

С.Г. Янчукович, В.Н. Селезнёв

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП
ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА**

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2020**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

С.Г. Янчукович, В.Н. Селезнёв

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

Учебное пособие

**Санкт-Петербург
2020**

УДК 676.011:69.01(075)

ББК 35.79 я 7

Янчукович С.Г., Селезнёв В.Н. Проектирование предприятий ЦБП. Основы строительного дела: учебное пособие /ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2020. – 62 с.

В учебном пособии представлен системный курс сведений обо всех этапах проектирования и строительства зданий и сооружений для технологического оборудования ЦБП.

Предназначено для изучения курсов «Строительное дело», «Технология ЦБП», «Технологические процессы автоматизированных производств» студентами, обучающимися по направлениям 29.03.03, 15.03.02, 15.03.04, а также 18.03.01 (заочное отделение).

Рецензенты:

профессор кафедры технологии бумаги и картона ВШТЭ СПбГУПТД,
д-р техн. наук Смолин А. С.;

профессор кафедры органической химии СПбГЛТУ им. С.М. Кирова,
д-р хим. наук Пономарев Д. А.

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве учебного пособия.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2020

© Янчукович С.Г., Селезнёв В.Н., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА.....	4
2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.....	5
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	7
3.1. Основные строительные материалы и изделия	7
3.2. Промышленные здания.....	7
3.3. Основы санитарной техники.....	8
3.4. Основы проектирования промышленных предприятий.	
Организация и производство строительно-монтажных работ	9
4. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	10
4.1. Цель, назначение и содержание курсового проекта.....	10
4.2. Последовательность выполнения	11
5. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	11
5.1. Теплотехнический расчет наружной стены	11
6. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ	19
6.1. Каркас промышленного здания павильонного типа	19
6.2. Перекрытия и настилы.....	36
6.3. Стены.....	38
6.4. Перегородки.....	39
6.5. Покрытия.....	40
6.6. Конструкции встроенной этажерки	40
6.7. Лестницы.....	41
6.8. Окна	41
6.9. Двери и ворота.....	42
6.10. Полы	42
7. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И КУРСОВОГО ПРОЕКТА	43
7.1. Графическая часть.....	43
7.2. Пояснительная записка и контрольная работа.....	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	45
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	46

Предисловие

В своей практической работе инженерам-технологам, механикам, теплоэнергетикам приходится принимать участие в проектировании промышленных зданий, их реконструкции и эксплуатации. Правильно эксплуатировать здания и сооружения не менее важно, чем хорошо строить.

Грамотный и рациональный выбор строительных материалов, основанный на знании их свойств, разновидностей и области применения, значительно снижает затраты на возведение объекта.

Приобретение этих знаний является главной целью изучения курса «Основы строительного дела», который включает следующие разделы:

- строительные материалы и изделия;
- конструкции и части зданий;
- основы санитарной техники.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КУРСА

В межсезонный период студент заочного отделения, обучающийся по направлениям «Автоматизация технологических процессов и производств», «Технологические машины и оборудование» изучает самостоятельно курс «Основы строительного дела» по рекомендуемым учебникам, справочникам и другим литературным источникам. Студенты института технологии изучают самостоятельно курс «Проектирование предприятий и оборудование ЦБП». В период зачетной недели и экзаменационной сессии студент слушает постановочные или обзорные лекции, получает консультации у преподавателя.

В соответствии с учебным планом студент-заочник должен выполнить контрольную работу и курсовой проект, целью которых является:

1. Закрепление и расширение теоретических знаний.
2. Приобретение навыков в самостоятельной разработке чертежей промышленных зданий, выборе необходимого оборудования, создании технологической линии с учетом требований эргономики и соблюдением технологического регламента.

Студент должен научиться правильно выбирать элементы здания в соответствии с требованиями по унификации объемно-планировочных и конструктивных решений.

Выполнение задания и получение навыков по курсу «Проектирование предприятий и оборудование ЦБП» необходимы студентам при оформлении контрольной работы и разработке курсового проекта и в дальнейшем при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР) в разделе «Строительная часть».

2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Целью контрольной работы является проверка знаний студента по изученному курсу. Выполнение контрольной работы позволяет студенту, изучающему курс самостоятельно, проверить свои знания, закрепить их, приобрести навыки в изложении технических вопросов, в работе со справочной технической литературой.

Номера контрольных вопросов устанавливаются студентом самостоятельно по табл. 1 в зависимости от первой буквы его фамилии.

Таблица 1

Определение номера контрольных вопросов

Первая буква фамилии	Номера контрольных вопросов		
	1-й	2-й	3-й
А, Б	1,9	11	24
В	2,4	12	25
Д, Е	3,7	13	26
Ж, З	4,8	14	27
И, К	5,3	15	28
Л, М	5,7	16	29
Н, О	7,9	17	30
Р	8,3	18	31
С, Т	9,6	19	32
У, Ф	10,5	20	33
Х, Ц, Ч	8,6	21	34
Ш, Щ	7,9	23	35
Э	3,6	23	36
И, Ю	2,8	14	37
Г, Я	4,1	16	38

Ответы на контрольные вопросы должны быть четкими и исчерпывающими, иллюстрированы схемами, чертежами. Следует писать номер вопроса, его текст, затем ответ. В конце контрольной работы необходимо привести список используемой литературы, расписаться и поставить дату. Титульный лист контрольной работы оформляется по образцу (см. ниже).

Образец титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна**

Высшая школа технологии и энергетики

Кафедра технологии целлюлозы и композиционных материалов

Курс «Проектирование предприятий и оборудование ЦБП»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

студент _____

институт _____

курс _____

шифр _____

Санкт-Петербург
2020

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

3.1. Основные строительные материалы и изделия

1. Классификация горных пород по происхождению. Основные виды, свойства, область применения в строительстве природных каменных материалов. Определение и классификация минеральных вяжущих средств.
2. Воздушные вяжущие средства, сырье, свойства, технологии изготовления, область применения в строительстве.
3. Основные виды гидравлических вяжущих средств, их свойства, технологии изготовления, область применения.
4. Классификация строительных растворов по виду вяжущего, объемной массе и назначению.
5. Основные керамические строительные материалы, технологии их изготовления, свойства, область применения.
6. Искусственные каменные материалы на основе минеральных вяжущих средств, технология их изготовления, свойства, область применения.
7. Классификация бетонов по объемной массе. Виды тяжелых бетонов, состав, требования к компонентам, входящим в бетонную смесь, свойства бетонной смеси, технология получения, укладка в конструкцию. Марки бетона по прочности.
8. Железобетоны. Назначение арматуры, ее сортамент, виды армирования. Основные виды железобетонных изделий, применяемых в строительстве. Предварительно напряженный железобетон.
9. Строительные материалы на основе древесины, их физико-механические свойства, сортамент древесины, область применения, пороки древесины.
10. Строительные материалы и изделия на основе полимеров, свойства, область применения.

3.2. Промышленные здания

11. Классификация и конструктивные схемы промышленных зданий. Назначение каркаса и его элементы. Схемы плана и разрезов одноэтажного промышленного здания, основные конструктивные элементы и их значение.
12. Унификация и типизация промышленных зданий и их элементов. Определение пролета, шага колонны, высоты здания, этажа, сетки колонн. Основные правила привязки строительных конструкций к разбивочным осям (пояснить чертежами).
13. Определение естественных и искусственных оснований, виды

грунтов, их строительные качества, их характеристики. Порядок геологического и гидрологического обследования участка застройки. Искусственные основания. Способы их укрепления.

14. Классификация фундаментов: по конструкции, материалу, форме поперечного сечения, способу воздействия. Определение глубины заложения фундамента. Приведите соответствующую чертежи.

15. Конструкция ленточных фундаментов, формула для определения размеров их подошв. Столбчатые фундаменты. Формула для определения размеров подошвы столбчатого фундамента. Приведите схемы.

16. Конструкция свай и свайных фундаментов. В каких случаях они применяются? Расчет одиночных свай, проектирование свайных фундаментов. Что такое свая-стойка и висячая свая?

17. Классификация стен по назначению, материалу, конструкции. Основные требования, предъявляемые к стенам промышленных зданий. Наружные стены из кирпича.

18. Классификация и характеристика междуэтажных перекрытий. Расскажите о полах зданий, требованиях к ним. Схема конструкции пола.

19. Требования, предъявляемые к крышам. Классификация крыш, основные конструктивные элементы и их назначение. Вычертите основные формы крыш, приведите величины уклонов их скатов, объясните, от чего зависит величина уклона, конструкции наклонных и висячих стропильных систем, в чем их основное отличие? Каковы их конструктивные элементы?

20. Конструкции ферм. Из каких материалов они выполняются, какие пролеты ими перекрываются? Связи жесткости в покрытиях. Типы фонарей верхних ограждающих покрытий. Применение и назначение фонарей, схемы конструкций фонарей.

21. Покрытия промышленных зданий, их виды. Различия покрытий. Несущие конструкции покрытий, Какие пролеты перекрывают деревянными и железобетонными балками? Изобразите и опишите их конструкции.

22. Назначение и классификация лестниц. Требования, предъявляемые к ним. Конструктивные элементы лестниц, вычертить продольный разрез лестницы. Выполнить расчет двухмаршевой лестницы при высоте этажа 3,3 м и уклоне 1:2. Привести разбивку.

23. Изобразите и опишите конструкции окон, дверей, ворот. Приведите нормы освещенности.

3.3. Основы санитарной техники

24. Системы центрального отопления и центрального теплоснабжения промышленных зданий. Начертите схемы.

25. Источники и системы теплоснабжения, тепловые сети. Виды нагревательных приборов систем отопления, порядок их размещения.

26. Способы воздухообмена в помещениях, системы местной вентиляции, аэрации, приточно-вытяжной вентиляции.

27. Системы водоснабжения промышленных зданий, схема головных сооружений водопровода.

28. Система канализации промышленных предприятий, способы очистки сточных вод. Схема очистных сооружений.

3.4. Основы проектирования промышленных предприятий Организация и производство строительно-монтажных работ

29. Основные положения по организации и стадиям проектирования. Порядок согласования и утверждения проектов. Типовые проекты и их привязка к местным условиям строительства.

30. Основные принципы проектирования генерального плана промышленных предприятий. Основные технико-экономические показатели, характеризующие качество планировки промышленных предприятий.

31. Основные принципы выбора объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий и административно-бытовых объектов. Как определяются состав и оборудование бытовых объектов?

32. Назначение смет и составляющих сметной стоимости строительства.

33. Каково содержание сметной документации и какие нормативные материалы используются для ее составления? Каков порядок определения стоимости строительно-монтажных работ на разных стадиях проектирования?

34. Основные принципы организации строительства. Что входит в комплекс земляных работ? Способы выполнения земляных работ.

35. Что входит в комплекс бетонных и железобетонных работ? Опишите работы по заготовке заполнителей, опалубочные и арматурные работы, порядок приготовления бетонной смеси.

36. Комплекс каменных, плотничных и столярных работ.

37. Монтаж зданий из сборных элементов, последовательность монтажа каркасного промышленного здания. Приведите соответствующие чертежи.

4. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

4.1. Цель, назначение и содержание курсового проекта

После изучения теоретического материала и выполнения контрольной работы студент должен выполнить курсовой проект, целью которого является:

1. Систематизация и закрепление знаний теоретической части курса;
2. Приобретение навыков в самостоятельной разработке чертежей промышленных зданий в соответствии с требованиями по унификации объемно-планировочных и конструктивных решений, ознакомление с приемами строительного черчения;
3. Приобретение навыков в самостоятельной работе со справочниками, каталогами, СНиПами и СП.

Курсовой проект заключается в разработке одного из вариантов одноэтажного промышленного здания со встроенным перекрытием. Номер варианта устанавливается студентом по табл. 2 в зависимости от первой буквы его фамилии.

Таблица 2

Варианты заданий по курсовому проекту

Первая буква фамилии	Номер варианта (план, разрезы – в приложении 1)	Тип перекрытия
А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ, Я	1	1
Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э	2	2
В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю	3	2

Курсовой проект состоит из графической части и пояснительной записки. Графическая часть выполняется на стандартном листе формата А1. Курсовой проект включает в себя:

- план промышленного здания на отм. 0.000, М 1:100;
- поперечный разрез 1 - 1, М 1:100;
- продольный разрез 2 - 2, М 1:100.

В пояснительной записке приводится описание архитектурно-конструктивного решения задания, разработанного студентом.

Курсовой проект должен быть оформлен в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 7.

Выполненный курсовой проект высылается студентом-заочником для рецензирования или представляется лично не позднее, чем за две недели до

начала сессии. Работа, требующая исправления или доработки, возвращается студенту, остальные хранятся на кафедре и выдаются на сессии.

4.2. Последовательность выполнения

Для успешного выполнения курсового проекта с минимальными затратами времени необходимо правильно организовать свою работу, т.е. придерживаться определенной последовательности в выполнении работ по проектированию. Перед началом проектирования студент должен изучить свой вариант задания - схемы плана и разрезов здания, изложенные в приложении 1. В результате этого должно возникнуть четкое представление о проектируемом здании и об основных конструкциях, из которых это здание состоит. Дальнейшую работу рекомендуется проводить в следующей последовательности.

5. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

При выполнении курсового проекта студент должен выполнить теплотехнический расчет наружной стены.

5.1. Теплотехнический расчет наружной стены

В состав теплотехнических расчетов ограждающих конструкций отапливаемых зданий входит: определение сопротивления теплопередаче, сопротивления воздухопроницаемости, сопротивления паропроницаемости и определение теплоустойчивости в летних условиях.

При выполнении проектирования студенту предлагается выполнить теплотехнический расчет наружной стены производственного здания в зависимости от заданного района строительства и материала стен и в соответствии со СП 50.13330.2012, см. табл. 3.

Теплотехнический расчет наружной стены сводится к определению двух основных величин:

- 1) нормируемого сопротивления стен теплопередаче $R_o^{норм}$;
- 2) толщины стены δ на основании определенного $R_o^{норм}$.

$R_o^{норм}$ определяется по формуле:

$$R_o^{норм} = \frac{(t_g - t_n)}{\Delta t^n \alpha_g}, \quad (1)$$

где t_g – расчетная температура внутреннего воздуха (°C), принимается по нормам проектирования производственных зданий или в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96;

t_n – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года (°C), принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330 Строительная климатология или по табл. 3 с учетом тепловой инерции ограждающих конструкций;

Δt^H – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по табл. 4;

α_v – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций Вт/(м·°С), принимаемый по СП 50.13330.2012; для стен $\alpha_v = 8,7$ Вт/(м²·°С).

Таблица 3

Климатологические данные по некоторым населенным пунктам

Первая буква фамилии	Населенные пункты	Температура воздуха, °С		Зоны влажности наружного климата С - сухой Н - нормальный В - влажный
		средняя наиболее холодной пятидневки	средняя наиболее холодных суток	
1	2	3	4	5
А	Архангельск	-32	-36	С
Б	Балахна	-31	-34	Н
В	Воронеж	-25	-30	С
Г	Гатчина	-28	-33	В
Д	Днепропетровск	-24	-26	С
Е	Екатеринбург	-31	-38	С
Ж	Волхов	-28	-34	В
И	Усть-Илимск	-45	-51	С
К	Кондопога	-30	-36	Н
Л	Майкоп	-17	-23	С
М	Москва	-25	-32	Н
Н	Н. Новгород	-30	-33	Н
О	Выборг	-24	-30	В
П	Санкт-Петербург	-25	-28	В
Р	Рига	-20	-25	Н
С	Сегежа	-25	-35	Н
Т	Таллин	-21	-25	Н
У	Ульяновск	-31	-36	С
Ф	Уфа	-29	-36	С
Х	Хабаровск	-32	-34	Н
Ц	Братск	-43	-46	С
Ч	Челябинск	-33	-37	С

Ш	Советск	-33	-36	Н
Щ	Сыктывкар	-36	-41	Н
Э	Энгельс	-25	-28	В
Ю	Калуга	-31	-35	Н
Я	Ярославль	-25	-33	Н

В качестве расчетных зимних температур наружного воздуха (t_n) для предварительных расчетов рекомендуется принимать:

- для ограждающих конструкций малой инерционности (стен из однослойных панелей) - среднюю температуру наиболее холодных суток (графа 4, табл. 3);
- для ограждающих конструкций средней инерционности (стен из пустотного кирпича и легкогобетонных блоков) - среднюю температуру наиболее холодных трех суток;
- для ограждающих конструкций большой инерционности (стен сплошного кирпича) - среднюю температуру наиболее холодной пятидневки (графа 3, табл. 3).

Среднюю температуру наиболее холодных трех суток следует определять как среднее арифметическое из температур наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки, округляя до целого градуса (т.е. среднее арифметическое из значений температур, приведенных в графах 3 и 4).

Таблица 4

Значения температурного перепада

Здания и помещения	Δt^n для наружных стен, °C
1. Производственные здания с сухим и нормальным режимами	$t_b - t_p$, но не более 7
2. Производственные и другие помещения с влажным или мокрым режимом	$t_b - t_p$
3. Производственные здания со значительными избытками явной теплоты (более 23 Вт/м ³) и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 50 %	12

t_p — температура точки росы, °C, при расчетной температуре и относительной влажности внутреннего воздуха, принимаемым согласно СанПиН 2.1.2.2645, ГОСТ 12.1.005 и СанПиН 2.2.4.548, СП 60.13330 и нормам проектирования соответствующих зданий.

Толщину стен подбирают таким образом, чтобы значение общего сопротивления теплопередаче R_o было равно или несколько больше найденного значения требуемого сопротивления $R_o^{\text{норм}}$, т. е.:

$$R_o \geq R_o^{\text{норм}}. \quad (2)$$

Исходя из условия (2) выведем формулу для определения толщины стены.

Данные индивидуальных заданий на выполнение расчетно-графической работы предусматривают три варианта однослойных наружных стен:

- 1) крупнопанельные из однослойных панелей;
- 2) крупноблочные из легкобетонных блоков;
- 3) кирпичные (из обыкновенного, пустотелого или силикатного кирпича).

Величину сопротивления теплопередаче R_o , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по СП 50.13330.2012; для стен $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплопередачи для зимних условий наружной поверхности ограждающей конструкции (по СП 50.13330.2012), $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, определяемое для однослойной (однородной) конструкции по формуле:

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (4)$$

где δ – искомая толщина стены, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по табл. 7 в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций, устанавливаемых в табл. 5.

Таблица 5

Условия эксплуатации ограждающих конструкций в зависимости
от влажностного режима помещений и зон влажности

Влажностный режим помещений	Условия эксплуатации А и Б в зонах влажности (по табл. 3)		
	сухой	нормальный	влажный
сухой	А	А	Б
нормальный	А	Б	Б
влажный или мокрый	Б	Б	Б

Приравнивая величину R_0 к $R_0^{\text{норм}}$ и применяя формулу (4), получим новое выражение формулы (3):

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H}. \quad (5)$$

Из уравнения (5) получаем выражение для искомой толщины стены:

$$\delta = \left[R_0^{\text{норм}} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \lambda. \quad (6)$$

Подставляя в формулу (6) цифровые значения величин, входящих в формулу, получим значение необходимой толщины стены. После этого требуется назначить окончательную толщину стены с учетом вида материала, из которого возводится стена, и требований унификации современного строительства. Для этого рекомендуется принимать значение толщины стены по табл. 6.

Таблица 6

Значение толщины стен из различных материалов

Материал стены	Толщина стены δ , мм
панели однослойные	200, 240, 300, 400
легкобетонные блоки	300, 400, 500
кирпич	380, 510, 640

После того как установлена окончательная толщина стены, необходимо проверить, правильно ли была принята тепловая инерция стены. Тепловую инерцию однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле:

$$D = R \cdot S, \quad (7)$$

где R определяется по формуле (4);

S - расчетный коэффициент теплоусвоения материала стены, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, принимаемый по табл. 7 в зависимости от условий эксплуатации ограждающих конструкций, устанавливаемых по табл. 5.

Ограждающие конструкции считают:

- малой инерционности при $D < 4$,
- средней инерционности при $4 < D < 7$,
- большой инерционности при $D > 7$.

Сравниваем тепловую инерцию для выбранной конструкции ограждения с той тепловой инерцией, которая была принята в расчете при определении t_n . При несоответствии значений тепловой инерции необходимо произвести расчет снова с учетом той величины тепловой инерции, которая была определена при проверке, причем необходимо принять соответствующее измененное значение t_n .

Пример теплотехнического расчета наружной стены

1. Определение сопротивления стен теплопередаче

Для теплотехнического расчета наружной стены необходимо сначала выбрать регион строительства, например Архангельск.

Принимаем температуру внутреннего воздуха (t_g) помещения согласно ГОСТ 12.1.005-88 равной 20°C ; коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций $\alpha_g = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Для определения зимней температуры наружного воздуха (t_n) необходимо определить с инерционность конструкции стены (т.е. из чего состоят стены здания).

В данном примере стены будут состоять из однослойных панелей, определяющих малую инерционность конструкции.

По табл. 3 зимняя температура наружного воздуха (t_n) равна -36°C (средняя наиболее холодных суток).

Из табл. 4, для региона Архангельск, исходя из расчетной относительной влажности внутреннего воздуха (сухой – до 50 %) значение температурного перепада (Δt^n) составит 12°C .

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_g - t_n)}{\Delta t^n \alpha_g} = \frac{(20 - (-36))}{12 \cdot 8,7} = 0,536 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

2. Определение толщины стены

Толщину стены определяют подбором: значение $R_o \geq R_o^{\text{норм}}$. Для этого найдем значение R_o .

Принимаем $\alpha_g = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

По табл. 7, исходя из условий эксплуатации ограждающих конструкции (примем влажностный режим помещения – нормальный), для материала

газо- и пенобетона расчетный коэффициент теплопроводности материала стены:

$$\lambda = 0,48 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{С)};$$

Толщина стены:

$$\delta = \left[R_0^{\text{норм}} - \left(\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \lambda = \left[0,54 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,48 = 0,183 \text{ м}$$

Окончательная толщина стены с учетом вида материала и требований унификации современного строительства (по табл. 6) будет равна 200 мм (0,2 м).

3. Проверка на правильность определения тепловой инерции стены

По табл. 7, по условиям эксплуатации ограждающих конструкций из табл. 5, найдем расчетный коэффициент теплоусвоения материала стены (S) равный 6,83.

$$D = R \cdot S = 0,54 \cdot 6,83 = 3,69,$$

где $D = 3,69 < 4$ – малая инерция, как мы и задали изначально, поэтому тепловая инерция стены задано верно.

Таблица 7

Теплотехнические показатели некоторых строительных материалов и конструкций

Наименование материалов	Плотность ρ_0 , кг/м ³	Расчетные коэффициенты (при условиях эксплуатации по табл. 5)			
		теплопроводности λ , Вт/(м ² °С)		теплоусвоения S, Вт/(м ² °С)	
		А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6
керамзитобетон	1800	0,80	0,92	10,5	12,33
то же	1400	0,56	0,65	7,75	9,14
то же	1000	0,33	0,41	5,03	6,13
то же	500	0,17	0,23	2,55	3,25
перлитобетон	1200	0,44	0,5	6,96	8,01
то же	600	0,33	0,38	5,5	6,38
шлакопемзобетон	1800	0,63	0,76	9,32	10,83
то же	1000	0,31	0,37	4,87	5,63

Продолжение табл. 7

бетон на доменных гранулированных шлаках	1800	0,7	0,81	9,82	11,18
аглопоритобетон	1800	0,85	0,93	10,82	11,98
бетон на доменных гранулированных шлаках	1200	0,49	0,52	6,57	7,31
аглопоритобетон	1000	0,38	0,44	5,39	6,14
вермикулитобетон	800	0,23	0,26	3,97	4,58
то же	300	0,09	0,11	1,52	1,83
газо- и пенобетон	1000	0,41	0,47	6,13	7,09
то же	300	0,11	0,13	1,68	1,95
газо- и пенобетон	1200	0,52	0,58	8,17	9,46
то же	800	0,35	0,41	5,48	6,49
кладка из кирпича на цементном растворе: а) кирпич глиняный обыкновенный б) кирпич керамический пустотный объемным весом 1400 кг/м ³ (брутто) в) кирпич керамический пустотный весом 1000 кг/м ³ (брутто) г) кирпич силикатный сплошной	1800	0,7	0,81	9,2	10,12
	1600	0,58	0,64	7,91	8,48
	1200	0,47	0,52	6,16	6,62
	1800	0,76	0,87	9,77	10,90

д) кирпич силикатный пустотный	1500	0,70	0,81	8,59	9,63
цементно- песчаный раствор	1800	0,76	0,93	9,6	11,09
известково- песчаный раствор	1600	0,7	0,81	8,69	9,76
плиты древесно- волокнистые и древесно- стружечные	1000	0,23	0,29	6,75	7,7
маты минераловатные прошивные и на синтетическом связующем	125	0,064	0,07	0,73	0,82

6. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ

При выполнении графической части курсового проекта студент разрабатывает чертеж одноэтажного промышленного здания павильонного типа со встроенной этажеркой, учитывая толщину стены.

6.1. Каркас промышленного здания павильонного типа

В каркас одноэтажного промышленного здания павильонного типа входят: фундаменты и фундаментные балки, стропильные конструкции покрытий, связи жесткости.

Встроенная этажерка состоит из следующих элементов: колонн, балок перекрытий (ригелей), плит настила.

Фундаменты

Строительство любой постройки начинается с сооружения фундамента - основы всего здания. Он принимает на себя всю нагрузку конструкции, равномерно распределяя ее по грунту. Благодаря ему здание не будет смещаться и деформироваться при разных климатических условиях.

Фундаментом называется часть здания или сооружения, преимущественно подземная, которая воспринимает нагрузки от сооружения и передает их на естественное или искусственное основание, сложенное грунтами.

Все фундаменты различаются в зависимости от конструктивных значений, типа грунта и особенностей постройки и др. (табл. 11,12).

Фундаменты подразделяют на три основные категории: *возводимые в открытых котлованах, глубокого заложения и свайные* (рис. 1, а, б, в)

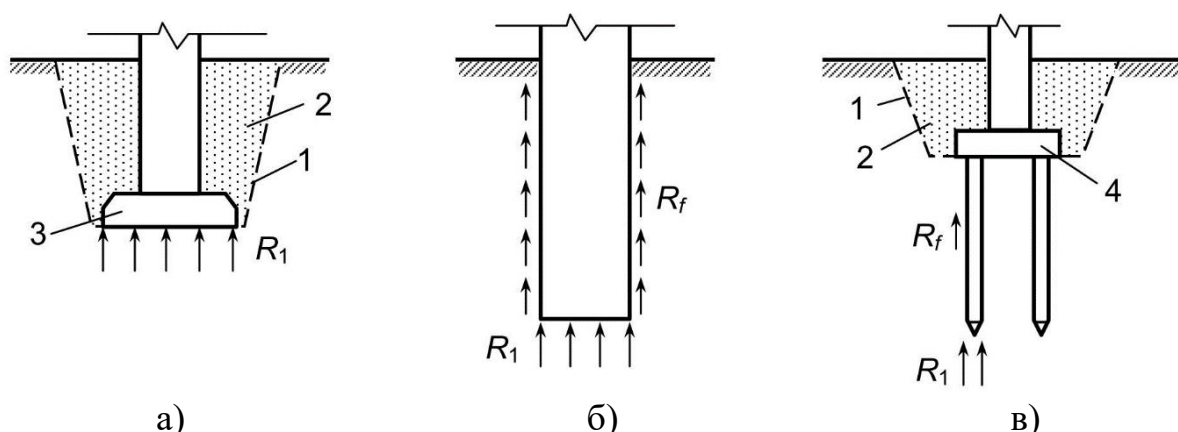


Рис. 1. Схемы фундаментов:

1 – котлован; 2 – грунт обратной засыпки; 3 – фундамент; 4 – ростверк

Фундаменты, возводимые в открытых котлованах - мелкого заложения (рис. 1, а), после возведения в котловане засыпаются грунтом и практически передают давление на основание только по подошве. При этом в грунте возникают сжимающие напряжения R_1 .

Фундаменты глубокого заложения (рис. 1, б) изготавливают и погружают в грунт с поверхности земли при помощи специальных механизмов и устройств. Они защемлены в грунте, передают нагрузку на основание по подошве и частично за счет сил трения R_f по боковой поверхности фундамента.

Свайный фундамент (рис. 1, в) включает группу свай, совместная работа которых обеспечивается с помощью плит или балок, называемых ростверком.

К фундаментам мелкого заложения относятся такие, отношение высоты к ширине подошвы которых не превышает 4, передающие нагрузку на грунты основания преимущественно через подошву.

Фундаменты мелкого заложения возводятся в открытых котлованах или в специальных выемках, устраиваемых в грунтах основания.

По условиям изготовления фундаменты мелкого заложения разделяются на монолитные, возводимые непосредственно в котлованах, и сборные, монтируемые из элементов заводского изготовления. При устройстве монолитных фундаментов под подошвой осуществляется подготовка из тощего бетона или слоя щебня, втрамбованного в грунт и пролитого цементным раствором, призванная предотвратить утечку цементного молока, перемешивание бетонной смеси с грунтом и погружение арматуры в основание. При плотных слабофильтрующих грунтах такую

подготовку можно не делать, а принять защитный слой бетона толщиной 5...8 см.

В качестве материалов фундаментов применяются железобетон, бетон, бутобетон, каменные материалы (кирпич, бут, пиленные блоки из природных камней). В отдельных случаях при устройстве фундаментов временных зданий и сооружений допускается применение дерева или металла.

По форме фундаменты мелкого заложения разделяются на *отдельные, ленточные, сплошные и массивные* (рис. 2).

Отдельные фундаменты устраивают под колонны, опоры балок, ферм и других элементов промышленных и гражданских зданий и сооружений. Возможно устройство отдельных фундаментов и под стены (при небольших нагрузках и в тех случаях, когда основанием служат грунты, имеющие высокие прочностные и деформационные характеристики).

Отдельные фундаменты не увеличивают жесткости сооружения, поэтому их обычно применяют в тех случаях, когда неравномерность осадок не превышает допустимых значений (рис. 2, а, б, рис. 3).

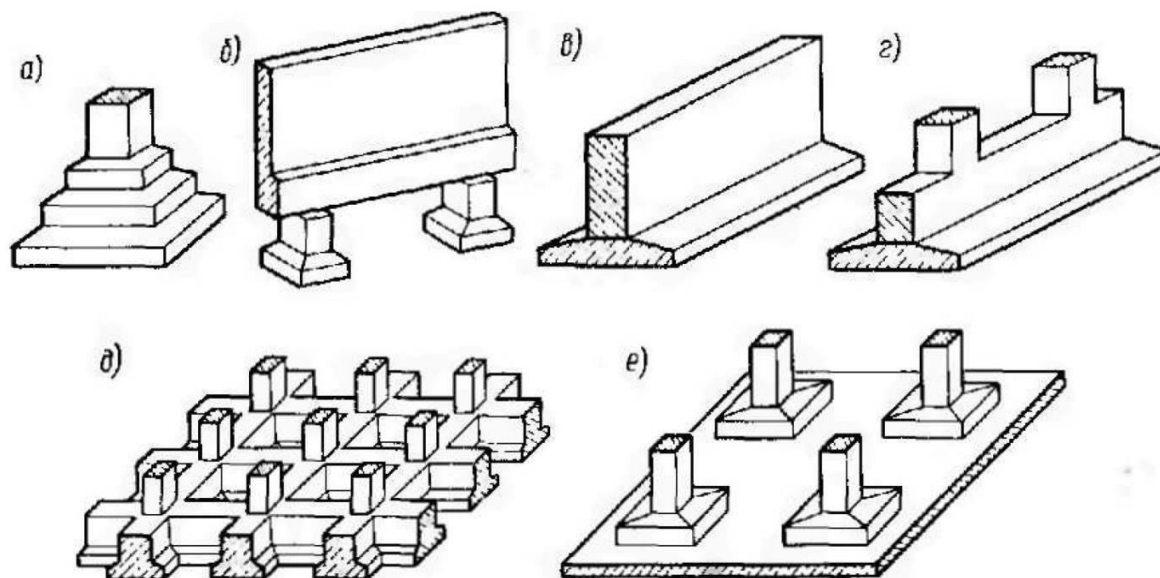


Рис. 2. Основные типы фундаментов мелкого заложения:
а – отдельный фундамент под колонну; б – отдельные фундаменты под стену;
в – ленточный фундамент под стену; г – то же, под колонны; д – то же, под
сетку колонн; е – сплошной (плитный) фундамент

Ленточные фундаменты используют для передачи нагрузки на основание от протяженных элементов строительных конструкций, например, стен зданий или ряда колонн.

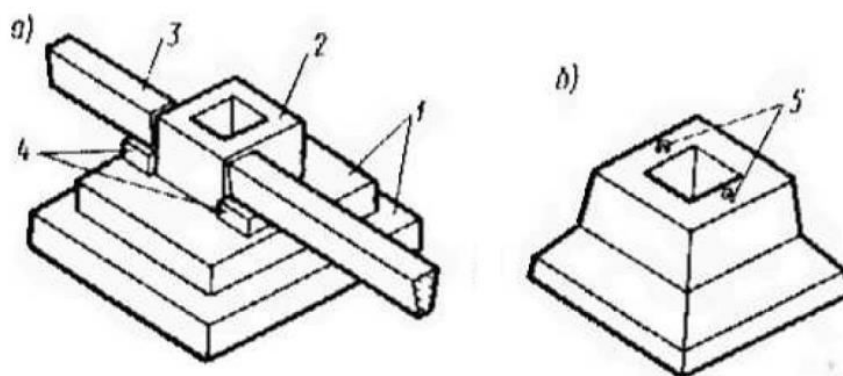


Рис. 3. Сборный фундамент под колонну:
а – из нескольких элементов; б – из одного элемента; 1 – фундаментные плиты; 2 – подколонник; 3 – рандбалка; 4 – бетонные столбики; 5 – монтажные петли

По размещению в плане ленточные фундаменты могут состоять из *одинарных* (рис. 2, в, г, рис. 4) или *перекрестных* лент (рис. 2, д). Одинарные ленты устраивают, как правило, под стены, а перекрестные – под сетку колонн.

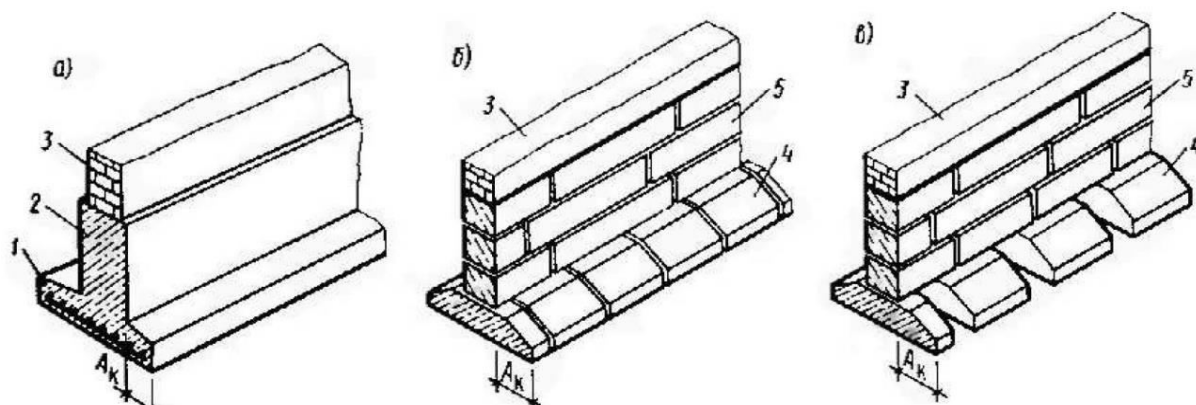


Рис. 4. Ленточные фундаменты:
а – монолитный; б – сборный сплошной; в – сборный прерывистый;
1 – армированная лента; 2 – фундаментная стена; 3 – стена здания;
4 – фундаментная подушка; 5 – стеновой блок

Применение ленточных фундаментов наиболее целесообразно при неоднородных грунтах и различных по величине нагрузках, так как при этих условиях обеспечивается выравнивание осадок сооружения и повышается его жесткость.

Сплошные фундаменты (рис. 2, е), иногда называемые плитными, устраивают под всем зданием в виде железобетонных плит под стены или сетку колонн. Фундаментные плиты разрезаются в плане только осадочными швами, но в пределах каждого выделенного отсека они обеспечивают жесткость здания и совместную работу фундамента и надземной части

сооружения. Сплошные фундаменты способствуют уменьшению неравномерности осадки сооружения.

Массивные фундаменты устраивают в виде объемного монолитного жесткого массива под небольшие в плане сооружения, такие как башни, мачты, дымовые трубы, доменные печи, устой мостов и т. д.

Они имеют относительно небольшие размеры в плане, передают на основание значительные вертикальные и горизонтальные нагрузки и обеспечивают устойчивость сооружения против опрокидывания.

Фундаменты для глубокого заложения применяются при возведении уникальных сооружений – с большими нагрузками на основание, а также при строительстве заглубленных помещений зданий, подземных гаражей, пешеходных переходов и туннелей, отстойников, водозаборных сооружений, мостовых опор и др.

Существует несколько видов фундаментов глубокого заложения:

- сборные оболочки;
- опускные колодцы;
- кессоны. Близки к ним и фундаменты, устраиваемые способом «стена в грунте».

Сборные оболочки представляют собой тонкостенные оболочки из железобетонных труб диаметром 0,8-3,0 м, имеющие небольшой вес. Такие оболочки погружают принудительно с помощью мощных вибропогружателей или вибромолотами на глубину 3-6 м. Для дальнейшего погружения оболочки из нее извлекают грунт и снова приводят в действие вибропогружатель. После погружения одного звена оболочку наращивают с помощью болтов. Таким образом, оболочки погружаются на глубину 30 м и более.

Опускные колодцы устраиваются при строительстве подземных сооружений: насосных станций, водозаборов, скиповых доменных печей, установок непрерывной разливки стали, подземных гаражей, фундаментов опор мостов и т. д.

Опускной колодец представляет собой сборную или монолитную железобетонную конструкцию круглой, прямоугольной, квадратной, с закругленными торцовыми стенками формой.

Устройство опускного колодца заключается в следующем. На поверхности грунта вначале выполняют кладку колодца на определенную высоту, затем внутри его разрабатывают грунт под ножом. Утрачивая опору, колодец под влиянием собственного веса опускается до тех пор, пока не заглубится в не затронутый разработкой грунт.

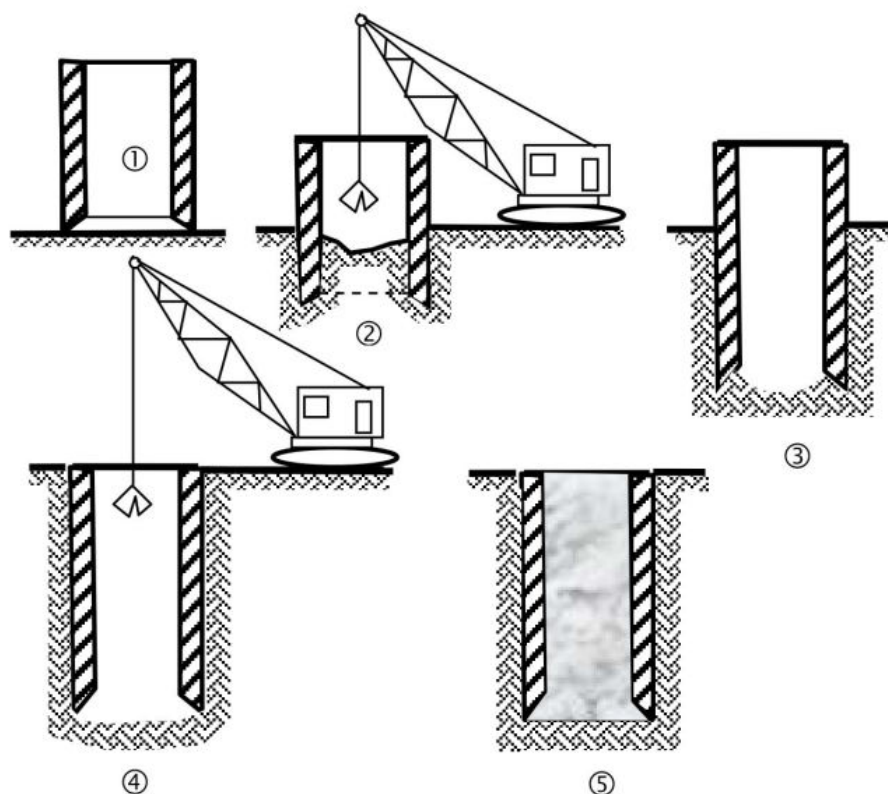


Рис. 5. Этапы устройства фундаментов из опускных колодцев:
 1. Устройство колодца непосредственно на поверхности грунта; 2. Разработка грунта (опускание колодца); 3. Нарращивание колодца (опускание происходит под собственным весом); 4. Погружение колодца на проектную отметку и удаление из него грунта; 5. Заполнение колодца (бетонирование)

Далее наращивают кладку колодца, и эту работу повторяют вновь. Все это выполняется до тех пор, пока не будет пройдена толща слабых грунтов и колодец не достигнет проектной отметки заложения опоры, после чего нижнюю часть вертикальной полости заполняют бетонной смесью (рис. 5).

При повышенном уровне грунтовых вод в слабых грунтах, наличии валунов, в случае необходимости опирания фундамента на наклонную поверхность скалы и т. п. возникает необходимость прибегать к *кессонному способу устройства фундаментов* (рис. 6).

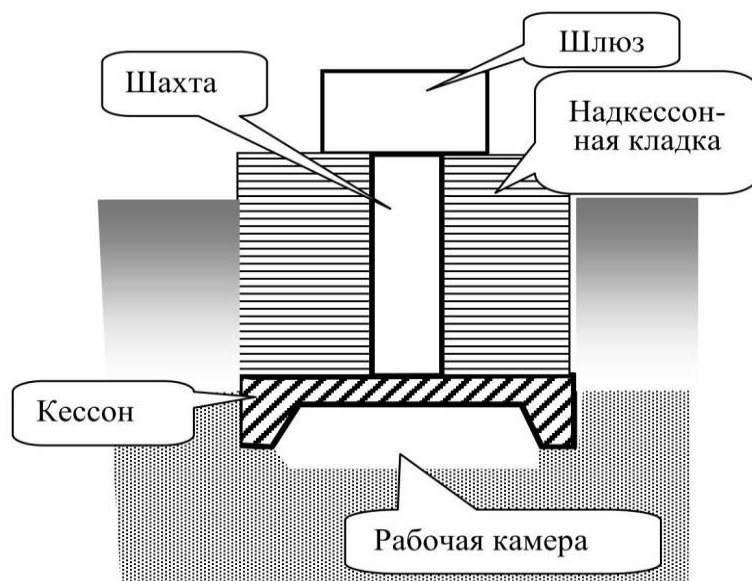


Рис. 6. Кессон

Этот способ постройки фундаментов заключается в применении сжатого воздуха для осушения рабочего пространства.

Кессон — «перевернутый ящик» — используется при постройке на местности, покрытой водой.

Кессоны также относятся к опускным сооружениям. В отличие от опускного колодца в кессоне отжатие грунтовой воды производится сжатым воздухом. Основной частью кессона является рабочая камера, в которую могут опускаться рабочие и инженерный персонал.

Давление в рабочей камере повышают по мере погружения кессона в грунт, и таким образом оно уравнивает столб грунтовой воды и не пропускает ее в рабочую камеру. Над кессонной рабочей камерой монтируют шахту, сверху которой устанавливают шлюзовой аппарат, предназначенный для постепенного повышения давления до имеющегося в рабочей камере. По мере разработки грунта в рабочей камере устраивается надкессонная кладка.

Способ погружения кессона аналогичен опускному колодцу.

Фундаменты типа *«стена в грунте»*. Сущностью этого способа является устройство в грунте траншей, выемок различной конфигурации, устойчивость которых в процессе разработки достигается заполнением глинистыми растворами. После разработки в грунте выемок или траншей их заполняют монолитным бетоном, сборными элементами, различного рода смесями глины с цементом, в результате чего формируются несущие, ограждающие конструкции или противофильтрующие завесы.

Использование этого типа фундамента приведено на рис. 7.

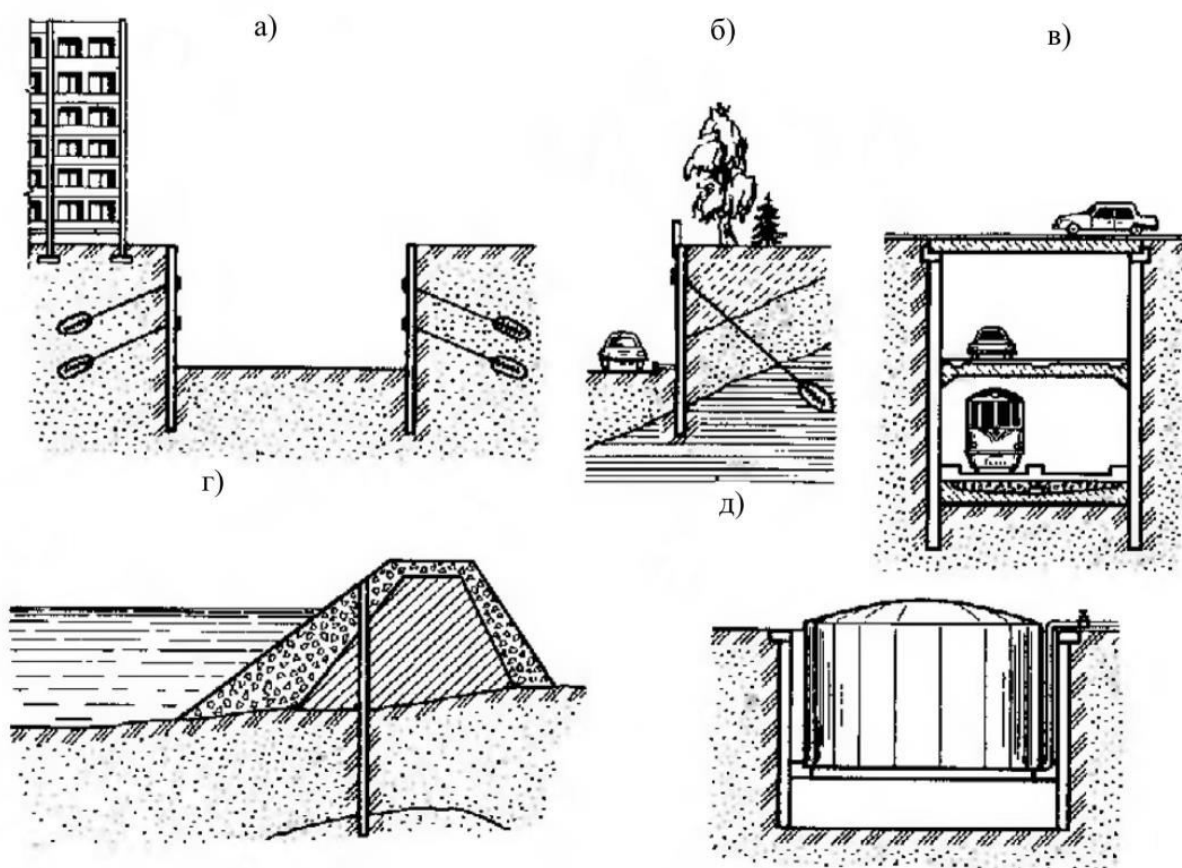


Рис. 7. Конструкции, сооружаемые способом «стена в грунте»:
а – котлованы в городских условиях; б – подпорные стенки; в – тоннели; г –
противофильтрационные диафрагмы; д – подземные резервуары

Свайные фундаменты предназначены для передачи нагрузки на плотные грунты, расположенные на значительной глубине.

Свайной конструкцией (фундаментом) называется группа свай, объединенная поверху специальными плитами или балками, называемыми ростверками.

Все свайные фундаменты делятся на следующие виды: одиночные сваи, ленточные свайные фундаменты с размещением свай рядами (рис. 8, а), свайные кусты (рис. 8, б), сплошное свайное поле (рис. 8, в).

Одиночные сваи применяют под сооружения, когда нагрузку от колонны здания или стыка панелей воспринимает одна свая. Иногда сваи являются одновременно колоннами здания. Такие конструкции называют сваями-колоннами. Ленточные свайные фундаменты устраивают под стенами зданий и другими протяженными конструкциями.

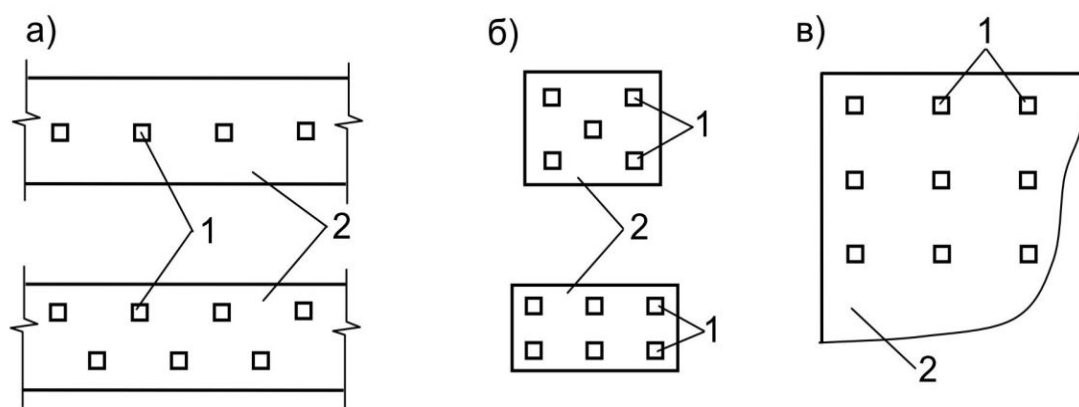


Рис. 8. Виды свайных фундаментов в зависимости от размещения свай в плане: а – ленточный; б – свайный куст; в – сплошное свайное поле; 1 – сваи; 2 – ростверк

Различают однорядное (см. рис. 8, а) и многорядное (в 2-3 ряда и более) размещение свай. При многорядном размещении свай свайный фундамент легко воспринимает не только вертикальную нагрузку, но и момент; при однорядном размещении свай внецентренно приложенная нагрузка вызывает изгиб свай.

Свайные кусты – это группы свай, обычно расположенные под отдельными конструкциями (например под колоннами). Минимальное число свай в одном кусте – три. Иногда допускается делать свайные кусты из двух свай, если исключено развитие изгиба свай в перпендикулярном направлении по отношению к оси, проходящей через обе сваи.

Сплошное свайное поле устраивают под тяжелые сооружения, когда сваи располагаются по некоторой сетке под всем сооружением или частью его. На сплошное свайное поле опираются все конструкции этой части сооружения (колонны, стены, оборудование).

Свайным полем строители называют также систему свай, размещенных под сооружением, состоящую из одиночных свай, лент и свайных кустов.

Различают три типа свайных ростверков: низкий, повышенный и высокий (рис. 9).

Низкий свайный ростверк располагают ниже поверхности грунта. Такой ростверк может передавать часть вертикального давления на грунт основания по своей подошве и при практически плотной обратной засыпке воспринимать давление от горизонтальных сил. Если ростверк находится в зоне сезонного промерзания, на него при промерзании грунта могут воздействовать нормальные и касательные силы пучения соответственно по подошве и боковым поверхностям.

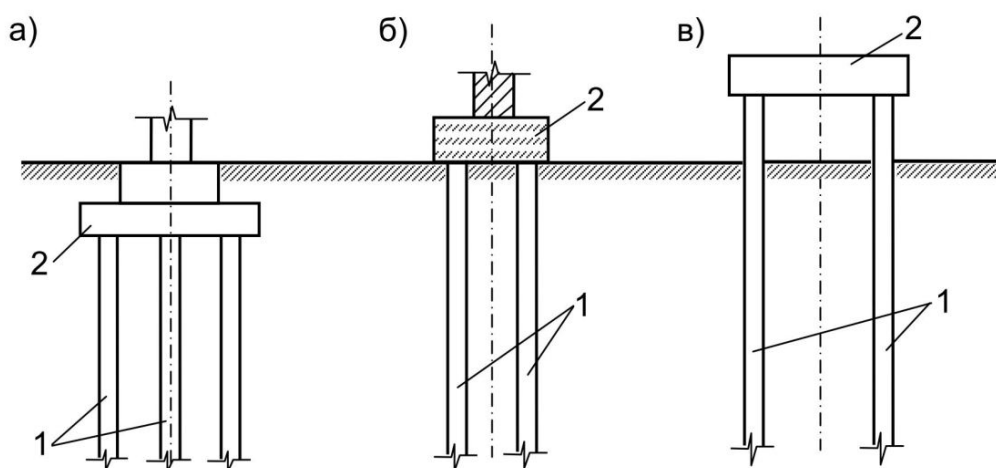


Рис. 9. Типы свайных ростверков: а – низкий; б – повышенный; в – высокий

Повышенный свайный ростверк не заглубляют в грунт, а располагают непосредственно на его поверхности. В связи с этим отпадает необходимость в устройстве опалубки снизу ростверка. Такие ростверки допустимы там, где при промерзании не происходит пучения грунта. Поскольку верхние слои сложены, как правило, слабыми грунтами, повышенные ростверки не могут передавать давление на грунт основания.

Высокий свайный ростверк располагают выше поверхности грунта. Так как верхняя часть вертикальных свай имеет небольшое сопротивление поперечному изгибу при действии горизонтальных нагрузок, кроме вертикальных свай забивают наклонные сваи по двум-четырем направлениям. Высокие свайные ростверки применяют при строительстве мостов и гидротехнических сооружений, под внутренними стенами жилых зданий с техническими подпольями и в других случаях. Иногда свайные фундаменты делают без ростверков. На голову сваи надевают оголовник и на это уширение устанавливают несущие панели зданий.

Глубина заложения фундаментов принимается с учетом многих факторов: назначения и конструктивных особенностей проектируемого сооружения, нагрузок и воздействий на его фундаменты; инженерно-геологических условий; глубины сезонного промерзания грунтов и др.

В общем случае глубина заложения фундамента определяется с учетом глубины промерзания грунта и должна быть не меньше расчетной глубины промерзания грунтов.

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта d_f у фундаментов определяется по формуле:

$$d_f = k_n \times d_{fn},$$

где k_n - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима здания на промерзание грунта у наружных стен отапливаемых сооружений,

принимаемый по табл. 9 (табл. 5.2 [6]) (рекомендуется принять равным 0,8, а для котельных – 0,7);

d_{fn} - нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, которая принимается как средняя из ежегодных максимальных значений глубины промерзания грунтов по данным наблюдений в течение 10 лет. Для её определения следует использовать табличные значения или карту районирования территории РФ (для большинства территорий нашей страны d_{fn} можно определить по СП «Строительная климатология и геофизика»).

Таблица 9

Значение k_n

Конструктивные особенности сооружения	Расчетная среднесуточная температура воздуха в помещении, примыкающем к наружным фундаментам, °С				
	0	5	10	15	20 и более
1	2	3	4	5	6
Без подвала с полами, устраиваемыми: по грунту на лагах по грунту по утепленному цокольному перекрытию					
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7
с подвалом или техническим подпольем	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Примечание:

1. Для наружных и внутренних фундаментов, не отапливаемых сооружений $k_n = 1,1$.

2. К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относят подвалы и технические подполья, а также при их отсутствии – помещения первого этажа.

3. Значение коэффициента k_n относится к фундаментам, вылет подошвы, которых от внешней грани стены менее 0,5, при вылете 1,5 м и более значение k_n повышается на 0,1, но не более чем до $k_n = 1$.

Нормативную глубину сезонного промерзания грунта d_{fn} , м, при отсутствии данных многолетних наблюдений следует определять на основе теплотехнических расчетов. Для районов, где глубина промерзания не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \times \sqrt{M_t},$$

где $\sqrt{M_t}$ — безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по СП 131.13330.2012;

d_0 — величина, принимаемая равной для суглинков и глин — 0,23 м; супесей, песков мелких и пылеватых — 0,28 м; песков гравелистых, крупных и средней крупности — 0,30 м; крупнообломочных грунтов — 0,34 м.

Значение d_0 для грунтов неоднородного сложения определяют как средневзвешенное в пределах глубины промерзания.

Глубина заложения фундаментов отапливаемых зданий и сооружений по условиям недопущения морозного пучения грунтов основания должна назначаться:

- для наружных фундаментов (от уровня планировочной отметки - рис. 10) по табл. 10;
- для внутренних фундаментов - независимо от расчетной глубины промерзания грунтов.

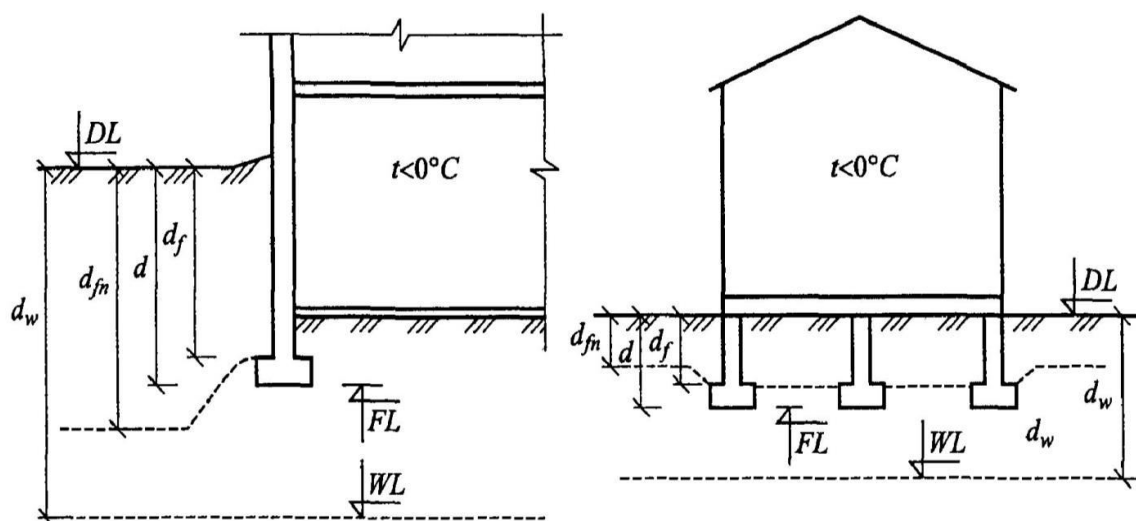


Рис. 10. Назначение глубины заложения подошвы фундаментов:
а) отапливаемые здания; б) неотапливаемые здания

Глубина заложения фундаментов d под наружные внутренние стены фундаментов неотапливаемых зданий и сооружений назначается исходя из табл. 10.

При этом глубина исчисляется: при отсутствии подвала или технического подполья - от уровня планировки, а при их наличии - от пола подвала или технического подполья.

Однако глубина заложения фундамента также обусловлена и его конструкцией. Так, например, рассчитывая глубину сезонного промерзания в 1,1 м. принимаем для фундамента блок-стакан высотой 1000 мм и блок-подушку 300 мм, тогда глубина заложения составит 1,3.

Таблица 10

Выбор глубины заложения фундамента
по условиям недопущения морозного пучения
в зависимости от расположения уровня грунтовых вод (УВГ)

Вид грунта под подошвой фундамента	Глубина заложения подошвы фундамента в зависимости от положения уровня грунтовых вод	
	$d_w > d_f+2$	$d_w \leq d_f+2$
1. Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	не зависит от d_f	
2. Пески мелкие и пылеватые	не зависит от d_f	не менее d_f
3. Супеси с показателем текучести $I_L < 0$		
4. Супеси с показателем текучести, $I_L \geq 0$	не менее d_f	
5. Суглинки, глины, а также крупнообломочные с глинистым заполнителем при показателе текучести грунта или заполнителя $I_L \geq 0,25$		
6. То же, $I_L < 0,25$	не менее $0,5 \cdot d_f$	

Таблица 11

Выбор типа фундамента по характеристикам грунта

Характеристика грунта	Тип фундамента			
	плиточный	ленточный		столбчатый
		мелкого заложения	глубокого заложения	
<i>влажность грунта</i>	подходит при высокой влажности участка	на сухих и участках средней влажности	подходит при высокой влажности участка	подходит при высокой влажности участка
<i>глубина промерзания</i>	подходит при большой глубине промерзания	подходит при большой глубине промерзания	подходит при небольшой глубине промерзания	подходит при большой глубине промерзания
<i>пучинистость грунта</i>	подходит для пучинистых грунтов	только для непучинистых грунтов	подходит для пучинистых грунтов	подходит для пучинистых грунтов

Выбор типа фундамента по типу грунта и по типу сооружения

Тип фундамента		Тип грунта	Тип сооружения
плиточный		все виды грунтов	тяжеловесные конструкции
ленточный	мелкого заложения	крупнообломочные, хрящеватые, крупные пески, пески средней, крупности	легкие одноэтажные конструкции (каркасные и деревянные)
	глубокого заложения	крупнообломочные, хрящеватые, Крупные пески, Пески средней крупности, суглинков	тяжелые конструкции (из кирпича и бетона) с подвалом или цоколем
столбчатый		крупнообломочные, хрящеватые крупные пески пески средней крупности	малогабаритные, легкие конструкции

Пример расчета глубины заложения фундамента

Пусть регионом расчета глубины заложения фундамента будет г. Усть-Илимск.

1. Определить нормативную глубину сезонного промерзания грунтов (d_{fn})

Так как на территории г. Усть-Илимск преобладают грунты глины и суглинки, а глубина промерзания грунта для суглинков и глин составляет 2,1 м, то нормативную глубину сезонного промерзания грунтов (d_{fn}) можно определить по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \times \sqrt{M_t}.$$

Найдем $\sqrt{M_t}$:

Для Усть-Илимска абсолютные значения среднемесячных отрицательных температур за зиму составляют:

Месяцы											Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-25,4	-22,0	-12,6	-1,6	6,3	14,2	17,6	14,2	6,6	-2,0	-14,8	-23,8

Тогда:

$$\sqrt{M_t} = 25,4 + 22,0 + 12,6 + 1,6 + 2,0 + 14,8 + 23,8 = 102,2;$$

$$d_{fn} = d_0 \times \sqrt{M_t} = 0,23 \times \sqrt{102,2} = 2,33 \text{ м.}$$

2. Определить расчетную глубину сезонного промерзания грунта d_f

Расчетная глубина сезонного промерзания грунта d_f находится по следующей формуле:

$$d_f = k_n * d_{fn};$$

Принимаем $k_n = 0,7$ – для отапливаемого здания без подвала, с полами по утепленному цокольному перекрытию.

$$\text{Тогда } d_f = k_n * d_{fn} = 0,7 * 2,33 = 1,63 \text{ м;}$$

3. Определить глубину заложения фундамента по условиям недопущения морозного пучения в зависимости от расположения уровня грунтовых вод (УВГ)

Так как без инженерно-геологических изысканий мы не можем знать глубину расположения грунтовых вод, то принимаем наихудший вариант: не менее d_f .

Фундаментные балки предназначены для применения в промышленных каркасных зданиях с шагом колонн 6 и 12 м в качестве опор самонесущих стен. Верхний обрез фундаментных балок располагается на отметке - 0,03 м. В случае пучинистых грунтов под фундаментной балкой устанавливается подушка. Вид фундаментных балок подбирается в зависимости от толщины наружной стены. Конструкции балок приведены в приложении 2 (рис.10) и в учебнике [4].

Для создания каркаса здания используют колонны, подкрановые балки, фермы, настилы, перекрытия и покрытия.

Колонны как элемент каркаса - воспринимают вертикальные и горизонтальные постоянные и временные нагрузки. По расположению в системе здания колонны делят на крайние (расположенные у наружных продольных стен), средние и торцовые (расположенные у наружных поперечных (торцовых) стен). По конструктивному решению колонны разделяют на одноветвевые и двухветвевые.

В зависимости от материала изготовления колонны делятся на железобетонные и стальные.

Для каркасов одноэтажных промышленных зданий, оборудованных мостовыми кранами, применяются колонны двух видов: колонны сплошного прямоугольного сечения и двухветвевые колонны.

Колонны прямоугольного сечения предназначены для одноэтажных зданий с пролетами 18 и 24 м, высотой от 8,4 до 10,8 м.

Двухветвевые колонны разработаны для применения в одноэтажных зданиях с пролетами 18, 24 и 30 м, высотой от 10,8 до 8 м включительно. Приняты все варианты колонн фахверка и встроенной этажерки с размерами сечения 400 х 400 мм. Конструкции колонн приведены в приложении 3 (рис. 11), в учебнике [4], в альбоме [1].

Железобетонные колонны для зданий с мостовыми кранами имеют консоли для опирания подкрановых балок. Для бескрановых зданий применяют колонны без консолей.

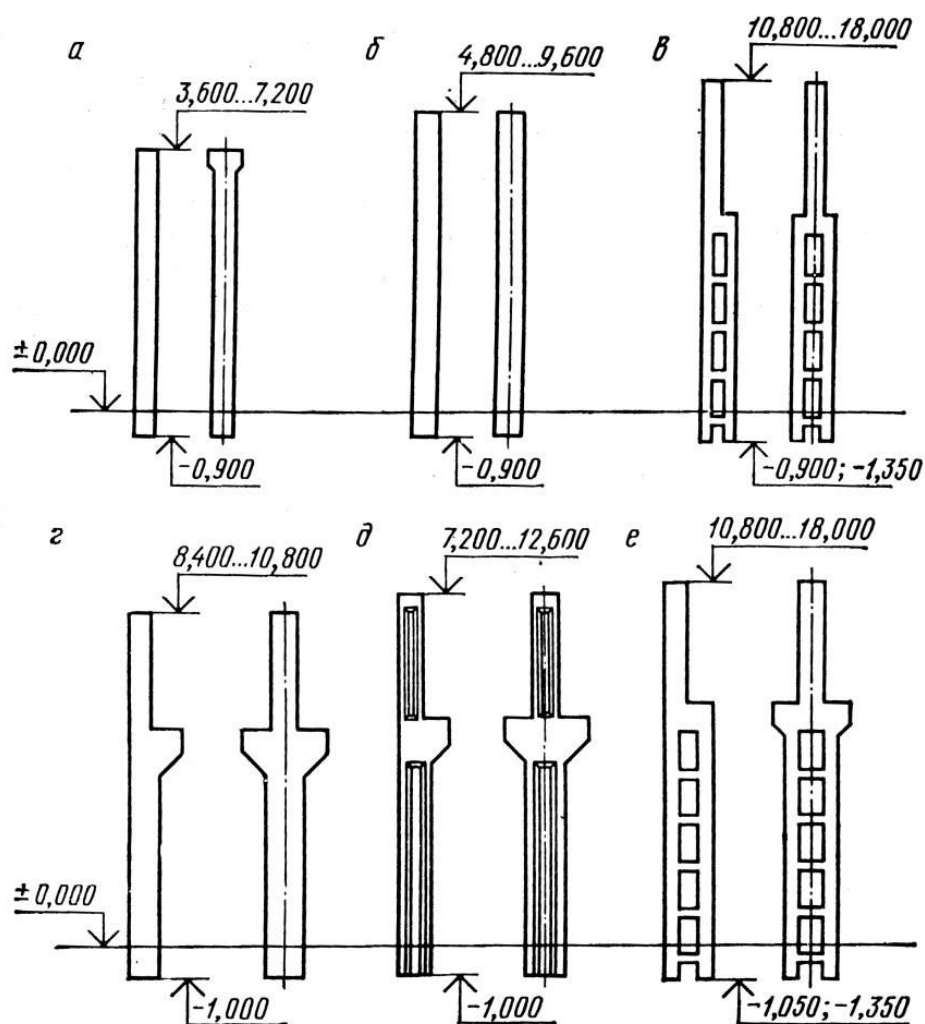


Рис. 11. Основные типы железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий: а - прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов при шаге 6 м; б - то же при шаге 12 м; в - двухветвевые для зданий без мостовых кранов; г - прямоугольного сечения для зданий с мостовыми кранами; д - то же двухтаврового сечения; е - двухветвевые для зданий с мостовыми кранами.

Стальные колонны одноэтажных зданий имеют постоянное и переменное сечения по высоте. Различают колонны сплошного, сквозного и смешанного типов сечения.

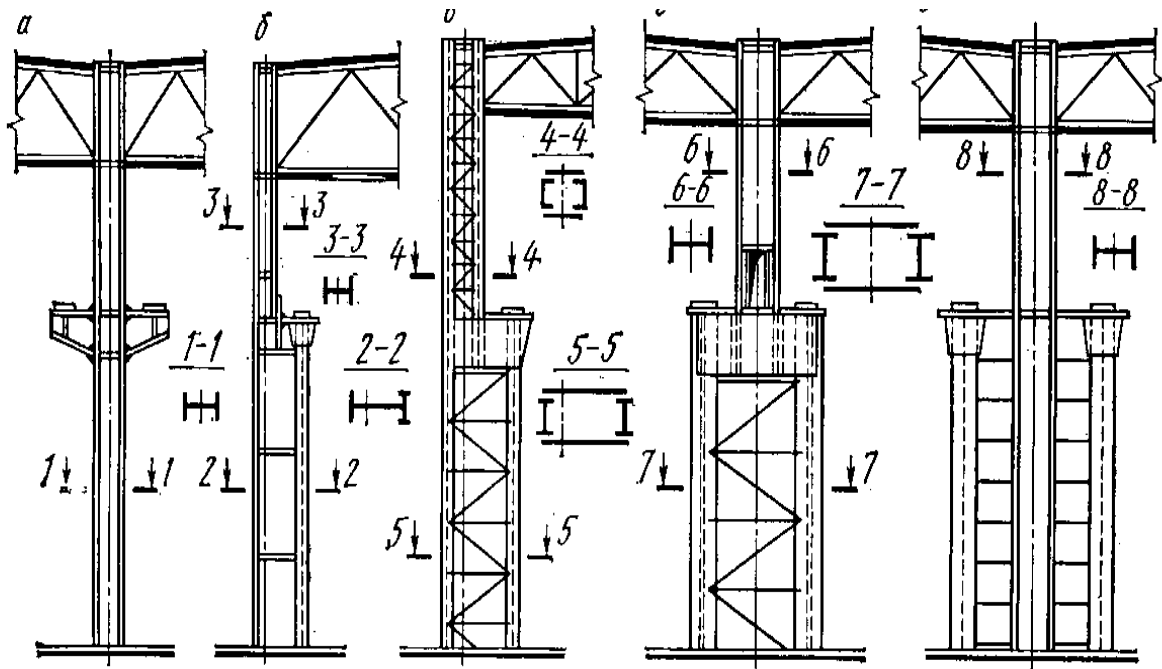


Рис. 12. Основные типы стальных колонн:
а - постоянного сечения; б, г - переменного сечения; д - раздельная

Подкрановые балки

Подкрановая балка – это платформа, на которую монтируются рельсы, образующие пути движения мостовых кранов, предназначенных для перемещения крупных грузов внутри помещения.

Установленные подкрановые балки дополнительно придают каркасу здания жесткость.

Подкрановые балки подразделяются, в зависимости от материала, на железобетонные и металлические (стальные).

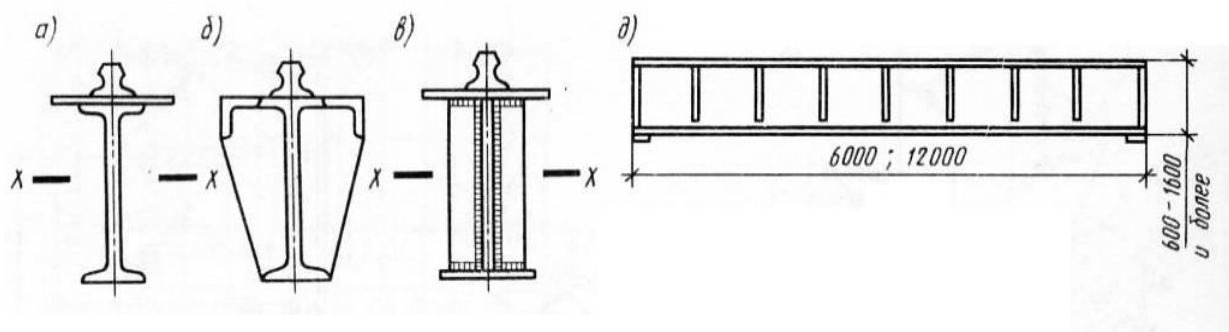


Рис. 13. Стальные подкрановые балки:
а, б, в — сплошного сечения; д — схема балок сплошного сечения

Железобетонные подкрановые балки более эффективны, чем стальные, если ширина шага основных колонн составляет не более 12 м. В случае, когда грузоподъемность крана превышает 30 тонн или шаг несущих колонн более 12 м, рекомендуется использовать стальные балки.

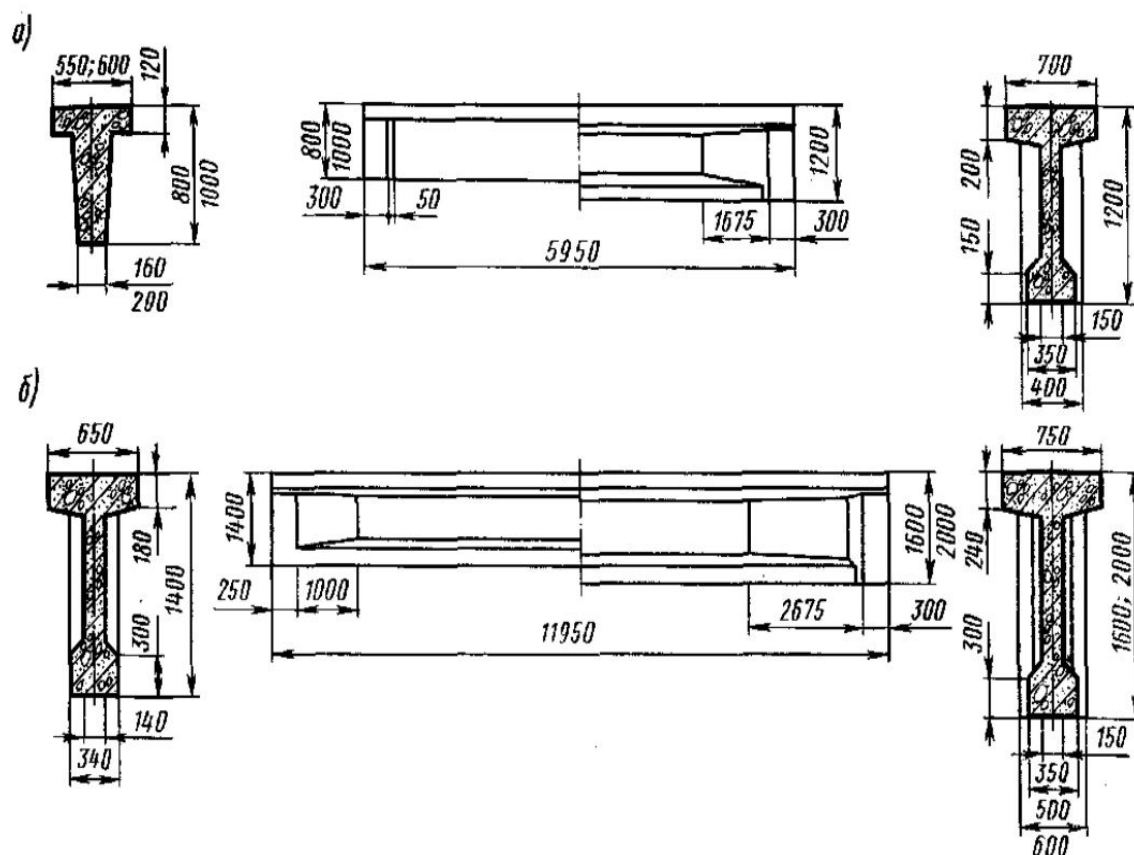


Рис. 14. Железобетонные подкрановые балки:
а – пролетом 6 м; б – пролетом 12 м;

Применяют в производственных зданиях, оборудованных мостовыми кранами. Балки устанавливаются на колонны при их шаге 6 или 12 м и пролетах зданий 18-30 м. Размеры поперечных балок приведены в литературе [1], [4].

6.2. Перекрытия и настилы

Перекрытия – конструктивные элементы, разделяющие внутреннее пространство здания на этажи и служащие для восприятия нагрузки от собственной массы, массы людей, тяжелых предметов, оборудования и передачи ее на стены или отдельные опоры. Кроме того, перекрытия повышают их устойчивость и пространственную жесткость всего здания.

Перекрытия должны быть:

- прочными, т.е. должны безопасно воспринимать соответствующие нормативные нагрузки;
- жесткими, т.е. не должны иметь прогибов выше установленных

пределов или вибрации при технологических процессах;

- звуконепроницаемыми, т.е. не передавать производственный или бытовой шум между этажами;

- экономичными, т.е. должны иметь наименьшую стоимость, трудоемкость, минимальную высоту и массу в расчете на 1 м² перекрываемой площади.

По видам конструкций различают балочные перекрытия, где несущий элемент - балки, на которые укладывают плиты, настилы, накаты и другие элементы перекрытия, и плитные перекрытия, состоящие из несущих плит или настилов, опирающихся на вертикальные несущие опоры здания или на ригели, прогоны. Также имеются безбалочные перекрытия, состоящие из плиты, связанной с вертикальной опорой несущей капиталью. По назначению различают междуэтажные, чердачные и нижние перекрытия.

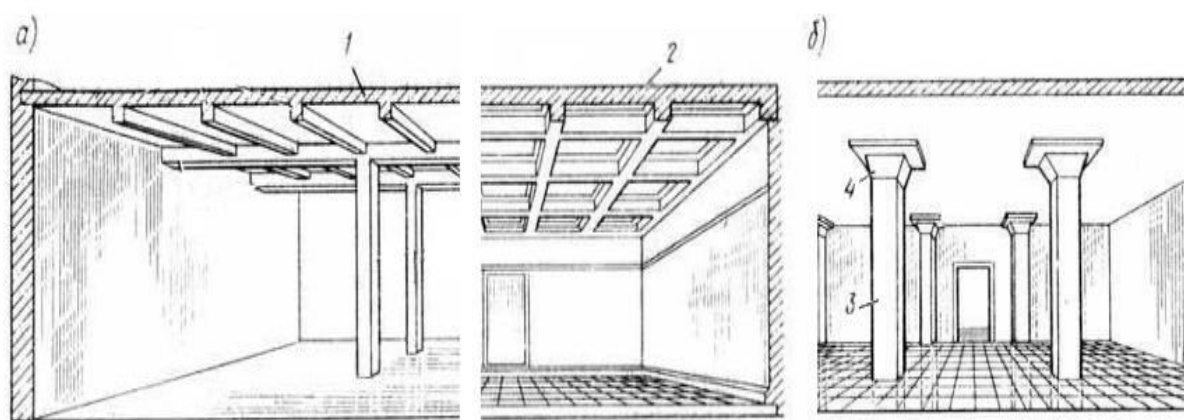


Рис. 15. Перекрытия монолитные по балкам (а) и безбалочные перекрытия (б): 1- ребристые; 2- кессонные; 3- колонна; 4- капитель

По материалу различают перекрытия: железобетонные, каменные, деревянные, по стальным балкам.

Монолитные железобетонные перекрытия подразделяются на *безбалочные, ребристые и кессонные*.

Безбалочные перекрытия представляют собой гладкую железобетонную плиту толщиной 60-100 мм. Арматура расположена в нижней зоне и отогнута вверх на опорах. Пролет плиты принимается обычно 3 м, но допускается его увеличение до 5-6 м.

Безбалочные перекрытия могут выполняться в виде плит, опирающихся в четырех углах на колонны, имеющие верхние уширения - капители.

Ребристые перекрытия состоят из плит, второстепенных и главных балок. Главные балки опираются на стены и колонны, второстепенные балки — на главные. Главные балки могут быть расположены вдоль или поперек здания. Расстояние между второстепенными балками - 4-6 м, между

главными балками - 6-9 м.

Кессонные перекрытия устраивают при одинаковом расстоянии между колоннами (5-7 м). Кессоны образуются ребрами, расположенными во взаимно перпендикулярных направлениях через 1-2 м. Кессоны, т. е. углубления в потолке, улучшают интерьер помещения.

Сборно-монолитные железобетонные перекрытия устраивают с использованием вкладышей из легкобетонных керамических пустотелых и других легковесных камней, которые заполняют пространство между ребрами.

Перекрытия из железобетонных настилов применяют нескольких типов: многопустотные настилы - с круглыми, овальными и вертикальными пустотами (вертикальные пустоты имеют круглое поперечное сечение с прямоугольной вставкой), ребристые, с ребрами в одном и двух направлениях и сплошные - одно-, двух- и трехслойные из бетонов различной прочности и объемной массы.

Настилами называются железобетонные перекрытия, составленные из одинаковых элементов, укладываемых впритык друг к другу, имеющие относительно небольшую ширину и массу.

Перекрытия из железобетонных панелей устраивают с полами многослойной конструкции, также применяют отдельные перекрытия с воздушной прослойкой между панелью пола и панелью потолка.

Многопустотные панели с предварительно напрягаемой арматурой изготавливают из цементного или силикатного бетона. Такие панели находят применение наряду с многопустотными настилами.

Сплошные панели устраивают из железобетонных плоских плит толщиной 8-14 см.

Ребристые панели имеют ребра сверху или снизу панелей. Более эффективны панели, имеющие частое расположение ребер в обоих направлениях (вдоль и поперек панели).

6.3. Стены

В каркасных зданиях стены, являясь самонесущими или навесными, выполняют функции только ограждающих конструкций. Проектирование их сводится к выбору материала и конструкций стен, а также их толщины.

Материал и конструкции стен принимаются в соответствии с исходными данными. Толщина стены определяется теплотехническим расчетом в СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Последовательность расчета приведена в настоящих методических указаниях.

Толщина стен из кирпича должна быть кратной его размеру, например, стена в 1,5 кирпича без штукатурки имеет размер 380 мм, в 2 кирпича – 510 мм, в 2,5 кирпича - 640 мм, и т. д.

Фундаментные балки опираются на самонесущие кирпичные стены, над оконными проемами укладывают железобетонные перемычки. Верхнюю

часть кирпичной стены при наружном водостоке заканчивают карнизом, который образуется напусками последних рядов кладки стен. Для карнизного свеса применяют также сборные железобетонные карнизные плиты. При внутреннем водостоке верхнюю часть стены заканчивают парапетом.

Толщину стен из бетонных блоков принимают равной 300, 400 и 500 мм. Опорой для самонесущих стен из блоков служат также фундаментные балки, укладываемые на фундаменты колонн. При внутреннем водостоке из блоков устраивается парапетная стена, при наружном водостоке стены завершаются карнизными блоками.

Толщина стен из крупноразмерных панелей принимается равной 200, 240, 300 и 400 мм. Низ первой по высоте панели совмещается с нулевой отметкой (уровнем чистого пола здания), а сама панель устанавливается на фундаментную балку. Верхняя часть панельной стены завершается парапетной панелью. Конструкции стен из различных материалов приведены в литературе [1- 4].

6.4. Перегородки

Перегородками называют вертикальные ограждения, разделяющие здание на отдельные помещения. По устройству перегородки - это тонкие ненагруженные - самонесущие ограждения, устанавливаемые на перекрытия или основания полов первого этажа.

Основными требованиями к перегородкам производственных зданий являются прочность, хорошая звукоизоляция, газонепроницаемость, коррозионная стойкость, огнестойкость, малая масса, экономичность и небольшая толщина.

Перегородки могут быть возведены из кирпича, гипсобетонных блоков, железобетонных ребристых и сплошных панелей, имеющих толщину 80 - 120 мм.

Перегородки в промышленных зданиях классифицируются:

По назначению:

- выгораживающие из общей площади цеха помещения складов, инструментальных кладовых и т. д.;
- разделительные, разграничивающие и препятствующие распространению шума, газа и других вредных веществ;

По функциональным особенностям:

- стационарные (с постоянным местоположением);
- сборно-разборные;
- переставляемые при изменении производственного процесса.

В жилых и общественных зданиях перегородки бывают межкомнатные и междуквартирные.

Конструкции перегородок приведены в литературе [1 - 4].

6.5. Покрытия

Плоскостные сборные покрытия промышленных зданий состоят из несущих и ограждающих конструкций.

Несущие конструкции покрытий входят в каркас здания. Выбор этих конструкций зависит от целого ряда факторов, одним из главных при этом является величина перекрываемого пролета. Основными несущими элементами сборных покрытий являются стропильные балки и фермы.

Сборные железобетонные стропильные балки применяют в покрытиях пролетами 6, 9, 12 и 18 м. Они могут иметь прямолинейный верхний пояс для плоских и односкатных покрытий или ломаный - для двускатных покрытий.

Сборные железобетонные стропильные фермы применяют при пролетах 18, 24, и 30 м.

Наибольшее распространение в строительстве получили фермы сегментного очертания и с параллельными поясами.

Стальные стропильные фермы предназначены для перекрытия пролетов 18, 24, 30 и 36 м. В производственных зданиях ЦБП стальные фермы целесообразно применять при перекрытии пролетов 30 и 36 м. Наиболее часто применяют стальные стропильные фермы с параллельными поясами и трапецеидальными (полигональным).

Ограждающая часть покрытия обычно состоит из пароизоляции, теплоизоляции, выравнивающего слоя и кровли.

В качестве несущего настила покрытия чаще всего применяют железобетонные ребристые плиты шириной 1,5 и 3 м, пролетом 6 и 12 м. Нужно стремиться к преимущественному применению крупноразмерных плит шириной 3 м, так как они имеют меньший вес, приходящийся на 1 м² покрытия. Кроме того, использование плит шириной 3 м вместо полутораметровых позволяет снизить трудозатраты на монтаж покрытия. Конструктивные характеристики стропильных балок, ферм и настила приведены в приложении 4 (рис. 14) и в литературе [1-4].

6.6. Конструкции встроенной этажерки

Этажерки — инженерные сооружения, которые служат для размещения технологического, санитарно-технического, энергетического и другого оборудования (при этом обеспечивается необходимая площадь для их обслуживания), для временного складирования материалов и изделий, прокладки коммуникаций и проезда цехового транспорта.

Встроенная этажерка состоит из сборных железобетонных колонн и конструкций сборного перекрытия, опирающихся на эти колонны.

Колонны чаще всего имеют размеры поперечного сечения 400 x 400 мм. Перекрытия встроенной этажерки выполняются из конструкций сборных междуэтажных перекрытий для многоэтажных промышленных зданий. Такие перекрытия состоят из ригелей и железобетонных ребристых плит. В зависимости от типа ригеля перекрытия подразделяются на две группы:

перекрытие типа 1 - с опиранием плит настила на консольные полки ригелей; перекрытие типа 2 - с опиранием плит настила на верхнюю плоскость ригелей прямоугольного сечения.

Конструкции сборных междуэтажных перекрытий приведены в приложении 5 (рис. 11-15) и в литературе [1 - 4].

6.7. Лестницы

Лестницы промышленных зданий подразделяются на основные, служебные, пожарные и аварийные.

Основные лестницы предназначены для обеспечения рационального движения людских потоков между этажами и организованной эвакуации при пожарах.

Лестницы располагают в лестничных клетках, которые размещают внутри зданий, вписывая в конструкции каркаса, или выносят за пределы здания.

Лестницы выполняют, как правило, из сборных железобетонных маршей и площадок. Стены лестничных клеток могут быть и кирпичные, и панельные.

Размеры лестничных клеток приведены в табл. 13.

Таблица 13

Размеры лестничных клеток, маршей и площадок

Размеры марша			Размеры лестничной клетки		
ширина марша, мм	высота подъема марша, мм	длина горизонтальной проекции марша, мм	ширина площадки, мм	длина лестничной клетки, мм	ширина лестничной клетки, мм
1150	1200	3000	1200	5400	2400

6.8. Окна

Вид и размеры оконных проемов в промышленном здании назначаются с учетом конструкции стен, светотехнических и аэрационных требований и архитектурных соображений. Окна могут иметь вид отдельных проемов, сплошного или ленточного остекления.

В зданиях большой высоты, и в том числе в зданиях, имеющих мостовые краны, окна располагаются в два, а иногда и в три яруса.

В зданиях с панельными стенами необходимо применять ленточное остекление. Однако в самонесущих панельных стенах можно устраивать

также отдельные оконные проемы номинальной шириной 3 и 4,5

В зданиях с кирпичными стенами окна могут иметь номинальную ширину 1,5; 3 и 4,5 м.

Высота оконных проемов принимается кратной модулю 600 мм (1200, 1800, 2400, 3000 и т.д.).

Размеры оконных проемов необходимо назначить самостоятельно в соответствии с Приложением 6 или литературой [4].

6.9. Двери и ворота

Двери для промышленных и административно-бытовых зданий применяют по размерам, предусмотренным ГОСТ 662 9-64.

Двери изготавливают в виде блоков (дверное полотно и обвязка). Дверные полотна могут быть глухими и остекленными, одно - и двухстворчатыми.

Ширина проемов, устраиваемых в стенах для глухих одностворчатых дверей, установлена в 720, 920, 1020, 1220 мм, высота - 2100 и 2400 мм. Размеры дверных проемов необходимо назначить самостоятельно в соответствии с Приложением 7 или литературой [4].

Ворота в промышленных зданиях предусматривают для въезда грузовых автомобилей, автомобильных кранов, автопогрузчиков, железнодорожного транспорта.

Применяются следующие размеры ворот (ширина х высота):

Для пропуска автомобилей, автопогрузчиков, электрокаров - 2000 х 2400, 3000 х 3000, 4000 х 3000, 3000 х 3600, 4000 х 4200 мм;

Для пропуска железнодорожного транспорта - 4600 х 5400 мм.

6.10. Полы

Выбор конструкции пола определяется характером производства и требованиями, предъявляемыми к полам промышленных зданий. В число этих требований входят высокая механическая прочность, малый коэффициент теплоусвоения. Санитарно-гигиенические требования, индустриальность изготовления, экономичность и др.

Полы в одноэтажных промышленных зданиях устраивают по грунту, а в многоэтажных зданиях - по междуэтажным перекрытиям.

Толщину пола, устраиваемого по грунту, следует принимать 150 - 200 мм, на перекрытиях 60- 100 мм.

Тип покрытия и конструкцию пола студенту предлагается выбрать самостоятельно.

7. ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ И КУРСОВОГО ПРОЕКТА

7.1. Графическая часть

В состав чертежей курсового проекта входят план здания на отм. 0.000 м, разрез 1 - 1 , разрез 2 - 2. Чертежи выполняются в масштабе 1 : 100 на листе чертежной бумаги формата А4 (А3) карандашом.

На листе должна быть выполнена рамка и штамп в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 (чертеж констр. первый лист.).

Поперечные разрезы здания вычерчиваются полностью (без разрывов). В продольных разрезах на повторяющихся участках допускаются разрывы. Разрезы всегда размещают так, чтобы линии и плоскости, горизонтальные в натуре, были расположены параллельно нижней кромке чертежа.

Разбивочные оси продолжают за пределы планов и разрезов и по концам снабжают кружочками диаметром 6 мм, в которых записывают обозначения осей. Продольные разбивочные оси обозначают прописными буквами русского алфавита, а поперечные - арабскими цифрами.

Последовательность маркировки осей принимают слева направо и снизу вверх.

На планах обозначения разбивочных осей и размеры проставляются слева и снизу.

На разрезах обозначения разбивочных осей и размеры проставляются внизу и повторяют независимо от того, располагается разрез на одном листе с планом или отдельно.

Все линейные размеры дают в мм, отметки проставляют в метрах с тремя знаками после запятой. На плане и разрезах необходимо проставить недостающие линейные размеры и отметки, которые должны быть установлены в соответствии с конструкциями стен и размерами оконных проемов.

При выполнении графической части курсового проекта обязательно соблюдение стандартных условных графических обозначений материалов (ГОСТ 2.306-68) и элементов зданий (ГОСТ 21.107-78).

7.2. Пояснительная записка и контрольная работа

Пояснительная записка к курсовому проекту и ответы на вопросы выполняются на листах белой писчей бумаги чернилами с одной стороны листа. Титульный лист оформляется в соответствии разделом 2.

Пояснительная записка к курсовому проекту включает в себя следующие основные рубрики:

1. Исходные данные.
2. Теплотехнический расчет наружной стены.
3. Архитектурно-конструктивное решение здания (эта рубрика должна содержать описание конкретного задания, разработанного студентом, а не рефератное изложение раздела 4):

- а) общий характер здания - одноэтажное, многоэтажное, однопролетное, двухпролетное, крановое или бескрановое;
- б) размеры здания - размеры в плане, высота, пролеты, сетка колонн;
- в) схема каркаса, материал каркаса (железобетонный, цельнометаллический, смешанный);
- г) элементы каркаса - колонны. Подкрановые балки, стропильные конструкции, фундаментные балки;
- д) ограждающие конструкции покрытия - настил, пароизоляция, утеплитель, выравнивающий слой, кровля;
- е) наружные стены - материал, конструкция, толщина;
- ж) лестницы - материал, конструкция, расположение в здании;
- з) окна, двери, ворота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трепененков Р. И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий. - М.: Стройиздат, 1980.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М.: Минрегион России, 2012.
3. СП 56.13330.2011. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. - М.: Минрегион России, 2011.
4. Щербаков А. С. Строительное дело. - М.: Стройиздат, 1990.
5. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – М.: Минрегион России, 2011.
6. Пилягин А.В. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.
7. Федулов В. К., Артемова Л. Ю. Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений: учебное пособие– М.: МАДИ, 2015.
8. Дятков С. В., Михеев А. П. Архитектура промышленных зданий. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2006.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Варианты проектов

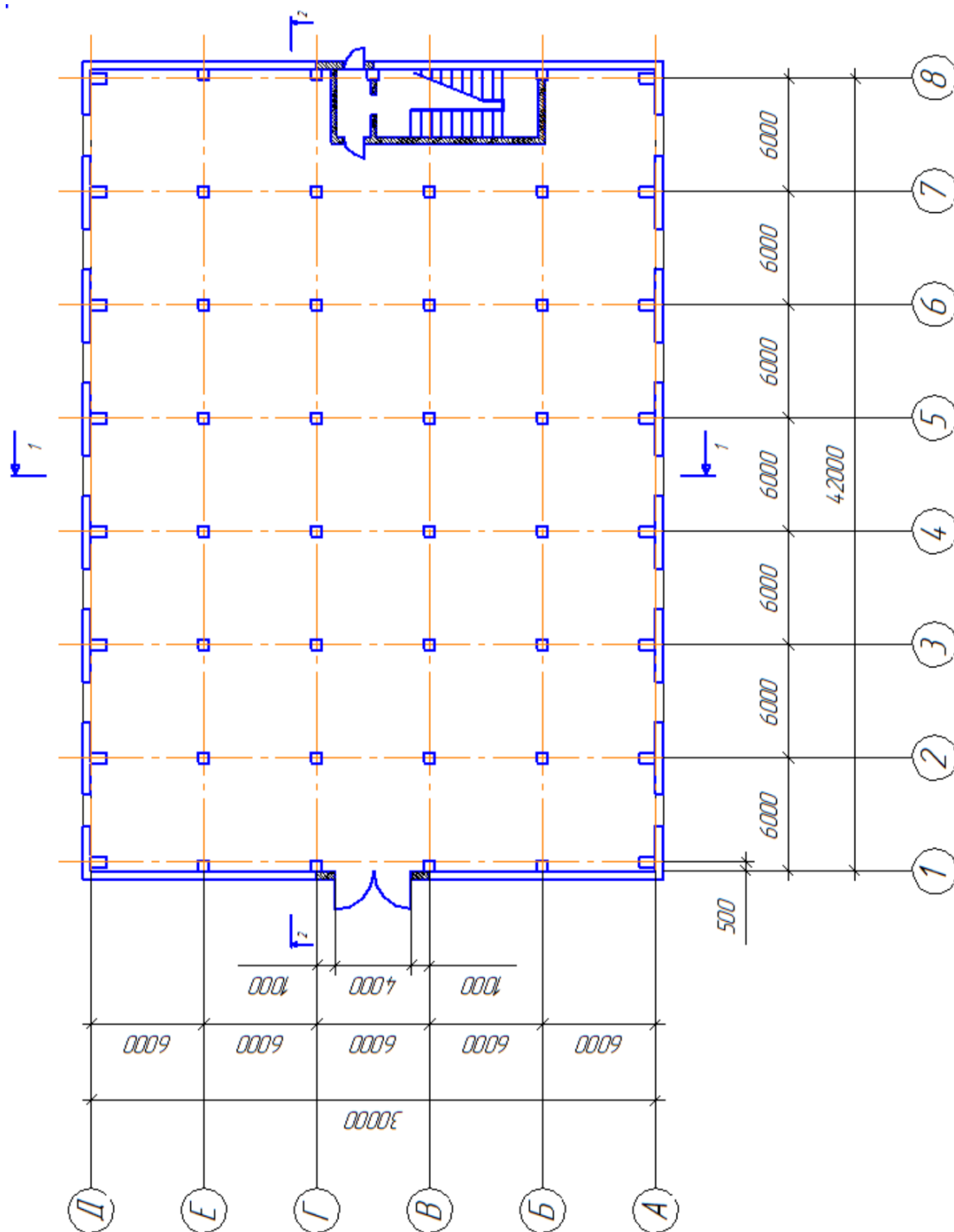


Рис. 1. План промышленного здания на отметке 0.00м. Вариант 1

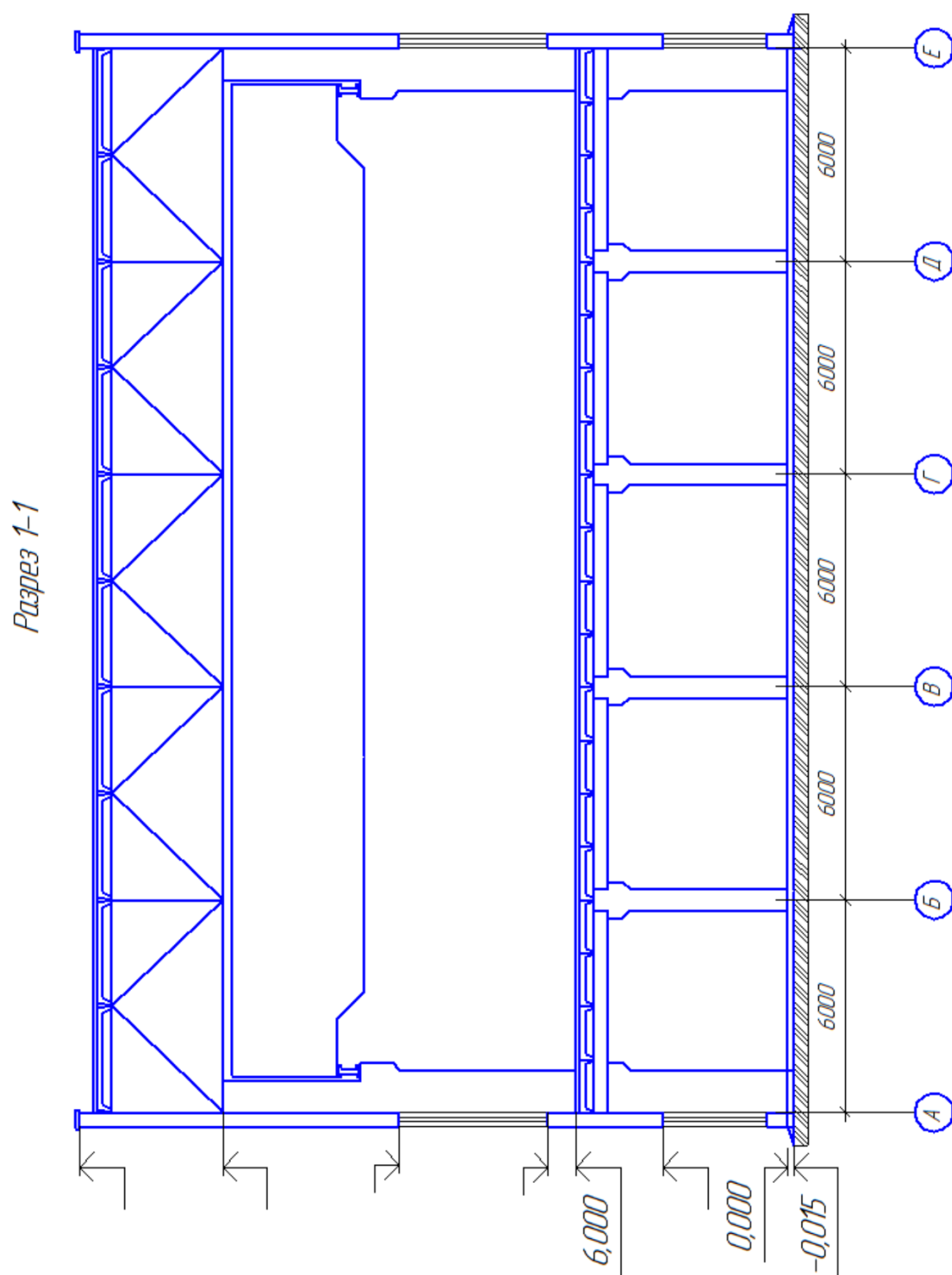


Рис. 2. Разрез 1-1 (для варианта 1). Перекрытие типа I

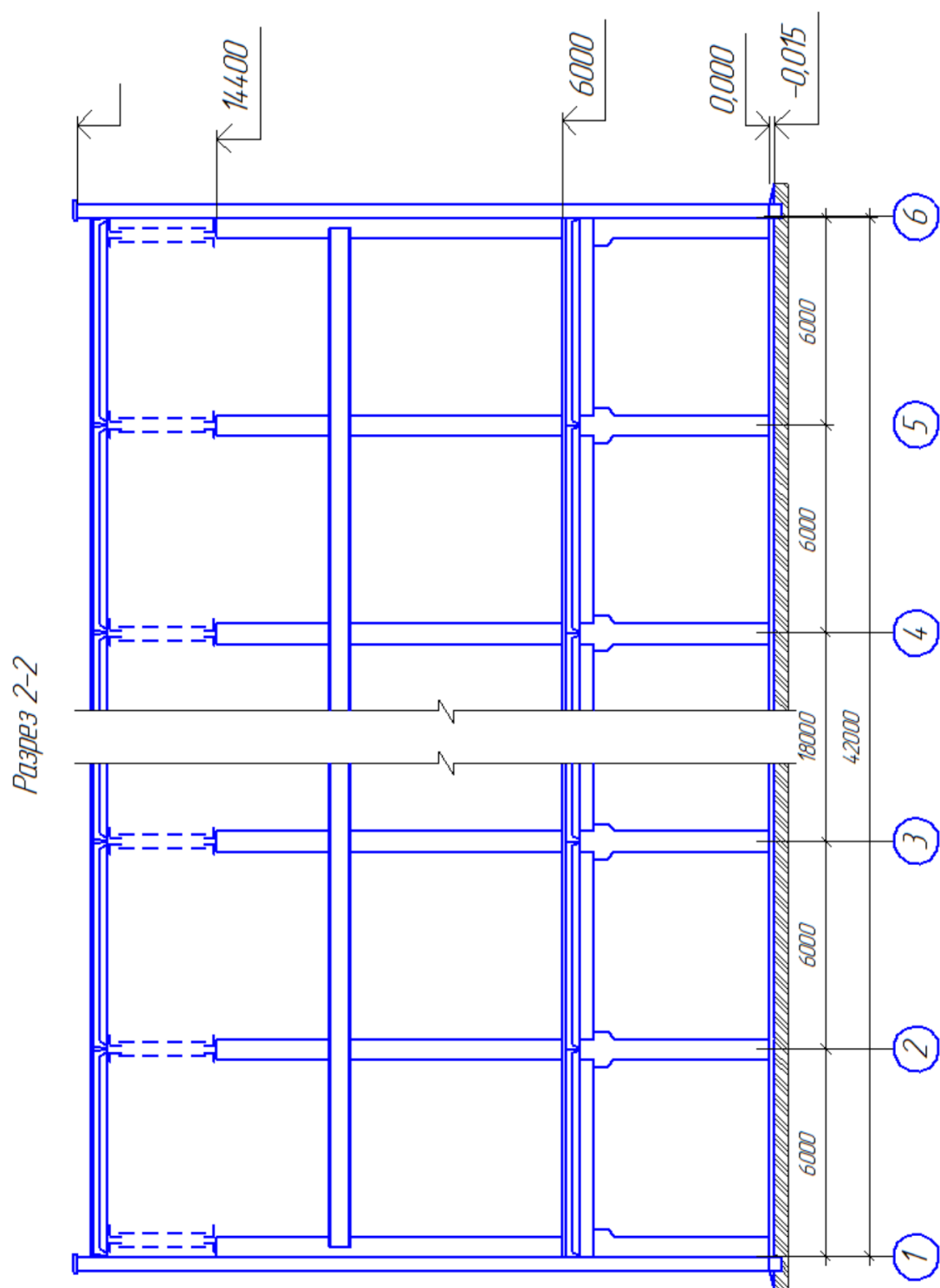


Рис. 3. Разрез 2-2 (для варианта 1). Перекрытие типа I

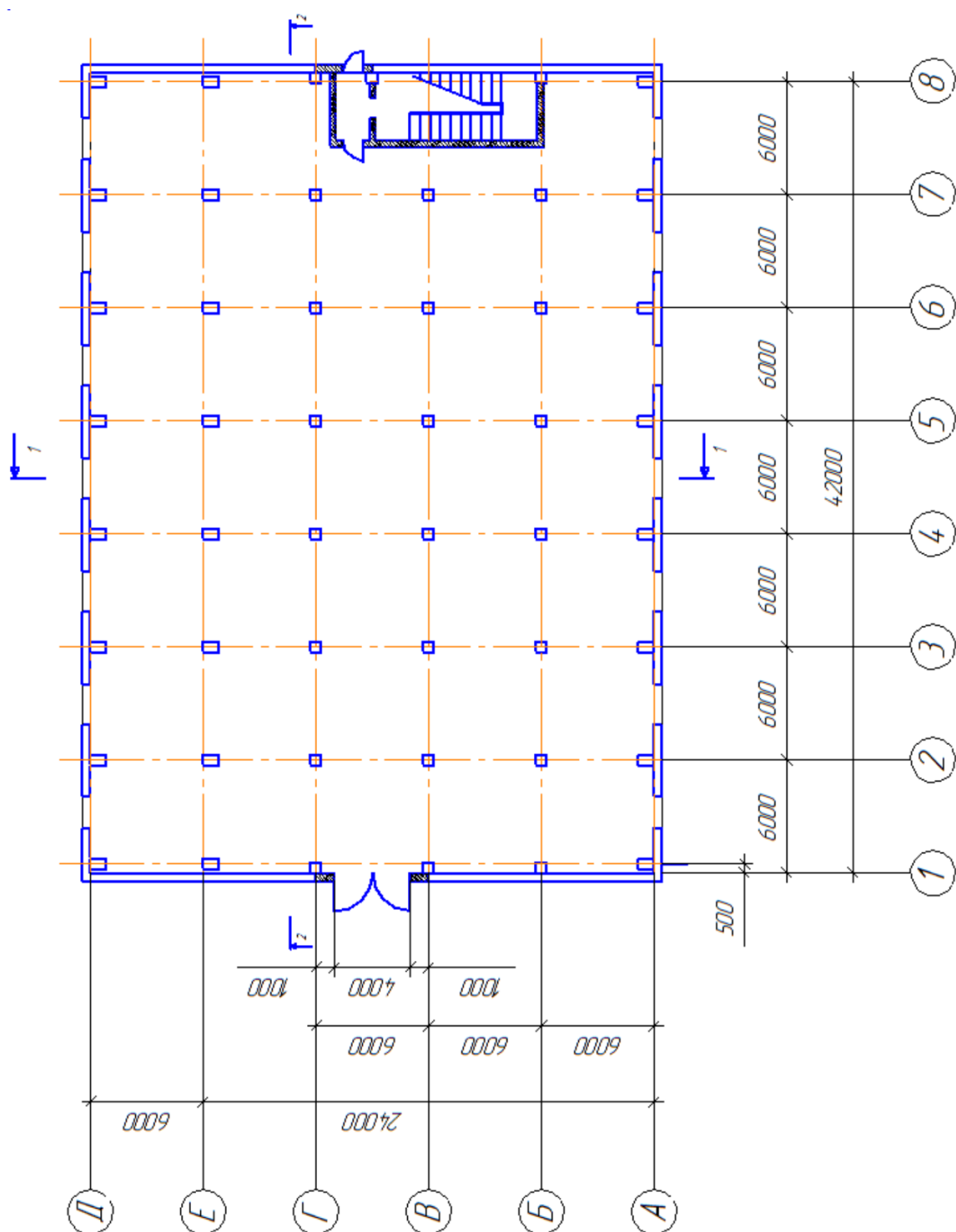


Рис. 4. План промышленного здания на отметке 0.00 м. Вариант 2

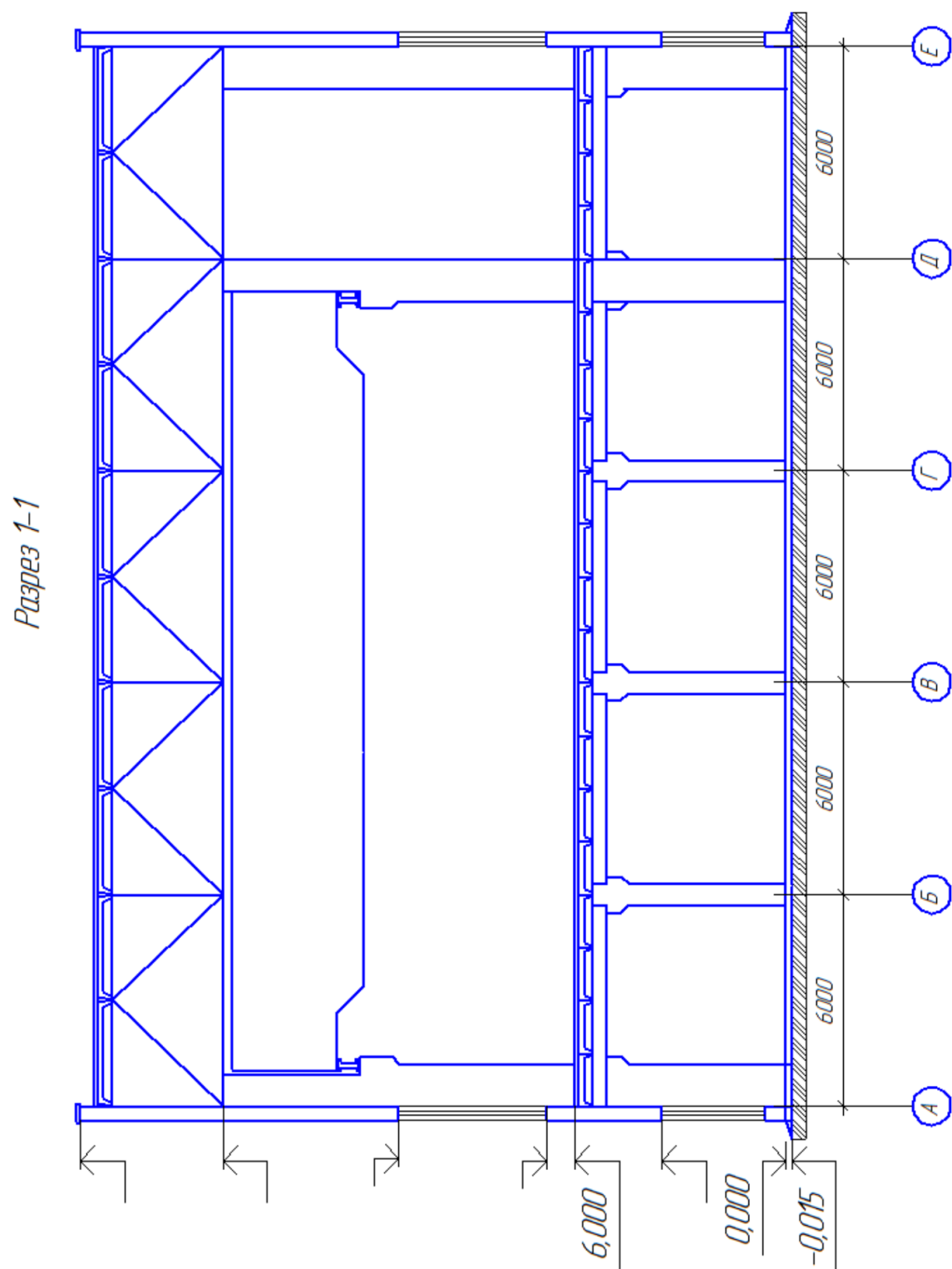


Рис. 5. Разрез 1-1 (для варианта 2). Перекрытие типа I

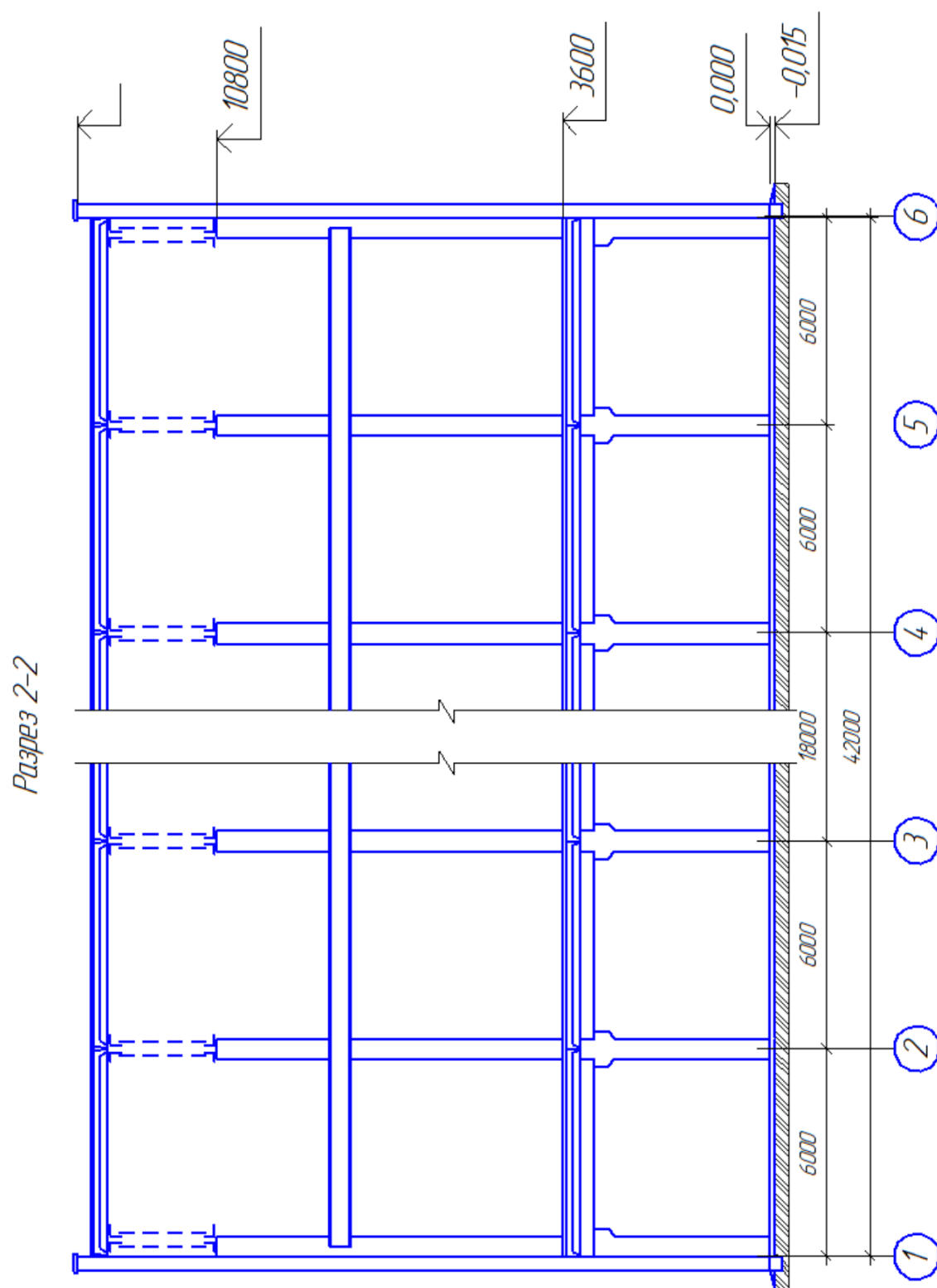


Рис. 6. Разрез 2-2 (для варианта 2). Перекрытие типа I

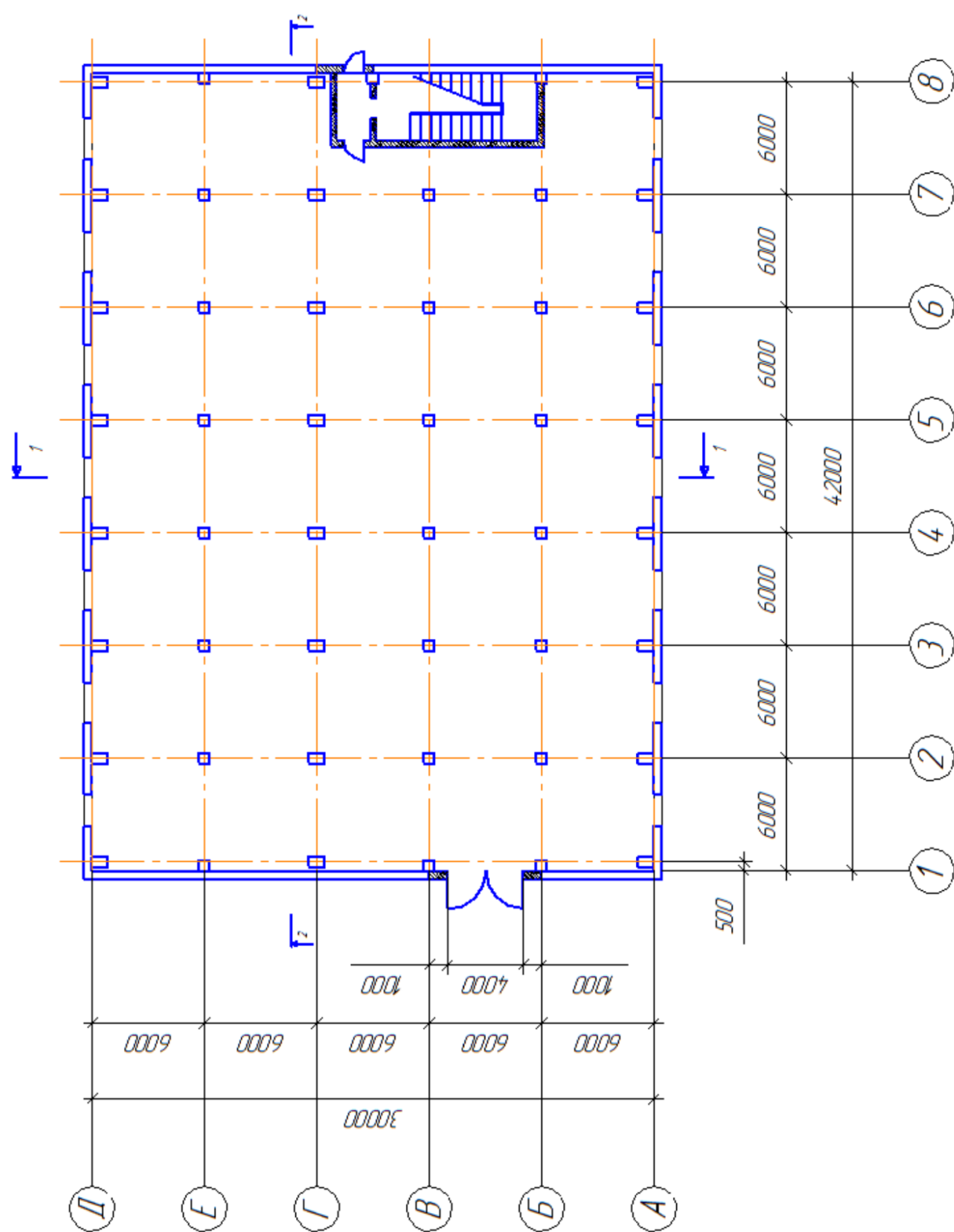


Рис. 7. План промышленного здания на отметке 0.00 м. Вариант 3

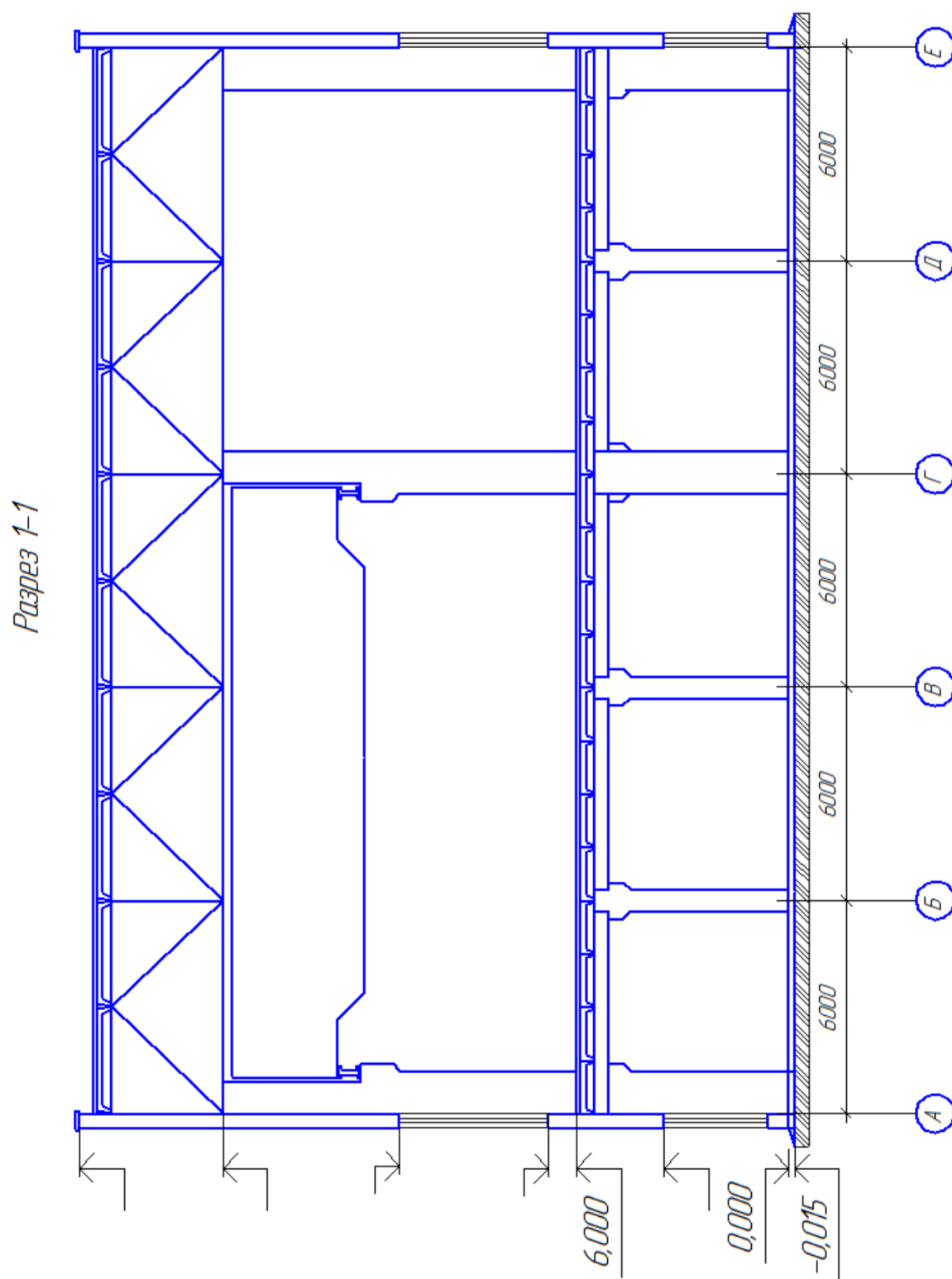


Рис. 8. Разрез 1-1 (для варианта 3). Перекрытие типа I

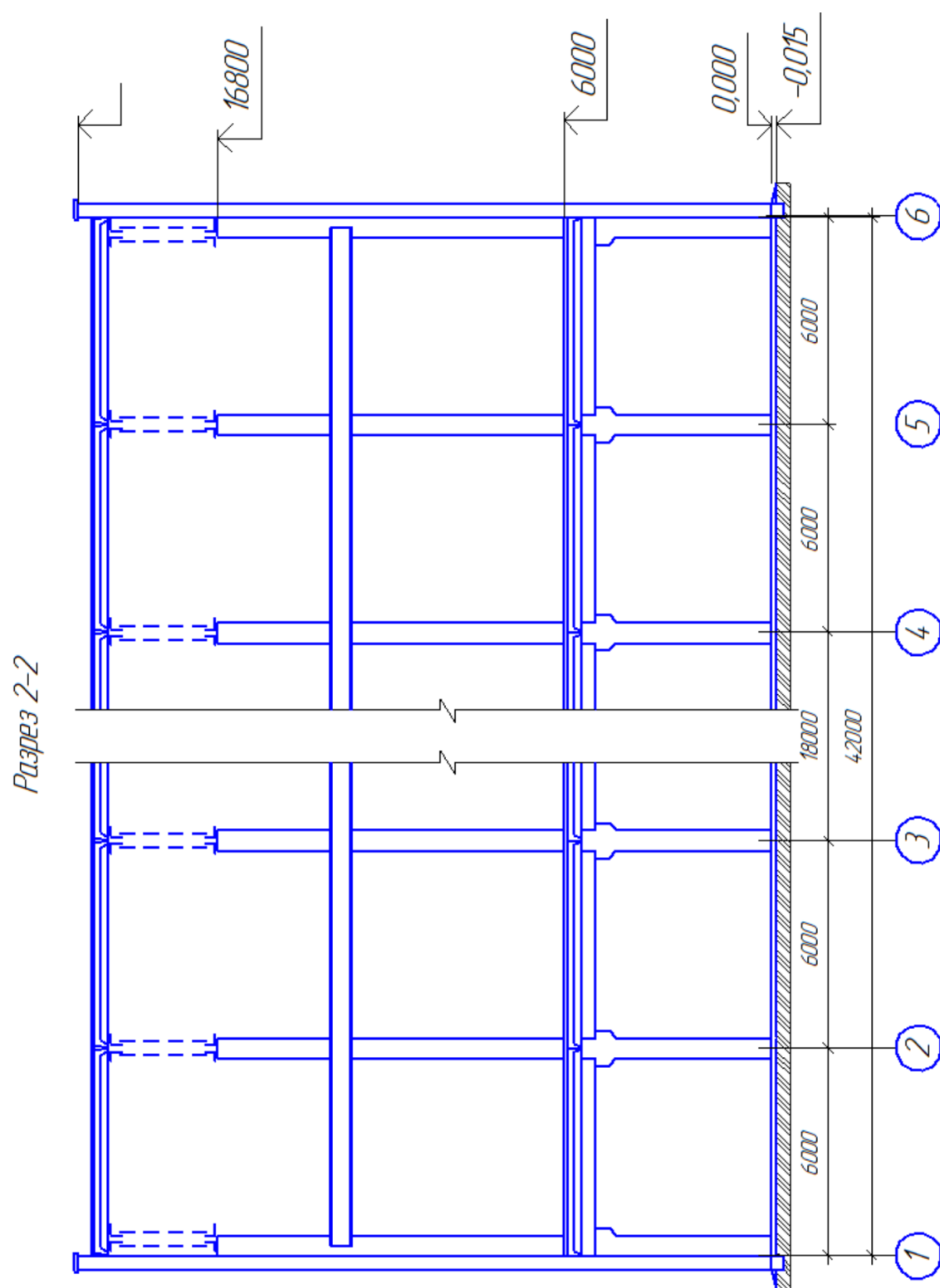


Рис. 9. Разрез 2-2 (для варианта 3). Перекрытие типа I

Фундаментные балки

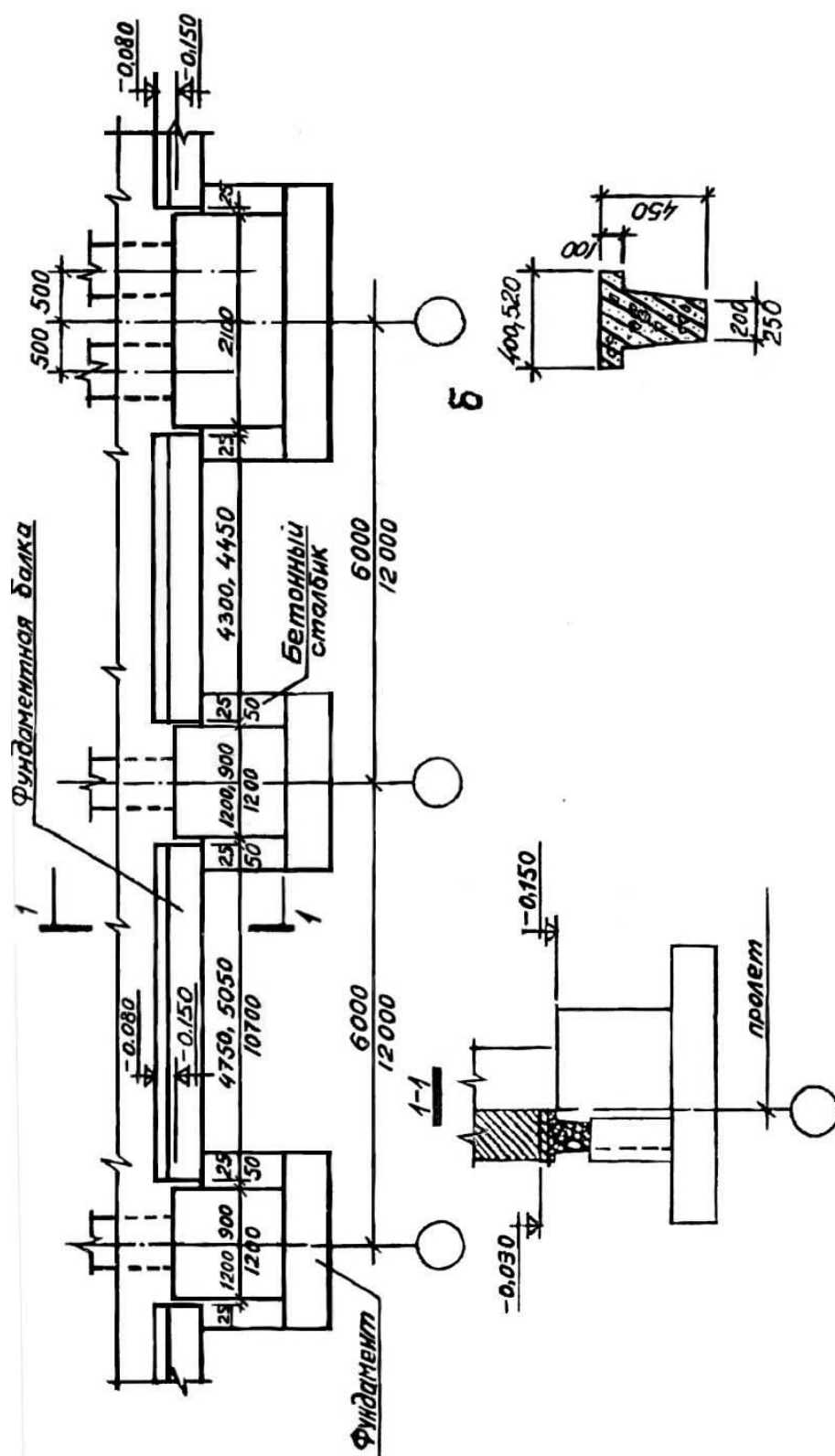


Рис. 10. Разрез 2-2 (для варианта 3). Перекрытие типа I

Тип здания	Схема колонны	Сечение колонны $b \times h$	Высота помещения, отметка верха колонны H_1 , м	Длины колонны	
				Общая H_k , м	Надкрановой части H_0 , м
Здания без мостовых кранов с пролетами от 6 до 36 м	Крайняя Средняя	300 x 300	3.600	4400	
		300 x 300	4.800	5600	
		400 x 400	6.000	6800	
		400 x 400	7.200	8100	
		400 x 500	8.400	9300	
		400 x 500	9.600	10500	
		400 x 700	10.800	11850	
		400 x 700	12.000	13050	
		400 x 800	13.200	14250	
		400 x 800	14.400	15450	
Здания с мостовыми кранами с пролетами 18, 24 и 30 м		400 x 600	8.400	9400	3200
		400 x 800	9.600	10600	3800
		400 x 800	10.800	11800	
		400 x 1000	10.800	11850	3800
		400 x 1000	12.000	13350	
		500 x 1000	13.200	14450	3800
		500 x 1300	14.400	15750	4700
		500 x 1300	16.800	18150	
		500 x 1300	18.000	19350	

Рис. 11. Основные виды железобетонных колонн и одноэтажных промышленных зданий. Шаг колонны 6 м

Марка	Схема конструкции	Тип сечения	Пролет L , м	Шаг колонн, m	Уклон, i	Высота, мм	
						на опоре, h_1	в середине, h_2
1БДР18-1		1-1	18,0	6,0	1:12	900	1640
1БДР12-1		2-2	12,0	6,0	1:12	900	1390
ФС-24		3-3	24,0	6,0 12,0		3150	3150
ФС-30		3-3	30,0	6,0 12,0		3150	3150

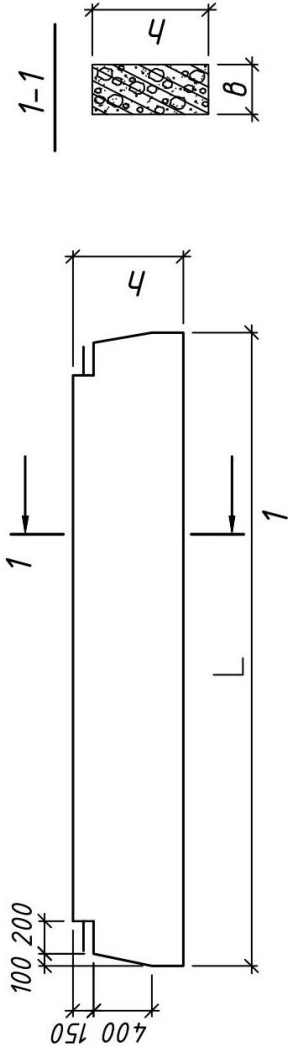
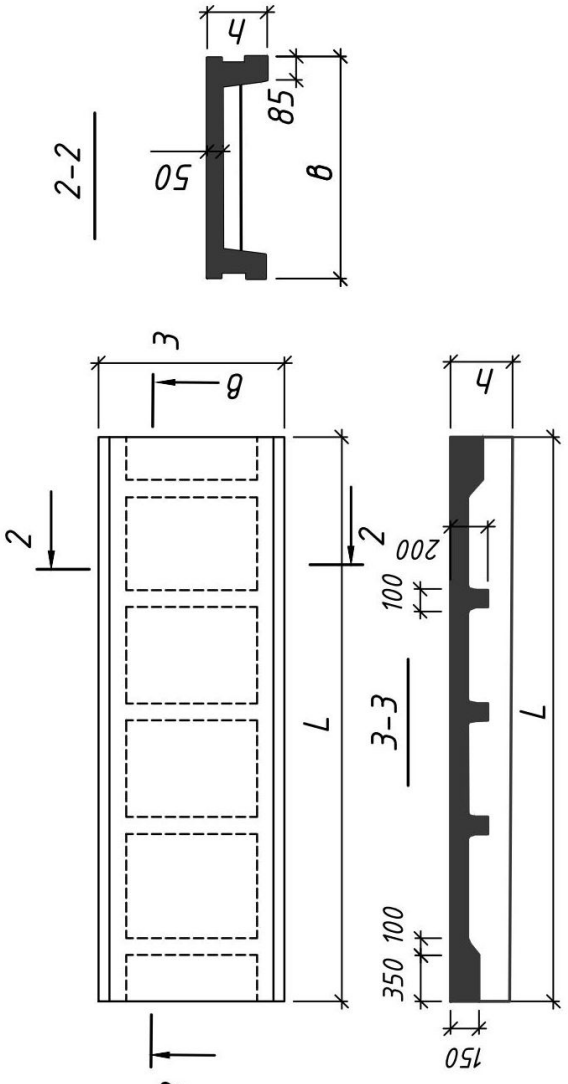
Рис. 12. Несущие конструкции покрытий

Марка	Схема конструкции	Шаг колонн, м	Размеры, мм		
			длина, L	ширина, b	высота, h
$\Pi \frac{1,5 \times 6}{-1}$		6,0	5970	1490	300
$\Pi \frac{3 \times 6}{-1}$		6,0	5960	2980	300

Рис. 13. Конструкции

Марка	Схема конструкции	Шаг колонн, м	Размеры, мм		
			длина, L	ширина, b	высота, h
ИБ 1 ИБ 2 ИБ 3		6,0	5000 5300 5500	650	800
П 1 П 2		6,0	5550 5050	1485 (1500)	400
П 3 П 4		6,0	5550 5050	740 (750)	400

Рис. 14. Сборные железобетонные конструкции перекрытий

Марка	Схема конструкции	Шаг колонн, м	Размеры, мм		
			длина, L	ширина, b	высота, h
ИБ 7 ИБ 8 ИБ 9		6,0	5000 5300 5500	300	800
П 5		6,0	5950	1490 (1500)	400

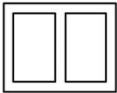
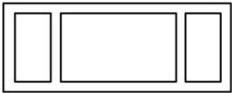
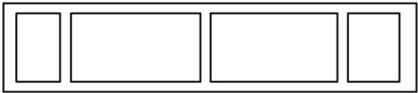
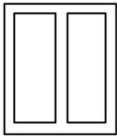
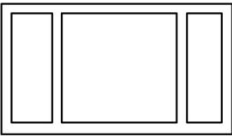
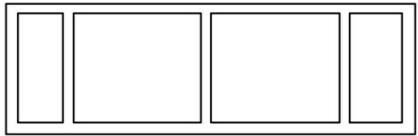
<i>Размеры оконных блоков (серия Н)</i>			
			1164
			1764
1461	2966	4490	
<i>Габариты проемов с простеночным остеклением</i>			
			1215
			1815
1520	3020	4520	

Рис. 16. Типы и размеры оконных блоков

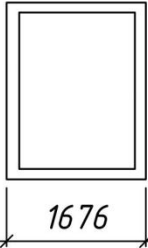
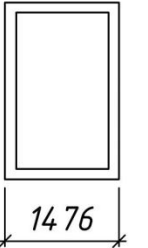
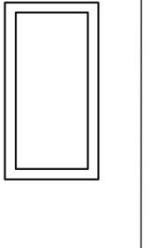
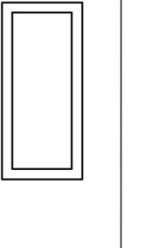
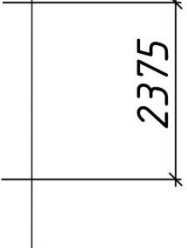
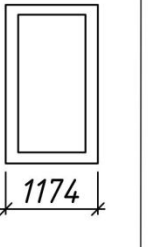
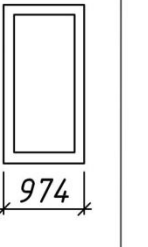
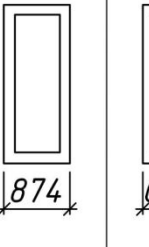
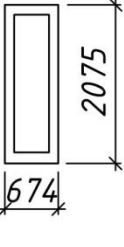
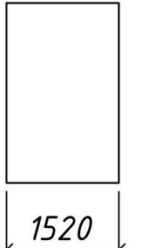
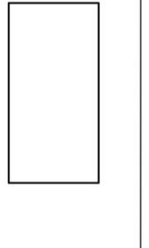
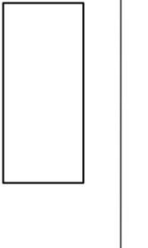
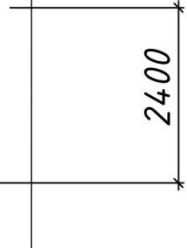
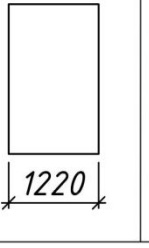
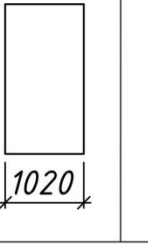
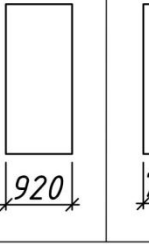
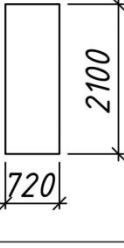
<i>Размеры дверных блоков</i>					
<i>Глухие с притвором в четверть</i>					
<i>Д1</i>  1676	<i>Д2</i>  1476	<i>Д3</i> 	<i>Д4</i> 	 2375	
		<i>Д6</i>  1174	<i>Д7</i>  974	<i>Д8</i>  874	<i>Д10</i>  674
<i>Габариты дверных проемов в стенах</i>					
 1920	 1520			 2400	
		 1220	 1020	 920	 720

Рис. 17. Типы и размеры дверных блоков

Учебное издание

**Светлана Георгиевна Янчукович
Владимир Николаевич Селезнёв**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦБП ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ДЕЛА

Учебное пособие

Редактор и корректор В.А. Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2020 г., поз.8

Подп. к печати 03.07.2020. Формат 60х84/16. Бумага тип. № 1. Печать офсетная.

Объем 4,0 уч.- изд. л.; 4,0 усл. печ. л. Тираж 30 экз. Изд. № 8. Цена «С». Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,
СПб., ул.Ивана Черных, 4.