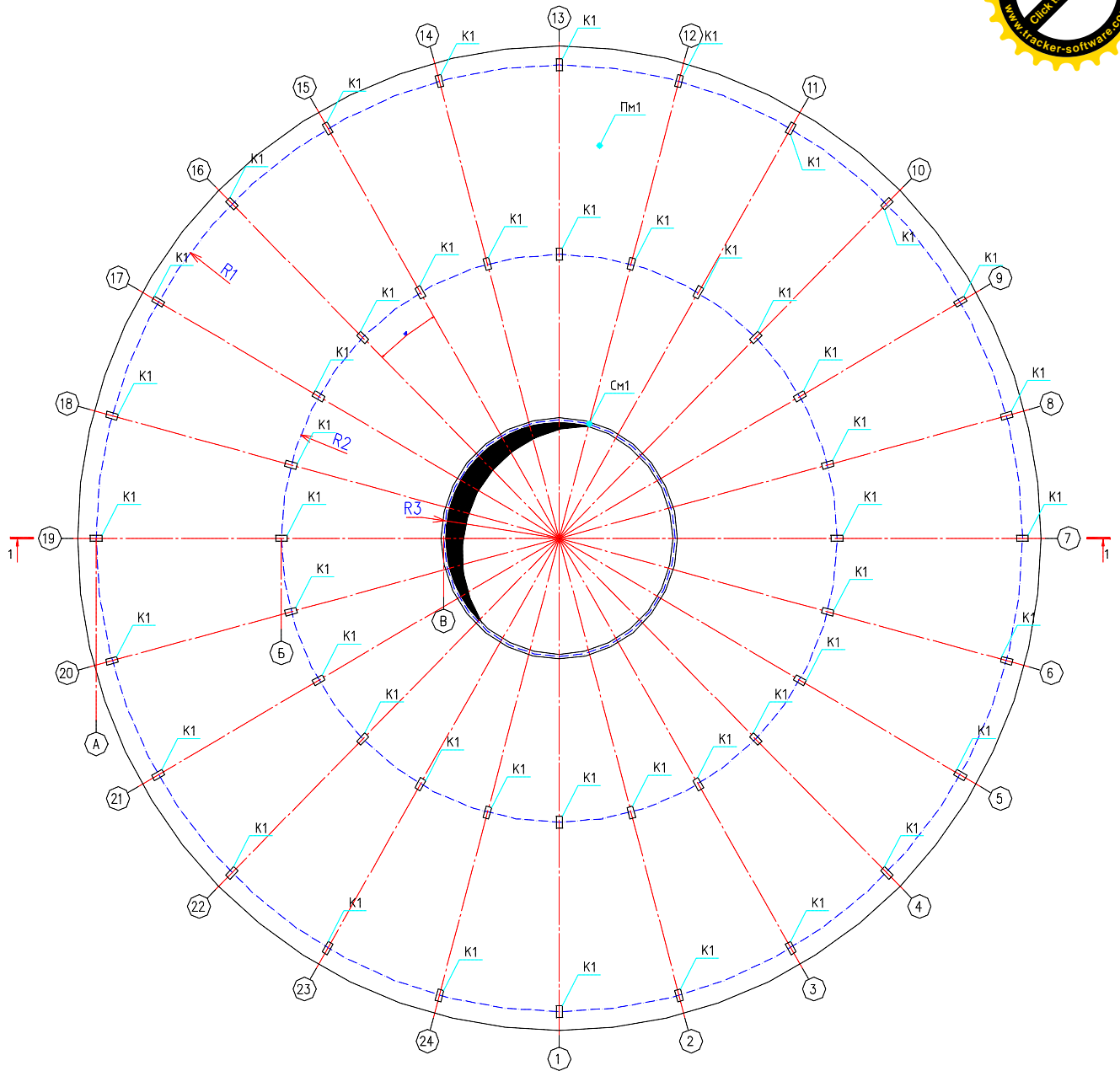


Рис. 14 Схема расположения элементов железобетонного каркаса.

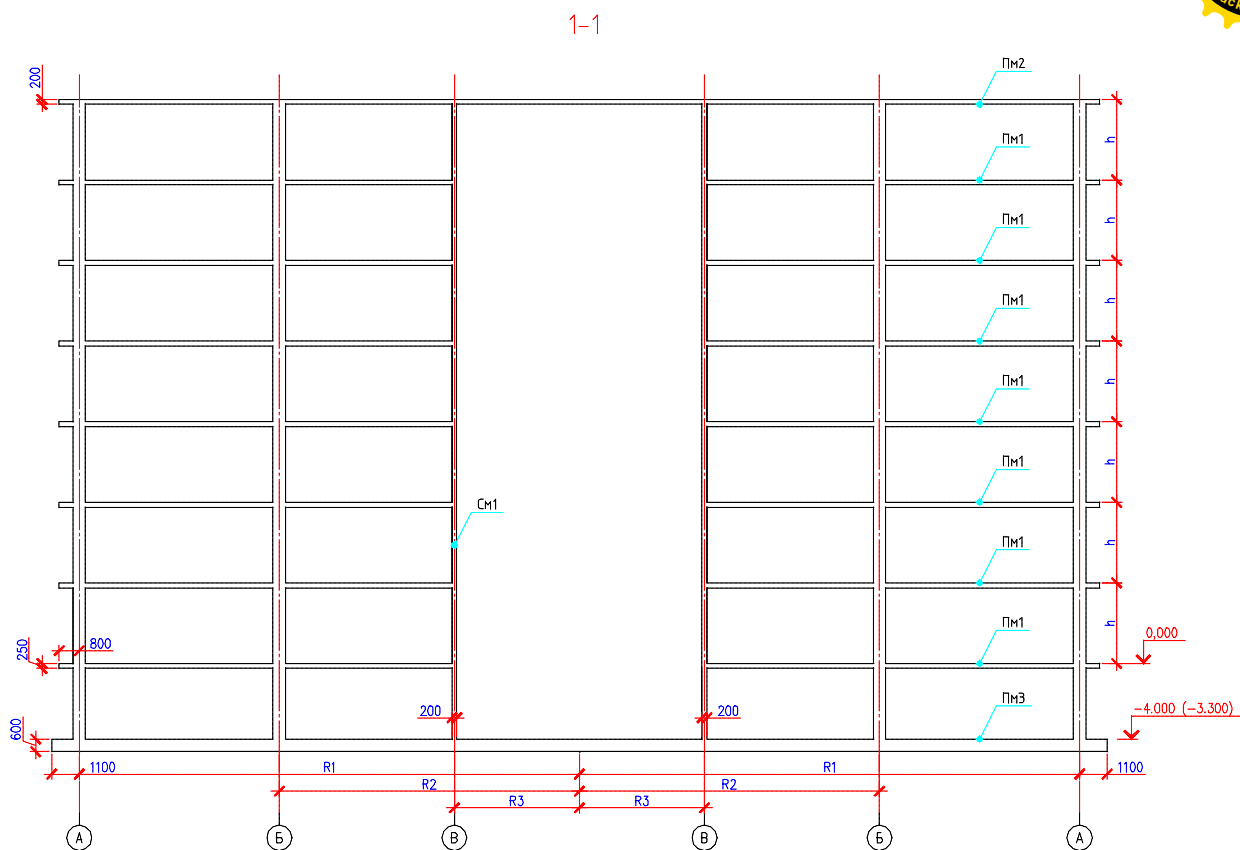


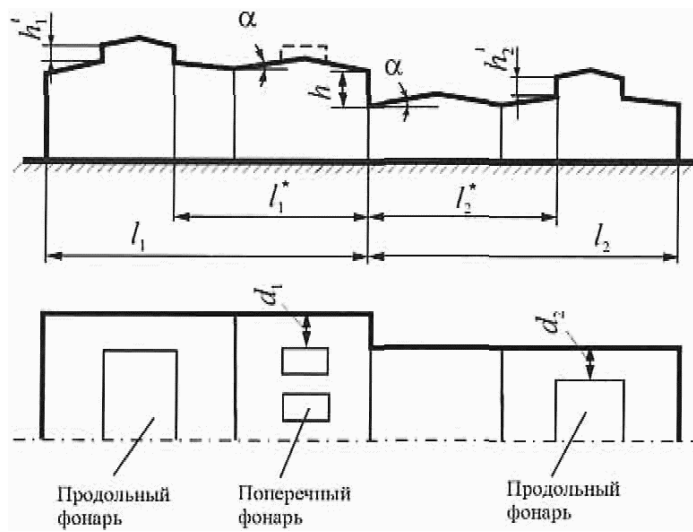
Рис. 15 Поперечный разрез железобетонного каркаса.

- Число загрузений:
1. Собственный вескаркаса.
 2. Эксплуатационная нагрузка на перекрытия.
 3. Снеговая нагрузка (равномерно распределенная).
 4. Вес перегородок по этажам.
 5. Нагрузка от веса покрытия.
 6. Нагрузка от веса конструкции пола.
 7. Ветровая нагрузка см. СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»
- Актуализированная редакция прил .3.

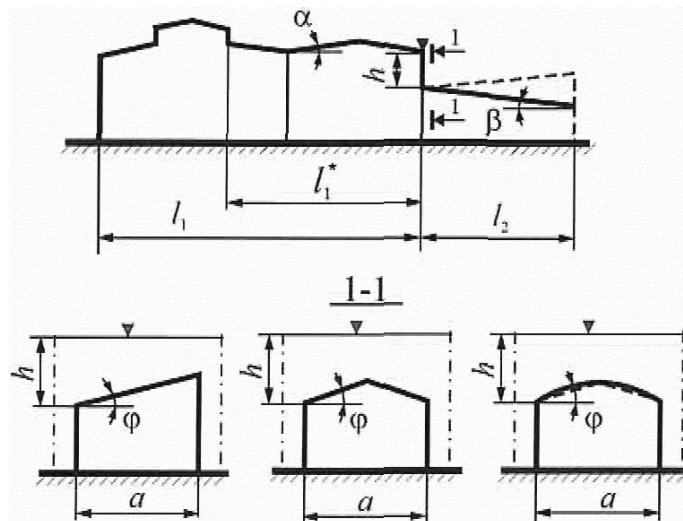


20.13330.2016.Приложение Б8.

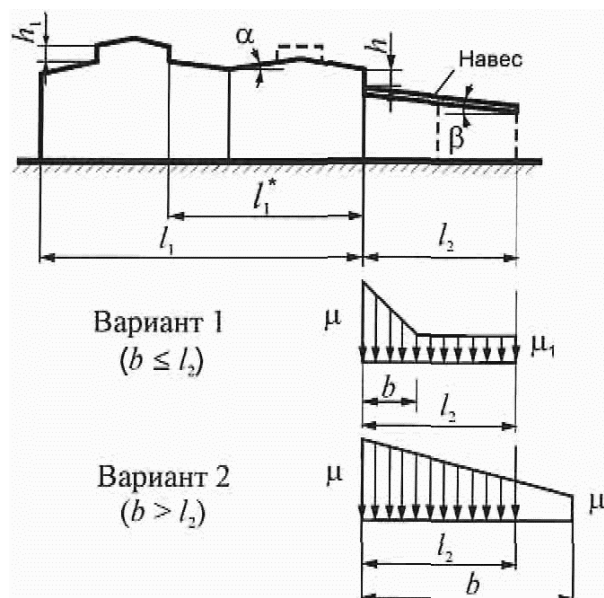
а)



б)



в)





Для зданий с перепадом высоты снеговую нагрузку на верхнее покрытие следует принимать в соответствии со схемами (для зданий - профили а, б, для навесов - профиль в)

Коэффициент μ следует принимать равным:

$$\mu = 1 + \frac{1}{h} (m_1 l_1' + m_2 l_2')$$

где h - высота перепада, м, отсчитываемая от карниза верхнего покрытия до кровли нижнего и при значении более 8 м, принимаемая при определении μ равной 8 м;

l_1 ; l_2 - длины участков верхнего (l_1) и нижнего (l_2) покрытия, с которых переносится снег в зону перепада высот, м; их следует принимать:

для покрытия без продольных фонарей или с поперечными фонарями -

$$l_1' = l_1; \quad l_2' = l_2,$$

для покрытия с продольными фонарями -

$$l_1' = l_1^* - 2h_1'; \quad l_2' = l_2^* - 2h_2',$$

(при этом l_1 и l_2 следует принимать не менее 0).

m_1 ; m_2 - доли снега, переносимого ветром к перепаду высот; их значения для верхнего (m_1) и нижнего (m_2) покрытий следует принимать в зависимости от их профиля:

0,4 - для плоского покрытия с $\alpha \leq 20^\circ$, сводчатого с $f/l \leq 1/8$;

0,3 - для плоского покрытия с $\alpha > 20^\circ$, сводчатого с $f/l > 1/8$ и покрытий с поперечными фонарями.

Для пониженных покрытий шириной $a < 21$ м значение m_2 следует принимать:

$$m_2 = 0,5 k_1 k_2 k_3, \text{ но не менее } 0,1, \text{ где } k_1 = \sqrt{\frac{a}{21}}; \quad k_2 = 1 - \frac{\beta}{35} \text{ (при обратном уклоне, показанном на}$$

чертеже пунктиром, $k_2 = 1$); $k_3 = 1 - \frac{\varphi}{30}$, но не менее 0,3 (a - в м; β , φ - в град).

Длину зоны повышенных снегоотложений b следует принимать равной:

$$\text{при } \mu \leq \frac{2h}{s_0} \quad b = 2h, \text{ но не более } 16 \text{ м;}$$

$$\mu > \frac{2h}{s_0} \quad b = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{s_0} - 1 + 2m_2} 2h,$$

при $\frac{2h}{s_0}$ но не более $5h$ и не более 16 м.

Коэффициенты μ , принимаемые для расчетов (показанные на схемах для двух вариантов), не должны превышать:

$$\frac{2h}{s_0} \quad (\text{где } h - \text{ в м; } s_0 - \text{ в кПа);}$$

4 - если нижнее покрытие является покрытием здания;

6 - если нижнее покрытие является навесом. Коэффициент μ_1 следует принимать:

$$\mu_1 = 1 - 2m_2.$$

Примечания: 1. При d_1 (d_2) > 12 м значение μ для участка перепада длиной d_1 (d_2) следует определять без учета влияния фонарей на повышенном (пониженном) покрытии.

2. Если пролеты верхнего (нижнего) покрытия имеют разный профиль, то при определении μ необходимо принимать соответствующее значение m_1 (m_2) для каждого пролета в пределах l_1 (l_2).

3. Местную нагрузку у перепада не следует учитывать, если высота перепада, м, между двумя смежными

покрытиями менее $\frac{s_0}{2}$ (где s_0 - в кПа)



Давление грунта на вертикальные поверхности. Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85 Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Раздел 5.

1. Значения характеристик грунтов природного (ненарушенного) сложения следует устанавливать, как правило, на основе их непосредственного испытания в полевых или лабораторных условиях и статистической обработки результатов испытаний по [ГОСТ 20522-75](#).

Значения характеристик грунтов:

нормативные - γ^n , φ^n и c^n ;

для расчетов конструкций оснований по первой группе предельных состояний - γ_I , φ_I и c_I ;

то же, по второй группе предельных состояний - γ_{II} , φ_{II} и c_{II} .

2. При отсутствии непосредственных испытаний грунта допускается принимать нормативные значения удельного сцепления c , угла внутреннего трения φ и модуля деформации E по табл. 1-3 прил. 5 настоящего Пособия, а нормативные значения удельного веса грунта γ^n равными 18 кН/м^3 ($1,8 \text{ тс/м}^3$).

Расчетные значения характеристик грунта ненарушенного сложения в этом случае принимаются следующими:

$$\gamma_I = 1,05\gamma^n; \gamma_{II} = \gamma^n; \varphi_I = \varphi^n \gamma_\varphi; \varphi_{II} = \varphi^n; c_I = c^n / 1,5; c_{II} = c^n,$$

где γ_φ - коэффициент надежности по грунту, принимается равным 1,1 для песчаных и 1,15 для пылевато-глинистых грунтов.

3. Значения характеристик грунтов засыпки (γ' , φ' и c'), уплотненных согласно нормативным документам с коэффициентом уплотнения k_u , не менее 0,95 от их плотности в природном сложении, допускается устанавливать по характеристикам тех же грунтов в природном залегании. Соотношения между характеристиками грунтов засыпки и грунтов природного сложения принимаются следующие:

$$\gamma'_{II} = 0,95\gamma_I; \varphi'_I = 0,9\varphi_I; c'_I = 0,5c_I, \text{ но не более } 7 \text{ кПа (} 0,7 \text{ тс/м}^2\text{);}$$

$$\gamma'_{II} = 0,95\gamma_{II}; \varphi'_{II} = 0,9\varphi_{II}; c'_{II} = 0,5c'_{II}, \text{ но не более } 10 \text{ кПа (} 1 \text{ тс/м}^2\text{).}$$

Примечание. Для сооружений с глубиной заложения 3 м и менее предельные значения удельного сцепления грунта засыпки c'_I , следует принимать не более 5 кПа ($0,5 \text{ тс/м}^2$), а c'_{II} не более 7 кПа ($0,7 \text{ тс/м}^2$). Для сооружений высотой менее 1,5 м c'_I , следует принимать равным нулю.

4. Коэффициенты надежности по нагрузке γ_l при расчете по первой группе предельных состояний должны приниматься по табл. 3, а при расчете по второй группе - равными единице.

Таблица 3

Нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке γ_l
Постоянные	
Собственный вес конструкции	1,1
Вес грунта в природном залегании	1,1
Вес грунта в засыпке	1,15
Вес насыпного грунта	1,2
Вес дорожного покрытия проезжей части и тротуаров	1,5
Вес полотна, железнодорожных путей	1,3
Гидростатическое давление грунтовых вод	1,1
Временные длительные	
От подвижного состава железных дорог СК	1,2
От колонн автомобилей АК	1,2
Нагрузка от оборудования, складываемого материала, равномерно распределенная нагрузка на территории	1,2
Временные кратковременные	
От колесной ПК-80 и гусеничной НГ-60 нагрузки	1
От погрузчиков и каров	1,2
От колонн автомобилей АБ	1,1

5. Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса P_γ , на глубине y ([рис. 5, а](#)) следует определять по формуле

$$P_\gamma = [\gamma \gamma_h \lambda - c (K_1 + K_2)] y / h, \quad (1)$$

где K_i - коэффициент, учитывающий сцепление грунта по плоскости скольжения призмы обрушения,

наклоненной под углом θ_0 к вертикали; K_2 - то же, по плоскости, наклоненной под углом ν к вертикали.

$$K_1 = 2\lambda \cos\theta_0 \cos\varepsilon / \sin(\theta_0 + \varepsilon);$$

$$K_2 = \lambda [\sin(\theta_0 - \varepsilon) \cos(\theta_0 + \rho) / \sin\theta_0 \cos(\rho - \varepsilon) \sin(\theta_0 + \varepsilon)] + \operatorname{tg}\varepsilon, \quad (3)$$

где ε - угол наклона расчетной плоскости к вертикали; ν - то же, поверхности засыпки к горизонту; θ_0 - то же, плоскости скольжения к вертикали; λ - коэффициент горизонтального давления грунта. При отсутствии сцепления грунта по стене $K_2 = 0$.

6. Коэффициент горизонтального давления грунта определяется по формуле

$$\lambda = \left[\cos(\varphi - \varepsilon) / \cos\varepsilon \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \rho)}{\cos(\varepsilon + \delta) \cos(\varepsilon - \rho)}} \right) \right]^2, \quad (4)$$

где δ - угол трения грунта на контакте с расчетной плоскостью (для гладкой стены $\delta = 0$, шероховатой $\delta = 0,5\varphi$, ступенчатой $\delta = \varphi$).

Значения коэффициента λ приведены в [прил. 2](#).

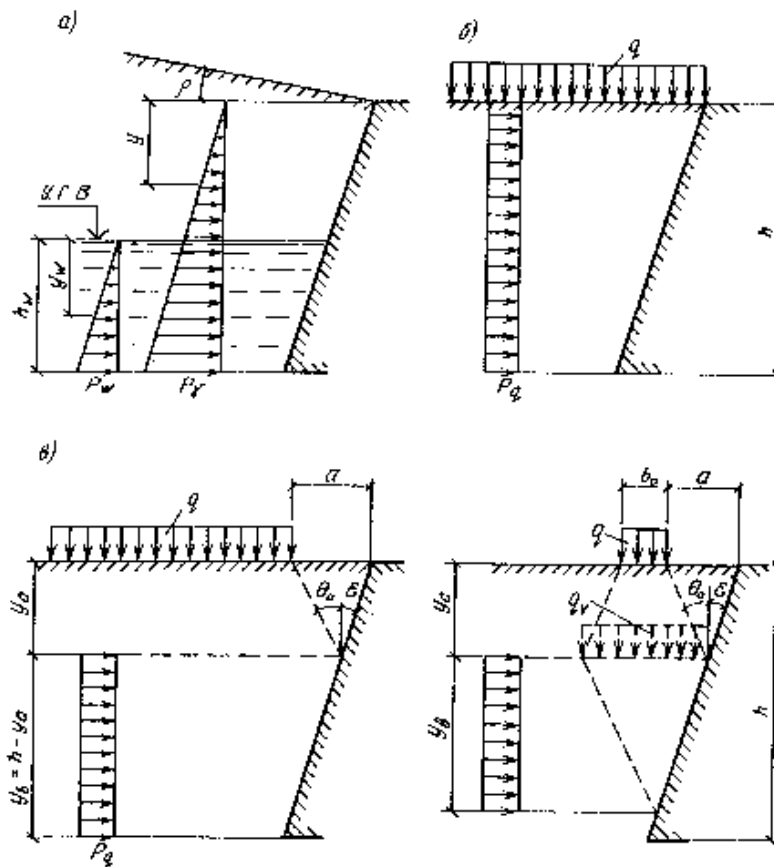


Рис. 5. Схема давления грунта

a - от собственного веса и давления воды; *б* - от сплошной равномерно распределенной нагрузки; *в* - от фиксированной нагрузки; *г* - от полосовой нагрузки

7. Угол наклона плоскости скольжения к вертикали θ_0 определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\theta_0 = (\cos - \eta \cos\varphi) / (\sin - \eta \sin\varphi), \quad (5)$$

где $\eta = \cos(\varepsilon - \rho) / \sqrt{\lambda} \cos\varepsilon$.

8. При горизонтальной поверхности засыпки $\rho = 0$, вертикальной стене $\varepsilon = 0$ и отсутствии трения и сцепления со стеной $\delta = 0$, $K_2 = 0$ коэффициент бокового давления грунта λ , коэффициент интенсивности сил сцепления K_1 и угол наклона плоскости скольжения θ_0 определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \operatorname{tg}^2\theta_0 \\ K_1 &= 2\sqrt{\lambda}, \\ \theta_0 &= 45^\circ - \varphi/2. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$



При $\rho = 0$, $\delta \neq 0$, $\varepsilon \neq 0$ значение угла наклона плоскости скольжения к вертикали θ_0 определяется условиями

$$\operatorname{tg}\theta_0 = (\cos\varphi - \sqrt{\lambda}) / \sin\varphi. \quad (7)$$

9. Интенсивность дополнительного горизонтального давления грунта, обусловленного наличием грунтовых вод P_w , кПа, на расстоянии y_w , от верхнего уровня грунтовых вод (рис. 5, а) определяется по формуле

$$P_w = y_w \{ 10 - \lambda [\gamma - 16,5 / (1 + e)] \} \gamma_f, \quad (8)$$

где e - пористость грунта; γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимается равным 1,1.

10. Интенсивность горизонтального давления грунта от равномерно распределенной нагрузки q , расположенной на поверхности призмы обрушения, следует определять по формулам:

при сплошном и фиксированном расположении нагрузки (рис. 5, б, в)

$$P_q = q \gamma \lambda; \quad (9)$$

при полосовом расположении нагрузки (рис. 5, з)

$$P_q = q \gamma \lambda / (1 + 2 \operatorname{tg}\theta_0 y_a / b_0). \quad (10)$$

Расстояние от поверхности грунта засыпки до начала эпюры интенсивности давления грунта от нагрузки y_a , определяется выражением $y_a = a / (\operatorname{tg}\theta_0 + \operatorname{tg}\varepsilon)$.

Протяженность эпюры интенсивности давления грунта по высоте y_b при фиксированной нагрузке (см. рис. 5, в) принимается равной $y_b = h - y_a$.

При полосовой нагрузке (см. рис. 5, з) протяженность эпюры давления по высоте $y_b = (b_0 + 2 \operatorname{tg}\theta_0 y_a) / (\operatorname{tg}\varepsilon + \operatorname{tg}\theta_0)$, но принимается не более величины $y_b \leq h - y_a$.

11. Временные нагрузки от подвижного транспорта следует принимать в соответствии со СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» в виде нагрузки СК - от подвижного состава железных дорог, АК - от автотранспортных средств ПК-80 - от колесной нагрузки, НГ-60 - от гусеничной нагрузки.

Примечания: 1. СК - условная эквивалентная равномерно распределенная нормативная нагрузка от подвижного состава железных дорог на 1 м пути, ширина которого принимается равной 2,7 м (по длине шпал).

2. АК - нормативная нагрузка от автотранспортных средств в виде двух полос.

3. НК-80 - нормативная нагрузка, состоящая из одной машины на колесном ходу весом 785 кН (80 тс).

4. НГ-60 - нормативная нагрузка, состоящая из одной машины на гусеничном ходу весом 588 кН (60 тс).

12. Нагрузки от подвижного транспорта (рис. 6) приводятся к эквивалентной равномерно распределенной полосовой нагрузке при следующих исходных данных:

для СК $-b_0 = 2,7$ м, а интенсивность нагрузки $q = 76$ кПа на уровне низа шпал;

для АК $-b_0 = 2,5$ м, а интенсивность нагрузки, кПа,

$$q = K (10,85 + y_a \operatorname{tg}\theta_0) / (0,85 + y_a \operatorname{tg}\theta_0) 2,55, \quad (11)$$

где $K = 1,1$ - для основных магистральных дорог; $K = 8$ - для внутренних хозяйственных дорог.

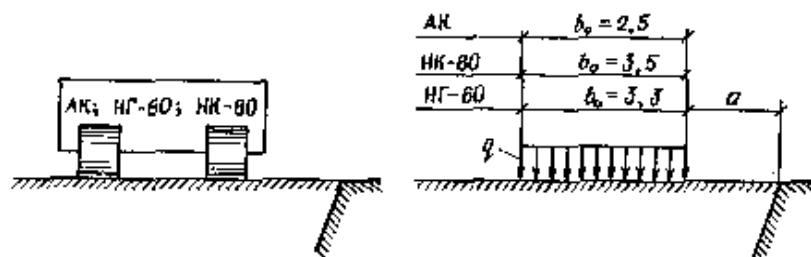


Рис. 6. Схема приведения нагрузок от подвижного транспорта к эквивалентной полосовой нагрузке

для НК-80 $-b_0 = 3,5$ м, а интенсивность нагрузки, кПа,

$$q = 112 / (1,9 + y_a \operatorname{tg}\theta_0); \quad (12)$$

для НГ-60 $-b_0 = 3,3$ м, а интенсивность нагрузки, кПа,

$$q = 90 / (2,5 + y_a \operatorname{tg}\theta_0). \quad (13)$$

13. Нормативную вертикальную нагрузку от подвижного состава на автомобильных дорогах промышленных предприятий, где предусмотрено движение автомобилей особо большой грузоподъемности и на которые не распространяются ограничения весовых и габаритных параметров автотранспортных



средств общего назначения, следует принимать в виде колонн двухосных автомобилей АБ с параметрами, приведенными в табл. 4.

14. При отсутствии конкретных нагрузок на поверхности призмы обрушения следует принимать условную нормативную равномерно распределенную нагрузку интенсивностью 9,81 кПа (1 тс/м²).

15. Динамический коэффициент от подвижного состава железных дорог и автомобильного транспорта следует принимать равным единице.

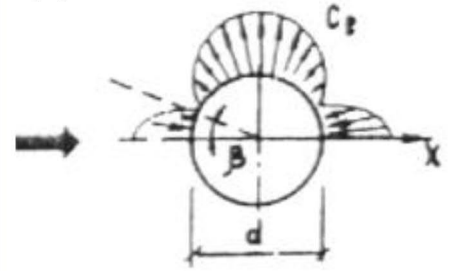
Таблица 4

Параметры	Тип двухосного автомобиля		
	АБ-51	АБ-74	АБ-151
Нагрузка на ось груженого автомобиля, кН (тс):			
заднюю	333(34)	490(50)	990(101)
переднюю	167(17)	235(24)	490(50)
Расстояние между осями (база) автомобиля, м	3,5	4,2	4,5
Габариты по ширине (по колесам задней оси), м	3,5	3,8	5,4
Ширина колеи колес, м:			
задних	2,4	2,5	3,75
передних	2,8	2,8	4,1
Размер площадки соприкосновения задних колес с покрытием проезжей части, м:			
по длине	0,4	0,45	0,8
по ширине	1,1	1,3	1,65
Диаметр колеса, м	1,5	1,8	2,5



Приложение № 3

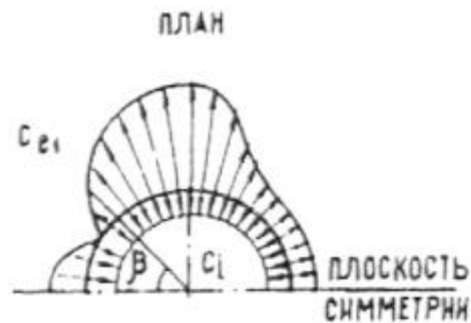
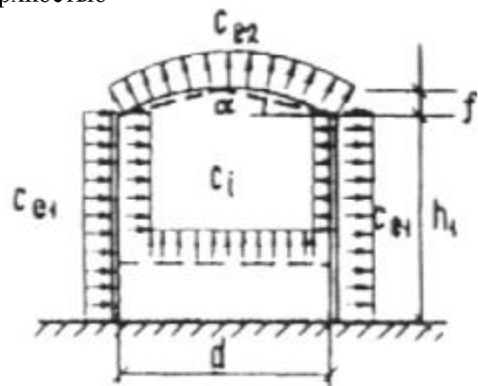
Определение аэродинамических коэффициентов c для зданий цилиндрической формы. СП 20.13330.2010 Приложение 4*. Схема 12а, 12б.

12 а	Сфера 	β , град	0	15	30	45	60	75	90	1. Коэффициенты c_e приведены при $Re > 4 \cdot 10^5$.
		c_e	+1,0	+0,8	+0,4	-0,2	-0,8	-1,2	-1,25	
		<i>Продолжение</i>								
		β , град	105	120	135	150	175	180		
c_e	-1,0	-0,6	-0,2	+0,2	+0,3	+0,4				
<p> $c_x = 1,3$ при $Re < 10^5$; $c_x = 0,6$ при $2 \cdot 10^5 \leq Re < 3 \cdot 10^5$; $c_x = 0,2$ при $4 \cdot 10^5 > Re$, где Re – число Рейнольдса: $Re = 0,88d \sqrt{w_0 k(z) \gamma_f} \cdot 10^5$; d – диаметр сферы, м; w_0 – определяется в соответствии с п. 6.4, Па; $k(z)$ – определяется в соответствии с п. 6.5; z – расстояние, м. от поверхности земли до центра сферы; γ_f – определяется в соответствии с п. 6.11 </p>										



12 б

Сооружения с круговой цилиндрической поверхностью

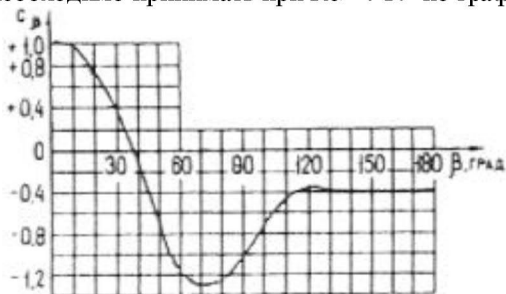


$$c_{e1} = k_1 c_{\beta}$$

где $k_1 = 1$ при $c_{\beta} > 0$;

$\frac{h_1}{d}$	0,2	0,5	1	2	5	10	25
k_1 при $c_{\beta} < 0$	0,8	0,9	0,9 5	1,0	1,1	1,1 5	1,2

c_{β} - необходимо принимать при $Re > 4 \cdot 10^5$ по графику:



Покрытие	$\frac{h_1}{d}$ Значение c_{e2} при равном		
	1/6	1/3	≥ 1
Плоское, коническое при $\alpha \leq 5^\circ$, сферическое при $\frac{f}{d} \leq 0,1$	-0,5	-0,6	-0,8

$\frac{h_1}{d}$	1/6	1/4	1/2	1	2	≥ 5
c_i	-0,5	-0,55	-0,7	-0,8	-0,9	-1,05

1. Re следует определять по формуле к схеме 12 а, принимая $z = h_1$.

2. При определении коэффициента ν в соответствии с п. 6.9 следует принимать:

$$b = 0,7d;$$

$$h = h_1 + 0,7f$$

3. Коэффициент c_i следует учитывать при опущенном покрытии («плавающая кровля»), а также при отсутствии его



Определение предельных гибкостей для стальных элементов работающих на сжатие. СП 16.13330.2011 п.10.4

10.4.1 Гибкости элементов $\lambda = l_{ef}/i$, как правило, не должны превышать предельных значений $\lambda_{ли}$, приведенных в таблице 32 для сжатых элементов и в таблице 33(Приложение №5)- для растянутых.

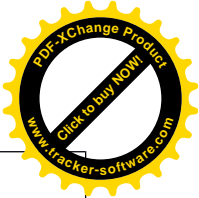
10.4.2 Для элементов конструкций, которые согласно приложению В относятся к группе 4, в зданиях и сооружениях I и II уровней ответственности (согласно требованиям СП 20.13330), а также для всех элементов конструкций в зданиях и сооружениях III уровня ответственности допускается повышать значение предельной гибкости на 10 %.

Таблица 32

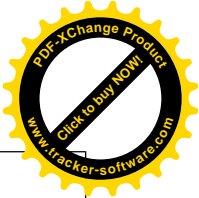
Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов $\lambda_{ли}$
1 Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции:	
а) плоских ферм, структурных конструкций и пространственных конструкций из труб или парных уголков высотой до 50 м	180 - 60 α
б) пространственных конструкций из одиночных уголков, а также пространственных конструкций из труб и парных уголков высотой св. 50 м	120
2 Элементы, кроме указанных в позициях 1 и 7:	
а) плоских ферм, сварных пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков, пространственных и структурных конструкций из труб и парных уголков	210 - 60 α
б) пространственных и структурных конструкций из одиночных уголков с болтовыми соединениями	220 - 40 α
3 Верхние пояса ферм, не закрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа следует принимать по позиции 1)	220
4 Основные колонны	180 - 60 α
5 Второстепенные колонны (стойки фахверка, фонарей и т.п.), элементы решетки колонн, элементы вертикальных связей между колоннами (ниже балок крановых путей)	210 - 60 α
6 Элементы связей, кроме указанных в позиции 5, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в позиции 7	200
7 Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150
Обозначение, принятое в таблице 32:	
$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_{y\gamma c}}$ - коэффициент, принимаемый не менее 0,5 (в необходимых случаях вместо φ следует принимать φ_e).	

Определение предельных гибкостей для стальных элементов работающих на растяжение. СП 16.13330.2011 п.10.4

Таблица 33



Элементы конструкций	Предельная гибкость растянутых элементов λ_{cl} при воздействии на конструкцию нагрузок		
	динамических, приложенных непосредственно к конструкции	статических	от кранов (см. прим. 4) и железнодорожных составов
1 Пояса и опорные раскосы плоских ферм (включая тормозные фермы) и структурных конструкций	250	400	250
2 Элементы ферм и структурных конструкций, кроме указанных в позиции 1	350	400	300
3 Нижние пояса балок и ферм крановых путей	-	-	150
4 Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже балок крановых путей)	300	300	200
5 Прочие элементы связей	400	400	300
6 Пояса и опорные раскосы стоек и траверс, тяги траверс опор линий электропередачи, открытых распределительных устройств и контактных сетей транспорта	250	-	-
7 Элементы опор линий электропередачи, открытых распределительных устройств и контактных сетей транспорта, кроме указанных в позициях 6 и 8	350	-	-
8 Элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечений (а в тягах траверс опор линий электропередачи и из одиночных уголков), подверженных воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости	150	-	-
Примечания			
1 В конструкциях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов следует проверять только в вертикальных плоскостях.			
2 Для элементов связей (позиция 5), у которых прогиб под действием собственного веса не превышает $l/150$,			



при воздействии на конструкцию статических нагрузок допускается принимать $\lambda_u = 500$.

3 Гибкость растянутых элементов, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается.

4 Значения предельных гибкостей следует принимать при кранах групп режимов работы 7К (в цехах металлургических производств) и 8К в соответствии со СП 20.13330.

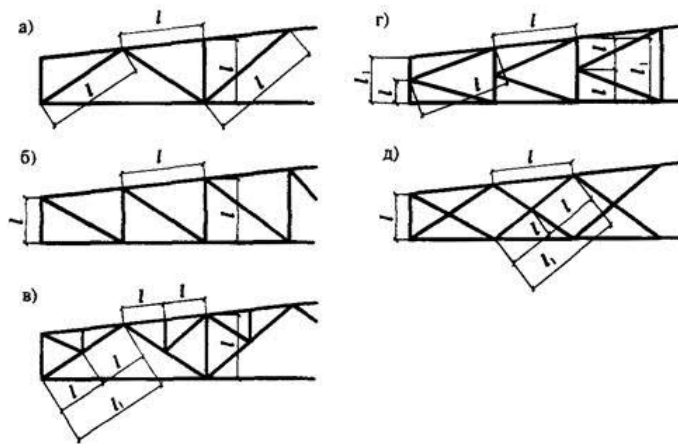
5 Для нижних поясов балок и ферм крановых путей при кранах групп режимов работы 1К - 6К допускается принимать $\lambda_u = 200$.

6 К динамическим нагрузкам, приложенным непосредственно к конструкции, относятся нагрузки, принимаемые в расчетах на усталость или с учетом коэффициентов динамичности по СП 20.13330.

Приложение № 6

Определение коэффициентов расчетных длин для элементов стальных плоских ферм. СП 16.13330.2011 п.10.1

Расчетные длины сжатых элементов плоских ферм и связей в их плоскости l_{ef} и из плоскости $l_{ef,1}$ (рисунок 13, а, б, в, г), за исключением элементов, указанных в 10.1.2 и 10.1.3, следует принимать по таблице 24.

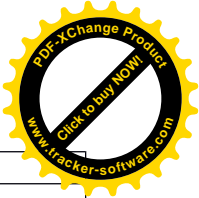


а - треугольная со стойками; б - раскосная; в - треугольная со шпренгелями; г - полураскосная треугольная; д - перекрестная

Рисунок 13 - Схемы для определения расчетных длин сжатых элементов (обозначения - см. таблицу 24) решеток ферм

Таблица 24

Направление продольного изгиба элемента фермы	Расчетные длины l_{ef} и $l_{ef,1}$		
	поясов	опорных раскосов и опорных стоек	прочих элементов решетки
1 В плоскости фермы l_{ef} :			
а) для ферм, кроме указанных в позиции 1, б	l	l	$0,8l$
б) для ферм из одиночных уголков и ферм с прикреплением	l	l	$0,9l$



элементов решетки к поясам впритык			
2 В направлении, перпендикулярном плоскости фермы (из плоскости фермы) $l_{ef,l}$:			
а) для ферм, кроме указанных в позиции 2, б	l_1	l_1	l_1
б) для ферм с прикреплением элементов решетки к поясам впритык	l_1	l_1	$0,9l_1$
3 В любом направлении $l_{ef} = l_{ef,l}$ для ферм из одиночных уголков при одинаковых расстояниях между точками закрепления элементов в плоскости и из плоскости фермы	$0,85l$	l	$0,85l$
<i>Обозначения, принятые в таблице 24 (см. рисунок 13):</i> l - геометрическая длина элемента (расстояние между центрами ближайших узлов) в плоскости фермы; l_1 - расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы (поясами ферм, специальными связями, жесткими плитами покрытий, прикрепленными к поясу сварными швами или болтами, и т.п.).			

Приложение № 7

Определение коэффициентов условия работы для элементов стальных конструкций. СП 16.13330.2011 п.4.3

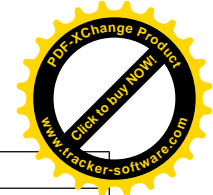


Элементы конструкций	Коэффициент условий работы γ_c
1 Балки сплошного сечения и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т.п. при временной нагрузке, не превышающей вес перекрытий	0,90
2 Колонны общественных зданий при постоянной нагрузке, равной не менее 0,8 расчетной, и опор водонапорных башен	0,95
3 Колонны одноэтажных производственных зданий с мостовыми кранами	1,05
4 Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из двух уголков в сварных фермах покрытий и перекрытий при расчете на устойчивость указанных элементов с гибкостью $\lambda > 60$	0,80
5 Растянутые элементы (затяжки, тяги, оттяжки, подвески) при расчете на прочность по неослабленному сечению	0,90
6 Элементы конструкций из стали с пределом текучести до 440 Н/мм ² , несущие статическую нагрузку, при расчете на прочность по сечению, ослабленному отверстиями для болтов (кроме фрикционных соединений)	1,10
7 Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнополочных уголков - большей полкой):	
а) непосредственно к поясам сварными швами либо двумя болтами и более, установленными вдоль уголка:	
раскосы по рисунку 15, а и распорки по рисунку 15,б, в, е	0,90
раскосы по рисунку 15, в, г, д, е	0,80
б) непосредственно к поясам одним болтом или через фасонку независимо от вида соединения	0,75
8 Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемых одной полкой (для неравнополочных уголков - меньшей полкой), за исключением элементов плоских ферм из одиночных уголков и элементов, указанных в позиции 7 настоящей таблицы, раскосов по рисунку 15, б, прикрепляемых непосредственно к поясам сварными швами либо двумя болтами и более, установленными вдоль уголка, и плоских ферм из одиночных уголков	0,75
9 Опорные плиты из стали с пределом текучести до 390 Н/мм ² , несущие статическую нагрузку, толщиной, мм:	
а) до 40	1,20
б) » 40 до 60	1,15
в) » 60 » 80	1,10
Примечания	
1 Коэффициенты $\gamma_c < 1$ при расчете совместно учитывать не следует.	
2 При расчете на прочность по сечению, ослабленному отверстиями для болтов, коэффициенты условий работы, приведенные в позициях 6 и 1; 6 и 2; 6 и 3, следует учитывать совместно.	
3 При расчете опорных плит коэффициенты, приведенные в позициях 9 и 2, 9 и 3, следует учитывать совместно.	
4 Коэффициенты для элементов, приведенных в позициях 1 и 2, следует учитывать также при расчете их соединений.	
5 В случаях, не оговоренных в настоящей таблице, в формулах следует принимать $\gamma_c = 1$.	

Приложение № 8

Определение расчетных длин для железобетонных элементов каркаса. СП 63.13330.2012 п.8.1.17

Допускается расчетную длину l_0 элементов постоянного поперечного сечения по длине l при действии продольной силы принимать равной:	
---	--



а) для элементов с шарнирным опиранием на двух концах	- 1,0 <i>l</i> ;
б) для элементов с жесткой заделкой (исключающей поворот опорного сечения) на одном конце и незакрепленным другим концом (консоль)	- 2,0 <i>l</i> ;
в) для элементов с шарнирным несмещаемым опиранием на одном конце, а на другом конце:	
с жесткой (без поворота) заделкой	- 0,7 <i>l</i> ;
с податливой (допускающей ограниченный поворот) заделкой	- 0,9 <i>l</i> ;
г) для элементов с податливым шарнирным опиранием (допускающим ограниченное смещение опоры) на одном конце, а на другом конце:	
с жесткой (без поворота) заделкой	- 1,5 <i>l</i> ;
с податливой (с ограниченным поворотом) заделкой	- 2,0 <i>l</i> ;
д) для элементов с несмещаемыми заделками на двух концах:	
жесткими (без поворота)	- 0,5 <i>l</i> ;
податливыми (с ограниченным поворотом)	- 0,8 <i>l</i> ;
е) для элементов с ограниченно смещаемыми заделками на двух концах:	
жесткими (без поворота)	- 0,8 <i>l</i> ;
податливыми (с ограниченным поворотом)	- 1,2 <i>l</i> .



Приложение № 9

Ветровые районы согласно СП 20.13330.2016. п.11

Нормативное значение ветрового давления w принимается в зависимости от ветрового района по

таблице 11.1. Нормативное значение ветрового давления допускается уточнять в установленном порядке на основе данных местных метеостанций. В этом случае w , Па, следует определять по формуле

$$w_0 = 0,43v_{50}^2$$

где v - скорость ветра, м/с, на уровне 10 м над поверхностью земли для местности типа А (11.1.6),

определяемая с 10-минутным интервалом осреднения и с периодом повторяемости 50 лет, т.е. превышаемая в среднем один раз в 50 лет.

Таблица 11.1

Ветровые районы (принимаются по карте 2 приложения Е)	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Приложение № 10

Снеговые районы согласно СП 20.13330.2016. п.10

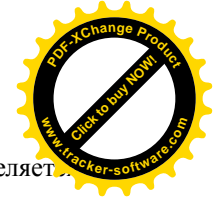
Нормативное значение веса снегового покрова $S_{на 1 м}$ горизонтальной поверхности земли принимается в зависимости от снегового района для территории Российской Федерации по данным таблицы 10.1.

Таблица 10.1

Снеговые районы (принимаются по карте 1 приложения Е)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
S , кПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Приложение № 11

Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты "мю" согласно СП 20.13330.2016. прил. Б.1.



а) Для зданий с односкатными и двускатными покрытиями (рисунок Б.1) коэффициент по таблице Б.1. Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.

определяется

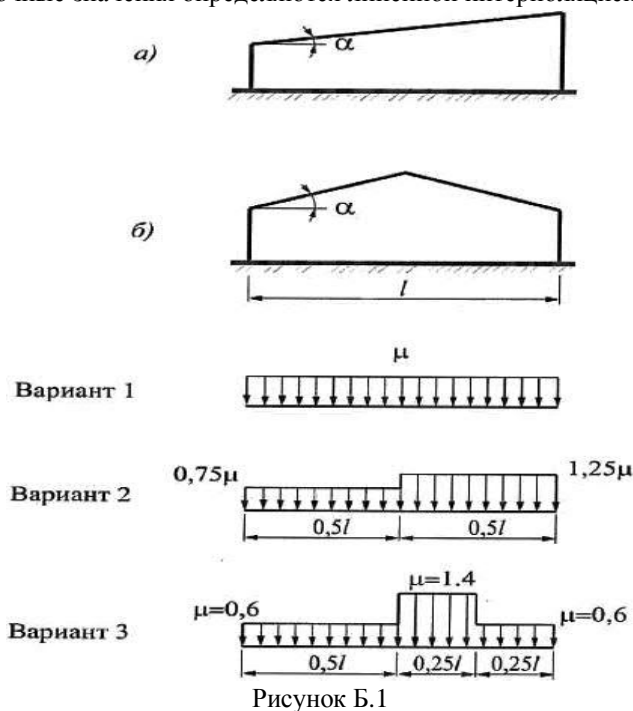


Таблица Б.1

Уклон покрытия , град.	
30°	1
60°	0

б) Варианты 2 и 3 следует учитывать для зданий с двускатными покрытиями (профиль б), при этом вариант 2 - при $15^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$; вариант 3 - при $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ только при наличии ходовых мостиков или аэрационных устройств по коньку покрытия.

Примечания

1 Для конструктивных схем покрытий, чувствительных к локальной неравномерности распределения снеговой нагрузки, необходимо рассмотреть дополнительную схему с коэффициентами $=0,9$ и

$=1,1$ на двух скатах в поперечном направлении (см. вариант 2, рисунок Б.1) или в смежных пролетах покрытия по длине здания.

2 Для покрытий, имеющих габаритные размеры, превышающие 100 м в обоих направлениях, помимо равномерно распределенной снеговой нагрузки необходимо учитывать случай неравномерно распределенной снеговой нагрузки согласно вариантам 2 или 3 для двускатных покрытий или примечанию 1 для односкатных независимо от их уклона.

Приложение № 12

Сочетание нагрузок согласно СП 20.13330.2016. п.6

6.1 Расчет конструкций и оснований по предельным состояниям 1-й и 2-й групп следует выполнять с учетом неблагоприятных сочетаний нагрузок или соответствующих им усилий.

Эти сочетания устанавливаются из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции или основания.

6.2 В зависимости от учитываемого состава нагрузок следует различать:



а) основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных и кратковременных

$$C_m = P_d + (\psi_{11}P_{11} + \psi_{12}P_{12} + \psi_{13}P_{13} + \dots) + (\psi_{t1}P_{t1} + \psi_{t2}P_{t2} + \psi_{t3}P_{t3} + \dots); \quad (6.1)$$

б) особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых нагрузок.

$$C_s = C_m + P_s, \quad (6.2)$$

где C_m - нагрузка для основного сочетания;

C_s - нагрузка для особого сочетания;

ψ_{1i} ($i=1, 2, 3, \dots$) - коэффициенты сочетаний для длительных нагрузок;

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

6.3 Для основных и особых сочетаний нагрузок, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований,

коэффициент сочетаний длительных нагрузок ψ_{1i} определяется следующим образом:

$$\psi_{11} = 1,0; \psi_{12} = \psi_{13} = \dots = 0,95, \quad (6.3)$$

где ψ_{11} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния длительной нагрузке;

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

6.4 Для основных сочетаний необходимо использовать следующие значения коэффициентов сочетаний кратковременных нагрузок

$$\psi_{t1} = 1,0; \psi_{t2} = 0,9; \psi_{t3} = \psi_{t4} = \dots = 0,7, \quad (6.4)$$

где ψ_{t1} - коэффициент сочетаний, соответствующий основной по степени влияния кратковременной нагрузке;

ψ_{t2} - коэффициент сочетаний, соответствующий второй кратковременной нагрузке;

ψ_{t3}, ψ_{t4} - коэффициенты сочетаний для остальных кратковременных нагрузок.

Для крановых нагрузок коэффициенты сочетаний устанавливаются в соответствии с 9.18.

6.5 Для особых сочетаний нагрузок коэффициенты сочетаний для всех кратковременных нагрузок принимаются равными 0,8, за исключением случаев, оговоренных в нормах проектирования сооружений в сейсмических районах и в нормах проектирования конструкций и оснований.

При этом коэффициент надежности по нагрузке γ_f для всех кратковременных нагрузок принимается равным 0,5.

6.6 При учете сочетаний нагрузок в соответствии с 6.3-6.5 за одну временную нагрузку следует принимать:

а) нагрузку одного вида от одного источника (давление или разрежение в емкости, снеговую, ветровую, гололедную нагрузки, температурные климатические воздействия, нагрузку от одного погрузчика,



электрокара, мостового или подвесного крана);

б) нагрузку от нескольких источников, принимаемые со своими расчетными значениями, если они действуют совместно (нагрузки от оборудования, людей и складываемых материалов на одно или несколько перекрытий с учетом коэффициентов $\varphi_1 - \varphi_4$, приведенных в 8.2.4 и 8.2.5; нагрузки от нескольких мостовых или подвесных кранов с учетом коэффициента ψ_f , приведенного в 9.18; гололедно-ветровую нагрузку, определяемую в соответствии с 12.3).

Приложение № 13

Значение коэффициента надежности по нагрузке γ_f согласно СП 20.13330.2016

4.2 Расчетное значение нагрузки следует определять как произведение ее нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке γ_f , соответствующий рассматриваемому предельному состоянию. Минимальные значения коэффициента надежности γ_f определяются следующим образом:

а) при расчете по предельным состояниям 1-й группы - в соответствии с 7.2-7.4, 8.1.4, 8.2.2, 8.3.4, 8.4.5, 9.8, 10.12, 11, 12.5 и 13.8;

б) при расчете по предельным состояниям 2-й группы - принимаются равными единице, если в нормах проектирования конструкций и оснований не установлены другие значения.

7.2 Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для веса строительных конструкций и грунтов приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Конструкции сооружений и вид грунтов	Коэффициент надежности по нагрузке
Конструкции	
Металлические, за исключением случаев, указанных в 7.3	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
Грунты	



В природном залегании	1,1
На строительной площадке	1,15
Примечание - При определении нагрузок от грунта следует учитывать нагрузки от складываемых материалов, оборудования и транспортных средств, передаваемые на грунт.	

7.3 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 конструкции или ее части коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f=0,9$, если иное значение не указано в нормах проектирования этих конструкций.

При этом следует учесть также случай пониженных значений кратковременных нагрузок.

8.1.4 Коэффициент надежности по нагрузке γ_f для веса оборудования и материалов приведен в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Оборудование и материалы	Коэффициент надежности по нагрузке
Стационарное оборудование	1,05
Изоляция стационарного оборудования	1,2
Заполнители оборудования (в том числе резервуаров и трубопроводов):	
жидкости	1,0
суспензии, шламы, сыпучие тела	1,1
Погрузчики и электрокары (с грузом)	1,2
Складываемые материалы и изделия	1,2

8.2.2 Нормативные значения нагрузок на ригели и плиты перекрытий от веса временных перегородок следует принимать в зависимости от их конструкции, расположения и характера опирания на перекрытия и стены. Указанные нагрузки допускается учитывать как равномерно распределенные добавочные нагрузки, принимая их нормативные значения на основании расчета для предполагаемых схем размещения перегородок, но не менее 0,5 кПа.

Коэффициенты надежности по нагрузке γ_f для равномерно распределенных нагрузок следует принимать:

1,3 - при полном нормативном значении менее 2,0 кПа;

1,2 - при полном нормативном значении 2,0 кПа и более.

Коэффициент надежности по нагрузке от веса временных перегородок следует принимать в соответствии с 7.2.

Таблица 8.3

№ п.п.	Помещения зданий и сооружений	Нормативные значения равномерно распределенных нагрузок P_t , кПа, не менее
1	Квартиры жилых зданий; спальня 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	2,0



	предприятий и общественных зданий и сооружений	
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	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 4,0
5	Книгохранилища; архивы	5,0
6	Сцены зрелищных предприятий	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 0,7
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	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 в) 7	3,0 4,0 5,0
13	Перроны вокзалов	4,0
14	Помещения для скота: а) мелкого б) крупного	2,0 5,0

Примечания

- 1 Нагрузки, указанные в поз.8, следует учитывать на площади, не занятой оборудованием и материалами.
- 2 Нагрузки, указанные в поз.9, не следует учитывать одновременно со снеговой нагрузкой.
- 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 8.2.4 и 8.2.5.
- 4 Нормативные значения нагрузок для зданий и помещений, указанных в позициях 3, 4г, 5, 6, 11 и 14, следует принимать по заданию на проектирование на основании технологических решений.

10.12 Коэффициент надежности по нагрузке γ_f для снеговой нагрузки следует принимать равным 1,4.

11. Коэффициент надежности по нагрузке для основной и пиковой ветровых нагрузок следует принимать равным 1,4; при расчете на резонансное вихревое возбуждение коэффициент надежности по нагрузке принимается равным 1,0.



Список литературы

1. [СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия.](#)
2. [СП 16.13330.2011 Стальные конструкции.](#)
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
4. Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85. Проектирование подпорных стен и стен подвалов
5. scadsoft.com