

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
подпись, инициалы, фамилия

“.....” .....20 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»  
НАПРАВЛЕННОСТЬ «ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Тема ВКР 17-этажный жилой дом с монолитными  
перекрытиями в г. Пензе

Автор ВКР Бикмулова Ольга Станиславовна

Обозначение ВКР 2069059-08.03.01-130906-17 Группа СТ1-41

Руководитель ВКР Лаврова Ольга Владимировна

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный Викторова О.А.

расчетно-конструктивный Лаврова О.В.

основания и фундаменты Гущев В.С.

технологии и организации строительства Андромашкина И.В.

экономики строительства Савельев А.М.

вопросы экологии и безопасность

жизнедеятельности Резниченко Т.Т.

НИР Лаврова О.В.

Нормоконтроль Лаврова О.В.

ПЕНЗА 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра по  
направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» направленность  
«Промышленное и гражданское строительство»

Автор ВКР Бикмурова Ольга Станиславовна

Группа СТ 1-41

Тема ВКР 17-этажный жилой дом с монолитными  
перекрытиями в г. Пензе

Консультанты:

архитектурно-строительный раздел Викторова Ольга Леонидовна

расчетно-конструктивный раздел Лаврова Ольга Владимировна

основания и фундаменты Глуков Вячеслав Сергеевич

технология и организация строительства Агафоновича Наталья Викторовна

экономика строительства Сидоров Александр Михайлович

вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности Кузнецова Татьяна Петровна

НИР Лаврова Ольга Владимировна

### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР

1. Место строительства г. Пенза

2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР  
жилое здание

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

## II. СОСТАВ ВКР

**1. Архитектурно-строительная часть должна быть представлена следующими проектными материалами:**

- объемно-планировочное и конструктивное решение;
- генплан 1-500, 1-1000;
- планы неповторяющихся этажей М 1-100, 1-200;
- поперечный и продольный разрезы М 1-100, 1-200;
- фасады М 1-100, 1-200;
- план фундаментов М 1-200, 1-400; конструктивные детали и сечения фундаментов М 1-10, 1-20, 1-50;
- план кровли М 1-400, 1-800;
- технико-экономические показатели.

**2. Расчетно-конструктивная часть должна состоять из:**

- выбора типа, материала и конструктивной схемы здания или сооружения;
- расчета конструкций и основания;
- составления рабочих чертежей со спецификациями;
- оформления пояснительной записки.

**3. Раздел технологии и организации строительства включает в себя:**

- стройгенплан на стадии возведения подземной или надземной части здания;
- технологические карты на ведущие строительные процессы;

**4. Раздел экономики строительства включает в себя:**

- ведомость укрупненной номенклатуры работ на общестроительные работы на проектируемый объект;
- календарный план с графиками потока основных ресурсов (рабочих, капиталовложений, грузов), интегральным графиком капиталовложений и технико-экономическими показателями;

**5. Вопросы экологии и безопасность жизнедеятельности.**

## III. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

Сроки выполнения ВКР устанавливаются с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Объем ВКР: чертежей 8-10 листов, пояснительной записки от 60 до 100 страниц.

Законченная ВКР с пояснительной запиской, подписанной консультантами и руководителем, представляется на кафедру для окончательного решения и допуска к защите.

Дата выдачи « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

## **Введение**

Непосредственное назначение архитектуры - это создание благоприятной и безопасной среды комфортного существования человека. Особенности архитектуры и её комфортабельность определяются уровнем развития общества, его культурой, достижениями в различных областях науки и техники. Эта жизненная среда воплощается в комплексах зданий и сооружений, организует наружное пространство: улицы, площади и города.



## **1.Архитектурно-строительный раздел**

### **1.1. Схема планировочной организации земельного участка.**

#### **Благоустройство территории**

Участок жилого дома размещен в эко-квартале «Запрудный» 3-его микрорайона жилого района Арбеково г. Пензы. Данный микрорайон расположен к западу от центральной части города. С восточной и южной стороны участок граничит с территорией 10-этажных жилых домов, с юго-востока к дому примыкает 17-этажный кирпичный жилой дом.

Подъезд к жилому дому осуществляется с пр. Строителей с восточной стороны здания.

В данной работе предусмотрено благоустройство и озеленение территории участка. Проезды и отмостка асфальтируются, а тротуары и пешеходные дорожки выкладываются плиткой. Осуществляется также озеленение участка вблизи жилого дома с помощью лиственных пород деревьев, живой изгороди и газонов. На дворовой территории располагается игровая площадка размером 8,00х20,00м, автостоянка 20,00х3,00м, футбольная площадка 15,00х25,00м, площадь для выгула собак 10,00х15,00м. Проезды устраиваются шириной 3,5,а пожарная полоса- 6,0м, что отвечает требованиям пожарной безопасности

Участок территории для размещения проектируемого здания расположенный в городе Пенза, представляет собой пустырь, покрытый травянистой растительностью с отдельными группами кустарников.

Все объёмно-планировочные решения генерального плана разработаны в соответствии с назначением проектируемого здания, с учетом рационального использования сложного рельефа, соблюдения санитарных и противопожарных норм.

Инженерно-геологические условия относятся ко II категории сложности. Грунты не обладают агрессивными свойствами к любым маркам бетона и к железобетонным конструкциям. Несущим слоем для свай принята

глина тугопластичная с синеватым оттенком, плотная. Грунты не агрессивны к любым маркам бетона.

В проекте применен метод сплошной вертикальной планировки, позволяющий максимально сохранить рельеф местности с минимальными объемами земляных работ, обеспечить водоотвод с территории закрытым способом, создать оптимальные уклоны по проездам, площадкам и дорожкам.

Планировочные отметки проектируемого здания определены с учетом рельефа местности и в увязке с инженерно-геодезическими отметками.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола 1-го этажа.

Площадка схемы планировочной организации земельного участка имеет прямоугольную форму размером 100,00х80,00м. Здание расположено вверху застройки. Вход в жилую часть дома осуществляется с южной стороны. Пешеходные дорожки шириной-1,5м; главная проезжая дорога - 6,0м. Санитарные и пожарные нормы проектирования соблюдены.

Подземные сети водоснабжения, канализации, электрокабели и тепловые сети запроектированы в канале. Жилой дом оборудован мусоропроводом, поэтому выполнены мероприятия по доступности вывоза бытовых отходов из помещения мусорокамеры.

## 1.2 Объемно – планировочное решение здания

17-этажный односекционный жилой дом имеет прямоугольную форму в плане с выступающими пилонами лоджий, размеры в осях 19,38м × 25,72м.

Здание имеет 1 подъезд, каждый из которых оборудован пассажирским и грузовым лифтом. На этаже располагается 6 квартир. Общее количество квартир составляет 96.

Основу планировки типового этажа составляют:

1-комнатных: 32 квартир;

2-комнатных: 32 квартиры;

3-комнатных: 32 квартиры.

Планировка квартир решена с учетом разделения на две зоны: гостевую - дневного пребывания (общие комнаты кухни) и зону тихого отдыха (спальные и примыкающие к этой зоне санузлы и ванные комнаты).

На первом этаже располагаются 4 торговых помещения. На типовом этаже две 1-комнатных, две 2-комнатных, две 3-комнатных. Общие площади квартир: от 40,16 м<sup>2</sup> до 77,43 м<sup>2</sup>.

В здании запроектирован неотапливаемый технический этаж. Над 17 этажом расположен чердак.

Наружная отделка здания представлена следующим образом:

- цоколь дома
- облицовка штукатуркой по сетке;
- в облицовке стен применяется полнотелый силикатный лицевой кирпич;
- окна и остеклённые рамы балконов и лоджий из ПВХ –профиля с двухкамерными стеклопакетами.

### 1.3. Противопожарные мероприятия

Объёмно-планировочные решения, принятые в проекте, удовлетворяют требованиям пожарной безопасности предъявляемыми главами норм проектирования[1].

В жилом доме расположен тёплый чердак высотой 1,9м. Выход на кровлю осуществляется непосредственно через лестничную клетку. В местах перепада высот кровель запроектированы наружные металлические пожарные лестницы СК-1.

В квартирах, в качестве второго эвакуационного выхода принят выход из каждой квартиры на лоджию с глухим простенком от торца лоджии до оконного проема не менее 1,2 м или металлические стремянки поэтажно соединяющие этажи и ведущие на второй этаж.

Все двери по лестничной клетке и в тамбуре открываются в сторону выхода из здания по условиям пожарной безопасности. Ограждение лестниц выполняется из металлических звеньев, а поручень облицован пластмассой.

Лестничная клетка запроектирована незадымляемой, с поэтажными проходами через воздушную зону. В лестнично-лифтовом узле данной секции предусмотрена система механической противодымной вентиляции. Удаление дыма из коридоров жилой части здания происходит с помощью шахты дымоудаления и установленных на каждом этаже дымовых клапанов, автоматически открывающихся при пожаре. Подача наружного воздуха для противодымной защиты предусмотрена в лифтовую шахту. Двери лестнично-лифтового узла оборудованы приспособлениями для самозакрывания и уплотнением в притворах.

Все двери в мусорокамеру, электрощитовые, кладовые и машинное помещение лифтов запроектированы трудносгораемыми.

Пассажирский лифт грузоподъемностью 400 кг выполнен в варианте, позволяющем использовать его пожарными подразделениями во время пожара.

#### **1.4. Мероприятия по обеспечению жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения**

При проектировании жилого дома должны учитываться требования по проектированию среды жизнедеятельности инвалидов и маломобильных групп населения норм проектирования [2].

Входы в жилой дом оборудуются пандусами с уклоном 1:12, обеспечивающими возможность подъема инвалида на уровень крылец с возможностью подъема инвалида на любой этаж жилого дома на лифте.

#### **1.5. Конструктивное решение здания**

Здание запроектировано бескаркасным. Стены дома выполнены из силикатного кирпича с утеплителем. Перекрытия и покрытие представляют собой железобетонные многпустотные плиты.

Климатический район строительства- II В.

Расчетная температура наружного воздуха в зимний период -27 °С .

Нормативное ветровое давление (II район ) -0,30 кПа.

Нормативный вес снегового покрова (III район ).

Гидрологические условия - обычные.

Район не сейсмичен. Здание - II -го уровня ответственности, II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности - СО.

#### **Фундаменты**

Под жилой дом запроектирован свайный фундамент. Принимаются железобетонные набивные сваи в пробитых скважинах длиной 8м круглого сечения диаметром Ø530мм. Марка бетона свай В20. По свайному основанию запроектирована монолитная армированная плита. По монолитной плите фундамент выполняется из сборных бетонных блоков.

Основанием свайного поля служит глина со следующими расчетными характеристиками:

$E=14 \text{ МПа}$ ;  $Y=16,4 \text{ кН/м}$ ;  $C=38 \text{ кПа}$ ;  $F=19^\circ$

## **Наружные стены**

Наружные стены запроектированы в виде многослойной кладки из силикатного кирпича толщиной 640 мм. В качестве утеплителя используются пенополистирольные плиты толщиной 120мм.

## **Перегородки**

Перегородки в помещениях запроектированы из пазогребневых плит толщиной 80-100 мм и ячеистого бетона.

## **Перекрытия и покрытия**

Перекрытия и покрытия запроектированы из типовых сборных многопустотных железобетонных плит. Применение сборных плит перекрытий и покрытий увеличивает скорость возведения зданий.

## **Лестницы**

Высота этажа 2,8м. Лестничные марши и лестничные площадки приняты индивидуальными. Уклон лестниц 1:2. Лестничная клетка имеет искусственное и естественное освещение через оконные проемы.

## **Кровля**

Кровля в здании плоская. Уклон - 3%.

Конструкция кровли включает в себя следующие слои:

- Верхний слой -битумно-полимерный материал "Техноэласт ТКП" по ТУ 5774-003-00287852-99.
- Нижний слой -битумно-полимерный материал "Техноэласт ТПП" по ТУ 5774-003-00287852-99.
- Огрунтовка битумным праймером.
- Стяжка из цементно-песчаного раствора М100 (осадка конуса до 30мм) армированная сеткой
- Керамзитовый гравий ГОСТ 9757-90 по уклону.
- Разделительный слой- пергамин по ГОСТ 2697-83
- Минераловатные плиты Rockwool РУФ БАТТС по ТУ 5762-005-45757203-99

- Пароизоляция -1слой битумно-полимерного материала "Бикрост ТПП" по ТУ5774-042-00288739-99

- Огрунтовка битумным праймером

- Затирка цементно-песчаным раствором М50

- Сборная Ж/б плита

Водоотвод с кровли внутренний.

### **Полы**

Покрытие пола в квартирах принято из линолеума на теплоизолирующей основе. Полы в ваннных комнатах и санитарных узлах выполнены из керамической плитки. Стяжка выполняется из цементно-песчаного раствора. Экспликация полов приведена в табл.1.

### **Окна**

Окна – пластиковые с двойным стеклопакетом. Размер окон в жилых комнатах: 1800 х 1500 мм, 1500 х 1500мм. Все жилые комнаты имеют естественное освещение.

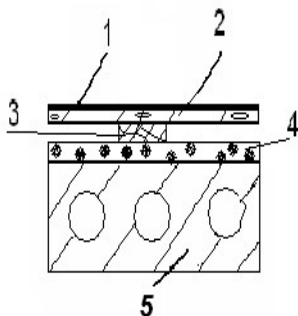
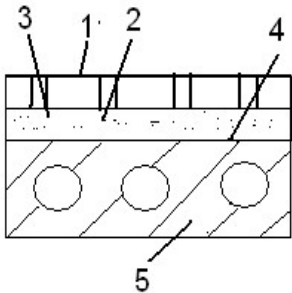
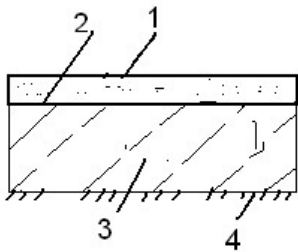
### **Двери**

Комнаты в квартирах имеют отдельные входы. Дверные коробки закреплены в проемах к антисептированным деревянным пробкам, закладываемым в кладку во время кладки стен. Двери оборудуются ручками, защелками и врезными замками. Размеры дверей: входные в здание – 1300 х 2100 мм; входные в квартиры – 1000 х 2100 и 1200 х 2100 мм; внутриквартирные двери - 900 х 2100мм; 1300 х 2100 мм; санитарный узел - 700 х 2100 мм; входные на лоджии – 700 х 2100.

Для обеспечения быстрой эвакуации все двери открываются наружу по направлению движения на улицу, исходя из условий эвакуации людей из здания при пожаре.

Экспликация полов

Таблица 1.1

| Наименование Помещения.         | Тип пола по проекту | Схема пола                                                                          | Элементы пола и их толщины                                                                                                                                                            | Площадь пола, м <sup>2</sup> |
|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1                               | 2                   | 3                                                                                   | 4                                                                                                                                                                                     | 5                            |
| Прихожая, Жилые комнаты, лоджия | I                   |    | 1 Покрытие линолеум. 5 мм<br>2 Плита основания пола 40 мм<br>3 Ленточные звукоизоляционные прокладки через 500<br>4 Стяжка<br>5 Плита перекрытия                                      | 2877                         |
| Сан.узел, ванная, кухня         | II                  |   | 1 Покрытие - плитка керамическая 5 мм на клее Сибирит<br>2 Греющий кабель залит цементно – песчаным раствором М100, 30 мм.<br>3 Выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора М | 444,6                        |
| Подвал                          | III                 |  | 1 Покрытие - бетон шлифованный 30 мм<br>2 Гидроизоляция - 1 слой рубероида на мастике.<br>3 Подстилающий слой бетон класса В 15 140 мм Основание .<br>4 Уплотненный грунт 100 мм.     | 280,12                       |



## **1.6. Инженерное оборудование**

### **Лифты**

В каждом подъезде расположен один пассажирский лифт грузоподъемностью 400 кг и один грузовой. Система управления лифтов смешанная собирательная по приказам и вызовам при движении кабины вниз

Машинное отделение лифта размещается на чердачном помещении.

### **Отопление**

Отопление и горячее водоснабжение запроектировано из магистральных тепловых сетей, с нижней разводкой по подвалу. Приборами отопления служат конвектора. На секцию устанавливается тепловой узел для регулирования и учета теплоносителя.

### **Водоснабжение**

Холодное водоснабжение запроектировано от внутриквартального коллектора водоснабжения с двумя вводами. Магистральный пожарный хозяйственно-питьевой водопровод с колодцами выполняется вокруг дома.

### **Канализация**

Канализация выполняется внутридворовая с врезкой в колодцы внутриквартальной канализации. Из секции выполняются самостоятельные выпуски хозяйственно-фекальной и дождевой канализации.

### **Энергоснабжение**

Энергоснабжение выполняется от дворовой подстанции с запиткой секции двумя кабелями: основным и запасным. Все электрощитовые расположены на первых этажах.

### **Телевидение**

Все квартиры подключаются к кабельному телевидению коллективного пользования.

### **Телефонизация**

К каждой секции дома из внутриквартальной телефонной сети подводится телефонный кабель и в зависимости от возможности городской телефонной станции осуществляется подключение абонентов к городской телефонной сети.

### **1.7 Внутренняя отделка помещений здания**

В квартирах стены оклеиваются обоями после штукатурки кирпичных стен. Кухни оклеиваются моющимися обоями, а участки стен над санитарными приборами облицовываются глазурованной плиткой. В санкабинах полы из керамической плитки. Стены и потолки окрашиваются клеевой краской за 2 раза и выполняется панель путем окраски эмалями за 2 раза.

## 1.8 Теплотехнический расчёт

Расчёты выполнены на основании требований норм проектирования [3] и [4].

Исходные данные:

Город строительства *Пенза;*  
Тип здания *Жилой дом;*  
Тип ограждающей конструкции *Наружные стены;*  
Высота здания  *$H = 52$  м;*

### Состав ограждающей конструкции

| Материал                                           | $\delta$ ,<br>м | $\rho$ ,<br>кг/м <sup>3</sup> | $\lambda$ ,<br>Вт/м·°C |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|
| ЦП раствор                                         | 0,01            | 1500                          | 0,76                   |
| Кирпич силикатный на<br>цементно-песчаном растворе | 0,64            | 1800                          | 0,87                   |
| Пенополистирол ПСБС                                | 0,12            | 17                            | 0,04                   |
| ЦП раствор                                         | 0,01            | 1500                          | 0,76                   |

Дополнительные исходные данные:

- расчетная температура внутреннего воздуха  *$t_{int} = 20$  °C;*
- расчетная влажность внутреннего воздуха  *$w_g = 55\%$ ;*

Определяемые и рассчитываемые параметры:

- влажностный режим помещения [3, табл. 1] *нормальный;*
- условия эксплуатации ограждающих конструкций [3, табл. 2] *A;*
- коэффициент, принимаемый в зависимости от положения  
наружной поверхности ограждающих конструкций по  
отношению к наружному воздуху  *$n = 1$ ;*
- расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая  
согласно [6]  *$t_{int} = 20$  °C;*

- расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 [4, табл. 1\*]  $t_{ext} = -27\text{ }^{\circ}\text{C};$
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [3, табл. 4]  $\alpha_{int} = 8,7\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций [3, табл. 6]  $\alpha_{ext} = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$
- расчетный коэффициент теплопроводности материала первого слоя [5, прил. Д]  $\lambda_1 = 0,76\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- расчетный коэффициент теплопроводности материала второго слоя [5, прил. Д]  $\lambda_2 = 0,87\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- расчетный коэффициент теплопроводности материала третьего слоя [5, прил. Д]  $\lambda_3 = 0,041\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- расчетный коэффициент теплопроводности материала четвертого слоя [5, прил. Д]  $\lambda_4 = 0,76\text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C});$
- упругость водяного пара начала конденсации влаги внутри помещения  $E_g = 2,339\text{ кПа}$
- упругость водяного пара внутри помещения 
$$e_g = E_g \cdot w_g = 2,339 \cdot 55\% = 1,286\text{ кПа};$$
- температура точки росы в помещении имеющемся парциальном давлении [5, табл. 3]  $t_p = 10,7\text{ }^{\circ}\text{C};$
- нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции [3, табл. 5]  $\Delta t_n = 4\text{ }^{\circ}\text{C};$
- требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции из санитарно-гигиенических и комфортных условий 
$$R_{red} = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{int}} = \frac{1 \cdot (20 - (-27))}{4 \cdot 8,7} = 1,35\text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$
- длительность отопительного периода [3, табл. 3]  $z_{ht} = 200\text{ сут};$

- средняя температура отопительного периода наружного

воздуха за отопительный период [3, табл. 1]

$$t_{ht} = -4,1 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

- градусо-сутки отопительного периода

$$ГСОП (D_d) = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (20 - (-4,1)) \cdot 200 = 4820$$

определяется нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей

конструкции из условий энергосбережения  $R_{reg}$  ( $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ );

для величин  $D_d$  отличающихся от табличных значения нормируемого

сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции ( $R_{reg}$ ) следует

определять по формуле:

$$R_{reg} = a \cdot D_d + b,$$

Где  $a, b$  - коэффициенты, значения которых следует определять по

табл. 3 [3] для соответствующих групп зданий.

- Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей

конструкции из условий энергосбережения  $R_{reg} = 3,087 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ;

- фактическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_i \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,64}{0,87} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,847 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт};$$

- расчетный температурный перепад между температурой внутри

помещения и температурой на внутренней поверхности ограждающей

конструкции определяется

по формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{R_0 \cdot \alpha_{int}} = \frac{1 \cdot (20 - (-27))}{3,847 \cdot 8,7} = 1,4 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

## Выводы

Поскольку фактическое сопротивление теплопередаче больше требуемого:

$$R_0 = 3,847 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт} > R_{reg} = 3,087 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт} - \text{конструкция не требует}$$

утепления, и расчетный температурный перепад меньше нормируемого

$$\Delta t_0 = 1,4(^{\circ}\text{C}) < \Delta t_n = 4,0(^{\circ}\text{C}) - \text{конструкция удовлетворяет требованиям}$$

тепловой защиты здания.

## 2.Расчётно-конструктивный раздел

В данном разделе ВКР представлены расчёты ребристого монолитного перекрытия, многопустотной панели перекрытия, сборного железобетонного лестничного марша и площадочной плиты.

### 2.1Расчет ребристого монолитного перекрытия

Компоновка конструктивной схемы перекрытия. Второстепенные балки располагаем в поперечном направлении здания, а расстояния между ними принимаем 2,50 м.

Назначаем предварительно следующие значения геометрических размеров элементов перекрытия:

- высота и ширина поперечного сечения второстепенных балок:

$$10 h = (1/12 \dots 1/20) l = 1/18 \cdot 7320 = 400 \text{ мм}, b = (0,3 \dots 0,5) h = 0,5 \cdot 400 = 200 \text{ мм}$$

- толщину плиты примем 70 мм при максимальном расстоянии между осями второстепенных балок 2500 мм.

Вычисляем расчетные пролеты плиты:

- в длинном направлении  $l_{01} = l - b / 2 + a / 2 = 2500 - 200 / 2 + 120 / 2 = 2460 \text{ мм} = 2,46 \text{ м}$

$$l_{02} = l - b = 2500 - 200 = 2300 \text{ мм} = 2,3 \text{ м}$$

- в коротком направлении

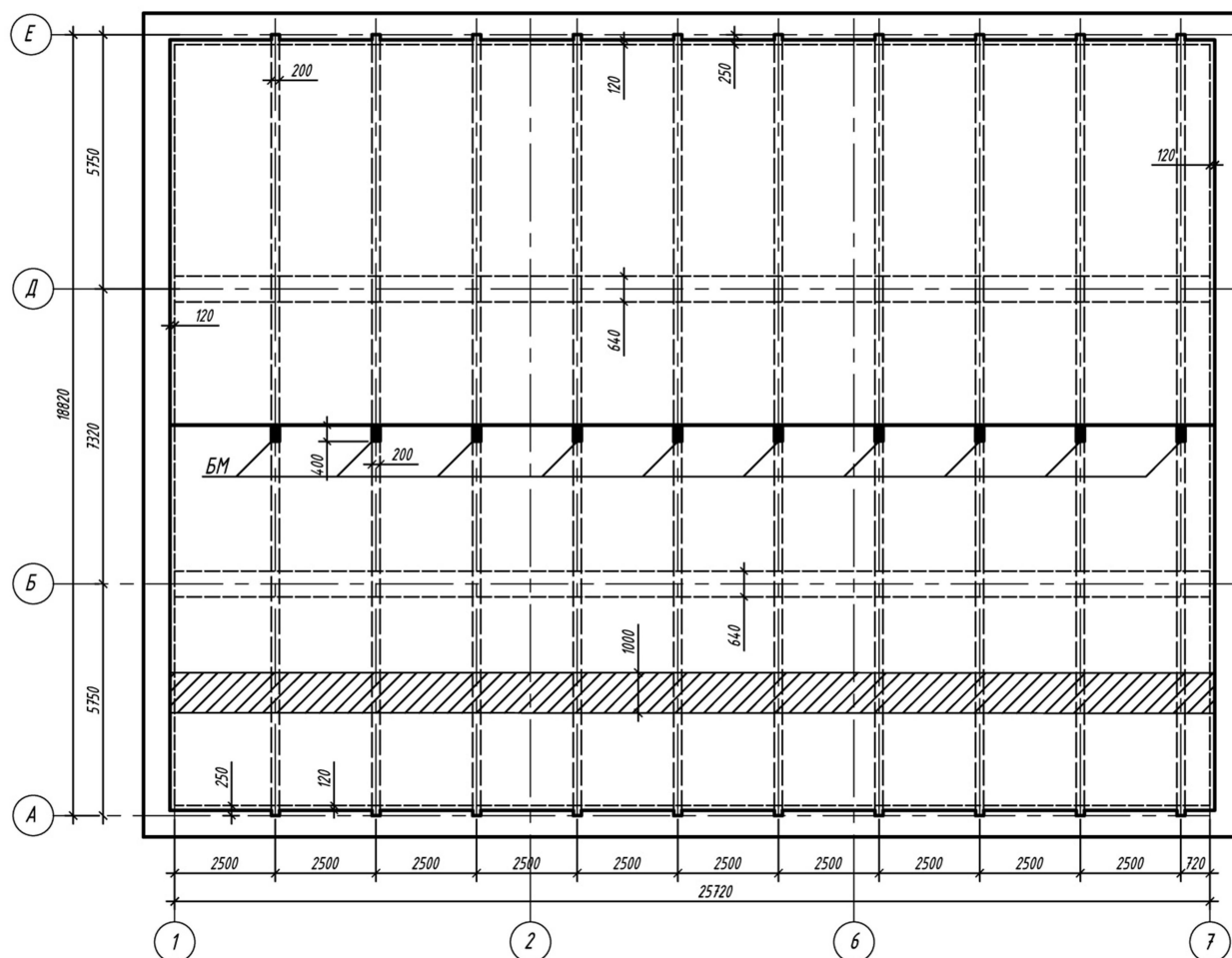
$$l_1 = 5750 \text{ мм}$$

$$l_2 = 7320 \text{ мм}$$

Поскольку отношение пролетов  $7320 / 2210 = 5,31 > 2$ , то плита балочного типа.

### Расчет монолитной плиты.

Для расчета монолитной плиты на плане перекрытия условно выделяем полосу шириной 1 м (см. рис. 2.1). Плита будет работать как неразрезная балка, опорами которой служат второстепенные балки и наружные кирпичные стены (рис. 2.2). При этом нагрузка на 1 м плиты будет равна нагрузке на  $1\text{ м}^2$  перекрытия. Подсчет нагрузок на плиту дан в таблице 2.1.



**Рис.2.1 Конструктивная схема монолитного перекрытия.**

Таблица 2.1 Сбор нагрузок на монолитное перекрытие

| Вид нагрузки                                                                     | Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup> | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| Постоянная:                                                                      |                                         |                                               |                                       |
| - от линолеума                                                                   | 0,050                                   | 1,3                                           | 0,065                                 |
| -от цементно-песчаной стяжки, $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$ , $h=50 \text{ мм}$ ; | 0,600                                   | 1,3                                           | 0,780                                 |
| -от гравия керамзитового, $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$ ;                          | 0,360                                   | 1,2                                           | 0,468                                 |
| -от массы плиты( $h=0,07\text{м}$ , $\gamma=25 \text{ кг/м}^3$ )                 | 1,75                                    | 1,1                                           | 1,925                                 |
| <i>Итого</i>                                                                     | $g^n=2,76$                              |                                               | $g=3,238$                             |
| Временная:                                                                       |                                         |                                               |                                       |
| -кратковременная                                                                 | 1,050                                   | 1,3                                           | 1,365                                 |
| -длительная                                                                      | 0,450                                   | 1,3                                           | 0,585                                 |
| Итого                                                                            | $p^n=1,500$                             |                                               | $p=1,950$                             |
| Полная нагрузка:                                                                 |                                         |                                               |                                       |
| -постоянная и длительная                                                         | 4,598                                   |                                               | 5,349                                 |
| -кратковременная                                                                 | 1,050                                   |                                               | 1,365                                 |
| Итого                                                                            | $p^n+g^n=4,26$                          |                                               | $p+g=5,188$                           |

### Определение нагрузок и усилий.

С учетом коэффициента надежности по назначению здания расчетная нагрузка на 1 м плиты:

$$q = 5,188 \cdot 0,95 = 4,929 \text{ кН / м}$$

Определим изгибающие моменты в плите с учетом перераспределения усилий:

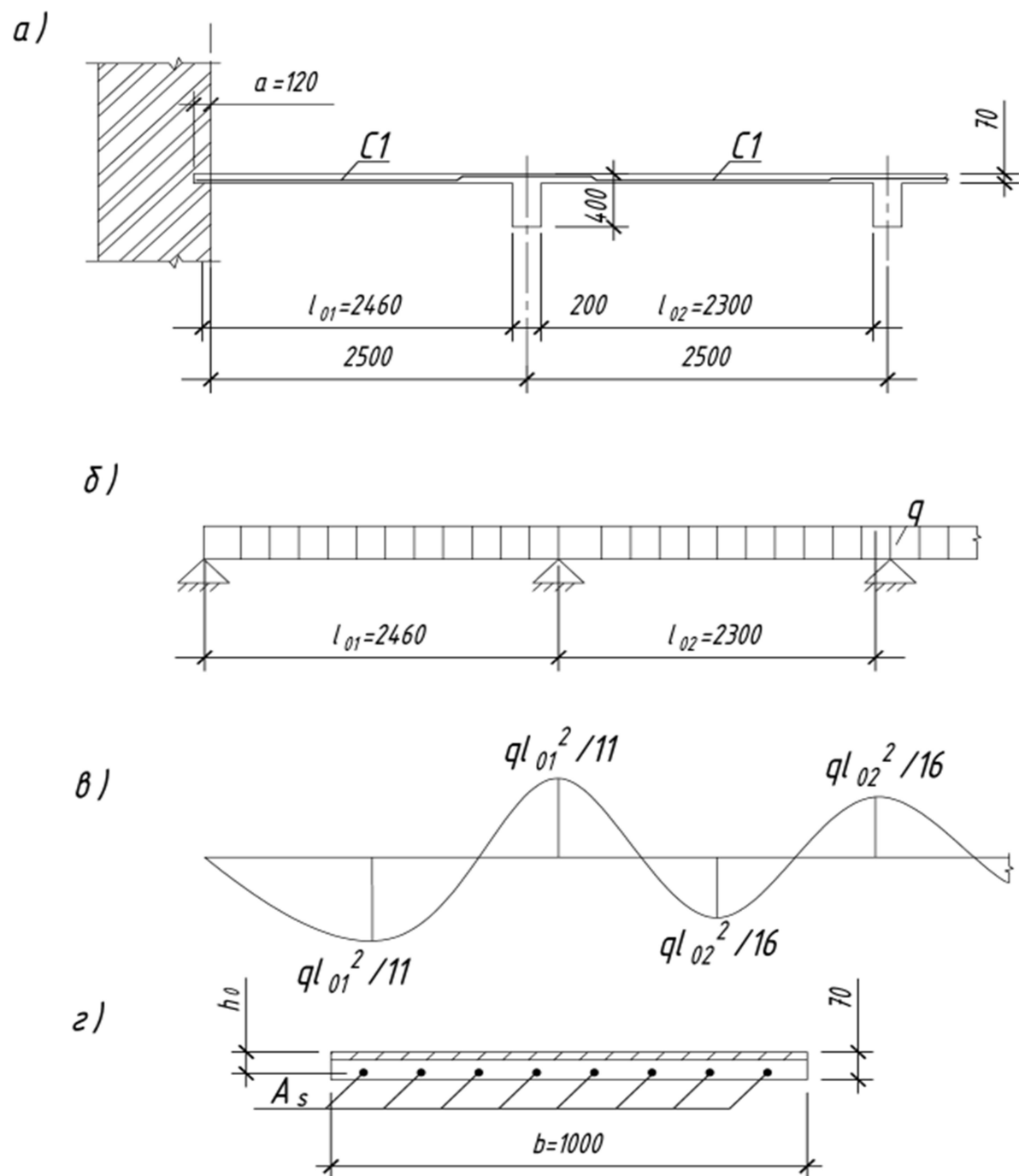
- В средних пролётах и на средних опорах:

$$M = \frac{q \cdot l_{02}^2}{16} = \frac{4,929 \cdot 2,3^2}{16} = 1,629 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- В первом пролёте и на первой промежуточной опоре:

$$M = \frac{q \cdot l_{01}^2}{11} = \frac{4,929 \cdot 2,46^2}{11} = 2,712 \text{ кН} \cdot \text{м}$$





**Рис. 2. 2. К расчету монолитной плиты:**

- а – расчетные пролеты и схема армирования;
- б – расчетная схема;
- в – эпюра изгибающих моментов;
- г – расчетное сечение плиты

Для изготовления сборной панели принимаем:

- бетон класса В25:  $E_b=30 \cdot 10^3$  МПа,  $R_b=14,5$  МПа,  $R_{bt}=1,05$  МПа,

$R_{bn}=R_{b,ser}=18,5$  МПа,  $R_{btн}=R_{bt,ser}=1,55$  МПа

- напрягаемая арматура класса А400:  $R_{sn}=400$  МПа,  $R_s=350$  МПа,

$R_{sw}=280$  МПа,  $E_s=2 \cdot 10^5$  МПа;

Для арматуры сварных сеток класса Вр500 находим величину  $\alpha_R = 0,376$ .

Выполним подбор сечений продольной арматуры сеток плиты.

В средних пролетах, окаймленных по контуру балками, и на промежуточных опорах:

$$h_0 = h - a = 70 - 22 = 48 \text{ мм}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1,629 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1000 \cdot 48^2} = 0,0488 < \alpha_R = 0,376$$

Тогда усилие в рабочей продольной арматуре сетки на ширине 1 м будет равно:

$$R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot h_0 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}) = 14,5 \cdot 1000 \cdot 48 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0488}) = 34836 \text{ Н}$$

приложению III [8] принимаем сетку С1 номер 2 марки:

$$\frac{5Bp500 - 200 + (x100) + 200}{5Bp500 - 150} 1140 \times L \frac{C_1}{20} \text{ с } R_s \cdot A_s = 71350 \text{ Н} > 34836 \text{ Н}$$

В первом пролёте, и на первой промежуточной опоре:

$h_0 = h - a = 70 - 25 = 45 \text{ мм}$  (  $a=25$  мм принято для двух сеток в расчетном сечении)

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2,712 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1000 \cdot 45^2} = 0,0924 < \alpha_R = 0,376, \text{ соответственно получим:}$$

$$R_s \cdot A_s = R_b \cdot b \cdot h_0 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}) = 14,5 \cdot 1000 \cdot 45 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0924}) = 63332 \text{ Н}$$

Следовательно дополнительная сетка не требуется, так как

$$63332 - 71350 < 0$$

## Расчет второстепенной балки.

Вычислим расчетный пролет для крайнего пролета балки, который равен расстоянию от оси опоры на стене до грани главной балки (рис.2. 3, а):

$$l_{01} = l - c / 2 - b / 2 = 5750 - 250 / 2 - 640 / 2 = 5305 \text{ мм} = 5,305 \text{ м}$$

$$l_{01} = l - b = 7320 - 640 = 6680 \text{ мм} = 6,68 \text{ м}$$

Определим расчетную нагрузку на 1 м длины второстепенной балки, собираемую с грузовой полосы шириной, равной расстоянию между осями второстепенных балок 2,5 м:

Постоянная нагрузка:

- от собственного веса плиты и пола (см. расчет плиты):

$$q = 3,238 \cdot 2,5 = 8,095 \text{ кН / м}$$

- от веса ребра балки:

$$q = 0,2(0,4 - 0,07) \cdot 25 \cdot 1,1 = 1,815 \text{ кН / м}$$

$$\text{Итого: } g = 8,095 + 1,815 = 9,91 \text{ кН / м}$$

$$\text{Временная нагрузка: } v = 1,95 \cdot 2,5 = 4,875 \text{ кН / м}$$

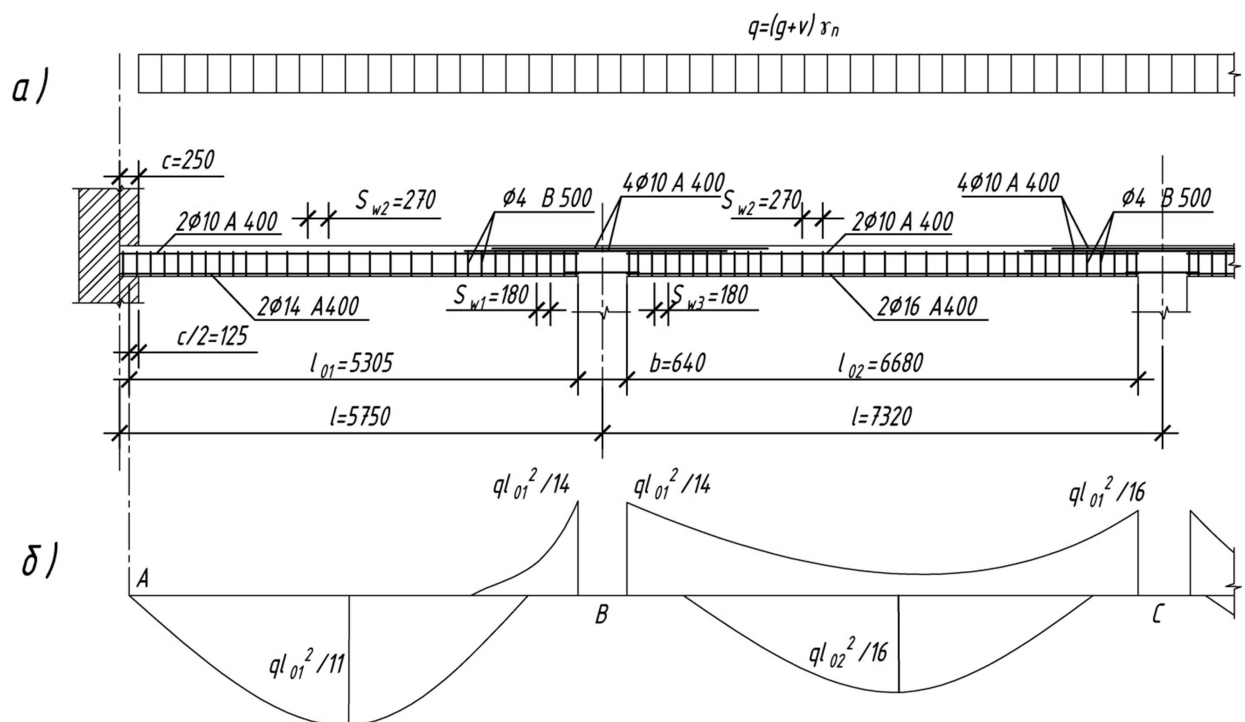


Рис. 2. 3. К расчету второстепенной балки:

а – расчетные пролеты и схема армирования; б – эпюра изгибающих моментов

Изгибающие моменты с учетом перераспределения усилий в балке, как в статически неопределимой системе (рис. 2.3, б), будут равны:

- в первом пролете:

$$M = \frac{q \cdot l_{01}^2}{11} = \frac{14,046 \cdot 5,305^2}{11} = 35,94 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

- на первой промежуточной опоре В:

$$M = \frac{q \cdot l_{01}^2}{14} = \frac{14,046 \cdot 5,305^2}{14} = 28,24 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

- во втором пролете и на второй промежуточной опоре С:

$$M = \frac{q \cdot l_{01}^2}{16} = \frac{14,046 \cdot 6,68^2}{16} = 39,17 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Максимальная поперечная сила (на первой промежуточной опоре слева) будет равна:

$$Q = 0,6ql_{01} = 0,6 \cdot 14,046 \cdot 5,865 = 49,43 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Поперечная сила на остальных опорах справа и слева:

$$Q = 0,5ql_{01} = 0,5 \cdot 14,046 \cdot 6,68 = 46,91 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

Проверим правильность предварительного назначения высоты сечения второстепенной балки по формуле:

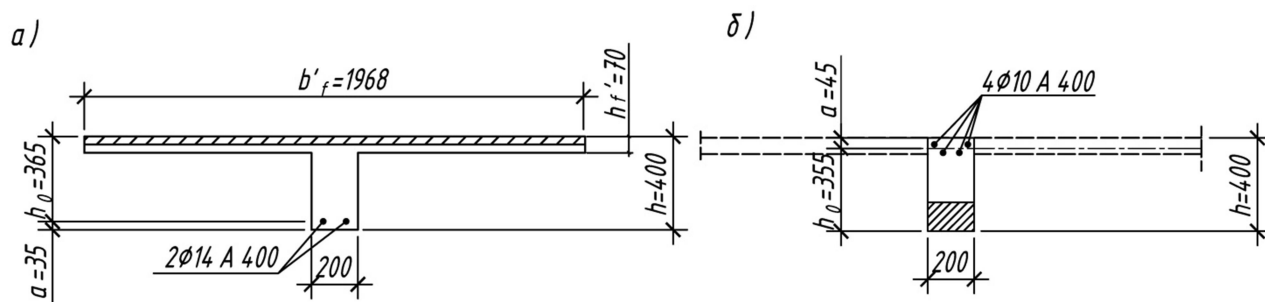
$$h_0 \geq \sqrt{\frac{M}{0,289R_b b}} = \sqrt{\frac{28,24 \cdot 10^6}{0,289 \cdot 14,5 \cdot 200}} = 183,6 \text{ мм}$$

Или  $h_0 + a = 183,6 + 45 = 228,6 \text{ мм} < 400 \text{ мм}$ , т.е. увеличивать высоту сечения балки не требуется.

Для второстепенных балок в качестве рабочей продольной арматуры используют арматуру класса А400:  $R_{sn}=400 \text{ МПа}$ ,  $R_s=350 \text{ МПа}$ ,  $R_{sw}=280 \text{ МПа}$ ,  $E_s=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;

Выполним расчеты прочности сечений, нормальных к продольной оси балки, на действие изгибающих моментов.

### Сечение в первом пролёте: $M=35,94\text{кН}\cdot\text{м}$



**Рис. 2. 4. К расчету продольной арматуры в сечениях второстепенной балки:**

а – в пролёте; б – на опоре

Определим расчетную ширину полки таврового сечения согласно п. 3.26 [9]:

при  $h'_f / h = 70 / 400 = 0,175 > 0,1$  и  $2 \cdot 1 / 6 \cdot 5305 + 200 = 1968\text{мм} < 2500\text{мм}$

Принимаем  $b'_f = 1968\text{мм}$

Вычислим  $h_0 = h - a = 400 - 35 = 365\text{ мм}$

Так как,

$R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f) = 14,5 \cdot 1968 \cdot 70 \cdot (365 - 0,5 \cdot 70) = 659,18\text{кН} \cdot \text{м} > M = 35,94\text{кН} \cdot \text{м}$ , то

граница сжатой зоны проходит в полке, и расчет производим как для

прямоугольного сечения шириной  $b = b'_f = 1968\text{мм}$

$$\text{Вычислим } \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{35,94 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1968 \cdot 365^2} = 0,0095 < \alpha_R = 0,391$$

Тогда требуемая по расчету площадь продольной рабочей арматуры будет равна:

$$A_s = R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) / R_s = 14,5 \cdot 1968 \cdot 365 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0095}) / 350 = 284,07\text{мм}^2$$

Принимаем 2Ø14 А400,  $A_s=308\text{мм}^2$ .

**Сечение на опоре В:  $M=28,24\text{кН}\cdot\text{м}$**

Вычислим  $h_0 = h - a = 400 - 45 = 355\text{ мм}$ ,

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{28,24 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1968 \cdot 355^2} = 0,0079 < \alpha_R = 0,391$$

Тогда требуемая по расчету площадь продольной рабочей арматуры бу- дет равна:

$$A_s = R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) / R_s = 14,5 \cdot 1968 \cdot 355 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0079}) / 350 = 229,6 \text{ мм}^2$$

Принимаем для проверки расчета  $4\varnothing 10 \text{ A400}$ ,  $A_s = 314 \text{ мм}^2$ .

**Сечение во втором пролёте и на опоре С :  $M = 39,17 \text{ кН} \cdot \text{м}$**

Определим расчетную ширину полки таврового сечения согласно п.

3.26[9]: при  $h'_f / h = 70 / 400 = 0,175 > 0,1$  и  $2 \cdot 1 / 6 \cdot 6680 + 200 = 2426 \text{ мм} < 2500 \text{ мм}$

Принимаем  $b'_f = 2426 \text{ мм}$

Вычислим  $h_0 = h - a = 400 - 35 = 365 \text{ мм}$

Так как,

$R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 h'_f) = 14,5 \cdot 2426 \cdot 70 \cdot (365 - 0,5 \cdot 70) = 812,59 \text{ кН} \cdot \text{м} > M = 35,94 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , то граница сжатой зоны проходит в полке, и расчет производим как для прямоугольного сечения шириной  $b = b'_f = 2426 \text{ мм}$

$$\text{Вычислим } \alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{39,17 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 2426 \cdot 365^2} = 0,0084 < \alpha_R = 0,391$$

Тогда требуемая по расчету площадь продольной рабочей арматуры будет равна:

$$A_s = R_b b h_0 (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) / R_s = 14,5 \cdot 2426 \cdot 365 (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0084}) / 350 = 309,5 \text{ мм}^2$$

Принимаем во втором пролёте  $2\varnothing 16 \text{ A400}$ ,  $A_s = 402 \text{ мм}^2$  и на промежуточной опоре С  $4\varnothing 10 \text{ A400}$ ,  $A_s = 314 \text{ мм}^2$ .

## Расчёт прочности наклонных сечений

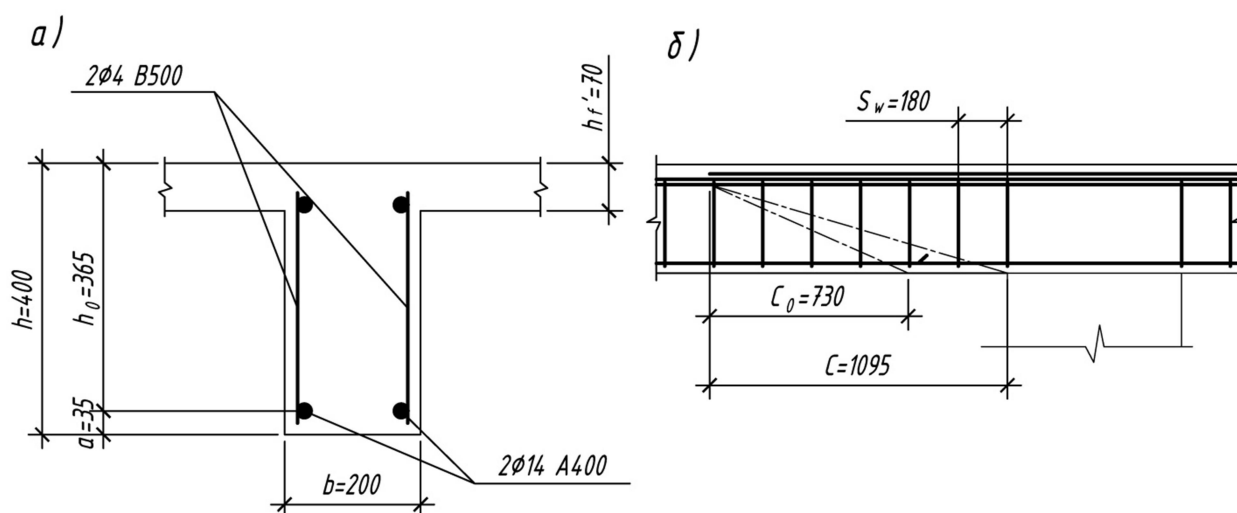


Рис. 2. 5. Расчету прочности наклонного сечения второстепенной балки:

а - размеры сечения;

б - расположение опасного наклонного сечения и опасной наклонной трещины

Выполним расчет прочности наиболее опасного сечения второстепенной балки на действие поперечной силы у опоры В слева.

Согласно [табл.5,8] из условия сварки принимаем поперечные стержни Ø4 мм класса В500 ( $R_{sw}=300$  МПа, число каркасов -2,  $A_{sw}=25,1$  мм<sup>2</sup>)

Согласно требованиям п. 5.21[9] назначаем шаг поперечных стержней:

$$S_w=180\text{ мм} < h_0 / 2 = 365 / 2 = 182,5\text{ мм}$$

Поперечная сила на опоре  $Q=49,43\text{ кН} \cdot \text{м}$ , фактическая равномерно распределенная нагрузка  $q=14,046\text{ кН} / \text{м}$

Проверим прочность наклонной полосы на сжатие из условия (3.43) [9]:

$$0,3R_b b h_0 = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 200 \cdot 365 = 317550\text{ Н} = 317,55\text{ кН} > Q = 49,93\text{ кН}, \text{ т.е.}$$

прочность наклонной полосы ребра балки обеспечена.

По формуле (3.48) [9] определим интенсивность поперечного армирования:  $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / s_{sw} = 300 \cdot 25,1 / 180 = 41,83 \text{ кН / м}$

Поскольку  $\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{41,83}{1,05 \cdot 200} = 0,199 < 0,25$ , то

$$M_b = 6h_0^2 q_{sw} = 6 \cdot 0,365^2 \cdot 41,83 = 33,44 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Согласно п. 3.32 [9] определяем длину проекции опасного наклонного сечения

Так как  $\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{41,83}{1,05 \cdot 200} = 0,199 < 2$ , то с находим по формуле

$$c = \frac{M_b}{q} = \frac{33,44}{14,046} = 2,38 \text{ м} > 3h_0 = 3 \cdot 0,365 = 1,095 \text{ м}, \text{ принимаем } c = 1,095 \text{ м}$$

Согласно п. 3.31 [9] находим длину проекции наклонной трещины  $c_0$  :

$$\text{Так как } c_0 = c = 1,095 \text{ м} > 2h_0 = 2 \cdot 0,365 = 0,73 \text{ м}$$

То принимаем  $c = 0,730 \text{ м}$ , тогда :

$$Q_{sw} = 0,75 q_{sw} c_0 = 0,75 \cdot 41,83 \cdot 0,73 = 22,9 \text{ кН}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{33,44}{1,095} = 30,54 \text{ кН}$$

$$Q = Q_{\max} - qc = 49,43 - 14,046 \cdot 1,095 = 34,05 \text{ кН}$$

Проверим условие (3,34)[9]:

$$Q_b + Q_{sw} = 30,54 + 22,9 = 53,44 \text{ кН} > Q = 34,05 \text{ кН},$$

т. е. прочность наклонного сечения по поперечной силе обеспечена.

Требования п. 3.35 [9] также выполняются, поскольку

$$s_{\max} = R_{bt} b h_0^2 / Q_{\max} = 1,05 \cdot 200 \cdot 365^2 / (49,43 \cdot 10^3) = 566 \text{ мм} > s_w = 180 \text{ мм}$$

$$300 \text{ мм} \geq S_1 \leq 0,5h_0 = 0,5 \cdot 0,355 = 0,180 \text{ мм} \text{ -у опоры}$$

$$500 \text{ мм} \geq S_1 \leq 0,75h_0 = 0,5 \cdot 0,365 = 0,274 \text{ мм} \text{ -у опоры}$$

По конструктивным требованиям принимаем шаг поперечных

стержней вблизи опоры  $S_1 = 180 \text{ мм}$  на расстоянии  $L \geq \frac{1}{4} l = \frac{1}{4} \cdot 5305 = 1326 \text{ мм}$ ,



что кратно шагу поперечных стержней  $S_1$ , на остальной части пролёта принимаем шаг  $S_2=270\text{мм}$ .

Рассмотрим сечение на опоре С.

По [табл.5,8] из условия сварки принимаем поперечные стержни  $\varnothing 4$  мм класса В500 ( $R_{sw}=300$  Мпа, число каркасов -2,  $A_{sw}=25,1 \text{ мм}^2$ )

Согласно требованиям п. 5.21[9] назначаем шаг поперечных стержней:

$$S_w=180\text{мм} < h_0 / 2 = 365 / 2 = 182,5\text{мм}$$

Поперечная сила на опоре  $Q = 46,91\text{кН} \cdot \text{м}$ , фактическая равномерно распределенная нагрузка  $q = 14,046\text{кН} / \text{м}$

Проверим прочность наклонной полосы на сжатие из условия (3.43) [9]:  $0,3R_b b h_0 = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 200 \cdot 365 = 317550\text{Н} = 317,55\text{кН} > Q = 46,91\text{кН}$ , т.е.

прочность наклонной полосы ребра балки обеспечена.

По формуле (3.48) [9] определим интенсивность поперечного армирования:  $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / s_{sw} = 300 \cdot 25,1 / 180 = 41,83\text{кН} / \text{м}$

Поскольку  $\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{41,83}{1,05 \cdot 200} = 0,199 < 0,25$ , то

$$M_b = 6h_0^2 q_{sw} = 6 \cdot 0,365^2 \cdot 41,83 = 33,44\text{кН} \cdot \text{м}$$

Согласно п. 3.32 [9] определяем длину проекции опасного наклонного сечения

Так как  $\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{41,83}{1,05 \cdot 200} = 0,199 < 2$ , то с находим по формуле

$$c = \frac{M_b}{q} = \frac{33,44}{14,046} = 2,38\text{м} > 3h_0 = 3 \cdot 0,365 = 1,095\text{м}, \text{ принимаем } c=1,095\text{м}$$

Согласно п. 3.31 [9] находим длину проекции наклонной трещины  $c_0$  :

Так как  $c_0 = c = 1,095\text{м} > 2h_0 = 2 \cdot 0,365 = 0,73\text{м}$

То принимаем  $c=0,730\text{м}$ , тогда :

$$Q_{sw} = 0,75 q_{sw} c_0 = 0,75 \cdot 41,83 \cdot 0,73 = 22,9\text{кН}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{33,44}{1,095} = 30,54 \text{ кН}$$

$$Q = Q_{\max} - qc = 46,91 - 14,046 \cdot 1,095 = 31,53 \text{ кН}$$

Проверим условие (3,34)[9]:

$$Q_b + Q_{sw} = 31,53 + 22,9 = 54,43 \text{ кН} > Q = 31,53 \text{ кН} ,$$

т. е. прочность наклонного сечения по поперечной силе обеспечена.

Требования п. 3.35 [9] также выполняются, поскольку

$$s_{\max} = R_{bt} b h_0^2 / Q_{\max} = 1,05 \cdot 200 \cdot 365^2 / (46,91 \cdot 10^3) = 596 \text{ мм} > s_w = 180 \text{ мм}$$

$$300 \text{ мм} \geq S_1 \leq 0,5 h_0 = 0,5 \cdot 0,355 = 0,180 \text{ мм} \text{ -у опоры}$$

$$500 \text{ мм} \geq S_1 \leq 0,75 h_0 = 0,5 \cdot 0,365 = 0,274 \text{ мм} \text{ -у опоры}$$

По конструктивным требованиям принимаем шаг поперечных стержней вблизи опоры  $S_1 = 180 \text{ мм}$  на расстоянии  $L \geq \frac{1}{4} l = \frac{1}{4} \cdot 5305 = 1326 \text{ мм}$  , что кратно шагу поперечных стержней  $S_1$  , на остальной части пролёта принимаем шаг  $S_2 = 270 \text{ мм}$ .



Таблица 2.2.Сбор нагрузок от сборного перекрытия

| Вид нагрузки                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Нормативная нагрузка, $\text{кН/м}^2$    | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, $\text{кН/м}^2$      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Постоянная:</b><br>- от линолеума<br>-от цементно-песчаной стяжки, $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$ , $h=50 \text{ мм}$ ;<br>-от гравия керамзитового, $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$ ;<br>-от железобетонной панели (по каталогу) приведенной толщиной $12,55 \text{ см}$ , $t=0,1255 \text{ м}$ , $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$ | $0,050$<br>$0,600$<br>$0,360$<br>$3,138$ | $1,3$<br>$1,3$<br>$1,2$<br>$1,1$              | $0,065$<br>$0,780$<br>$0,468$<br>$3,451$ |
| <i>Итого</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $g^n=4,148$                              |                                               | $g=4,764$                                |
| <b>Временная:</b><br>-кратковременная<br>-длительная                                                                                                                                                                                                                                                                       | $1,050$<br>$0,450$                       | $1,3$<br>$1,3$                                | $1,365$<br>$0,585$                       |
| <b>Итого</b><br><b>Полная нагрузка:</b><br>-постоянная и длительная<br>-кратковременная                                                                                                                                                                                                                                    | $p^n=1,500$<br>$4,598$<br>$1,050$        |                                               | $p=1,950$<br>$5,349$<br>$1,365$          |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $p^n+g^n=5,648$                          |                                               | $p+g=6,714$                              |

*Определение нагрузок и усилий.*

На 1 м панели шириной 150 см действуют следующие нагрузки, Н/м:  
 Определяется расчётная нагрузка на 1 м длины плиты при ширине 2,2 м с учётом коэффициента надёжности по назначению здания  $\gamma_n = 0,95$  (класс ответственности здания II):

— для расчета по прочности

$$q = 6,714 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 9,567 \text{ кН / м}$$

— для расчета по второй группе предельных состояний

$$\text{полная } q_{tot} = 5,648 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 8,048 \text{ кН / м}$$

$$\text{длительная } q_l = 4,598 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 6,552 \text{ кН / м}$$

Расчетные усилия:

-для расчета прочности

$$M = \frac{q \cdot l_0^2}{8} = \frac{9,567 \cdot 6,95^2}{8} = 57,76 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q = \frac{q \cdot l_0}{2} = \frac{9,567 \cdot 6,95}{2} = 33,25 \text{ кН}.$$

– для расчета по второй группе предельных состояний

$$M^{tot} = \frac{q^{tot} \cdot l_0^2}{8} = \frac{8,048 \cdot 6,95^2}{8} = 48,59 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_l = \frac{q^l \cdot l_0^2}{8} = \frac{6,552 \cdot 6,95^2}{8} = 39,56 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

*Подбор сечений.*

Для изготовления сборной панели принимаем:

- бетон класса В25:  $E_b=30 \cdot 10^3$  МПа,  $R_b=14,5$  МПа,  $R_{bt}=1,05$  МПа,

$R_{bn}=R_{b,ser}=18,5$  МПа,  $R_{btn}=R_{bt,ser}=1,55$  МПа,  $\gamma_{B2}=0,9$ ;

- напрягаемая арматура класса А800:  $R_{sn}=800$  МПа,  $R_s=695$  МПа,  $R_{sw}=545$  МПа,  $E_s=2 \cdot 10^5$  МПа;

- арматура сварных сеток и каркасов из проволоки класса В<sub>500</sub>:

$R_s=435$  МПа,  $R_{sw}=300$  МПа,  $E_s=2 \cdot 10^5$  МПа.

Арматуру натягивают на упоры формы электротермическим способом, а обжатие производят усилием напрягаемой арматуры при достижении прочности

$R_{bp}=0,6 \cdot B25=0,6 \cdot 25=15$  МПа. Бетон изделия твердеет с помощью тепловой обработки (пропарки).

Панель рассчитываем как балку прямоугольного сечения с заданными размерами  $b \times h=150 \times 22$  см (где  $b$  – номинальная ширина;  $h$  – высота панели). Проектируем панель семипустотной. В расчете поперечное сечение пустотной панели приводим к эквивалентному двутавровому сечению. Заменяем площадь круглых пустот прямоугольниками той же площади и того же момента инерции.

Предварительное напряжение арматуры принимается:  
 $\sigma_{sp}=0,6R_{sn}=0,6\cdot 800=470$  МПа. Проверяем соблюдение условия:

$$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} \leq R_{sn}; \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} \geq 0,3R_{sn};$$

при электротермическом способе натяжения:

$$\Delta\sigma_{sp} = 30 + 360 / l = 30 + 360 / 7.2 = 80 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} = 470 + 80 = 550 \text{ МПа} < R_{sn} = 785 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 470 - 80 = 390 \text{ МПа} > 0,3 \cdot 785 = 235,5 \text{ МПа},$$

т.е. условия выполняются.

Вычисляем коэффициент точности натяжения арматуры, учитывающий возможные отклонения предварительного напряжения арматуры

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp},$$

где

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \cdot \frac{\Delta\sigma_{sp}}{\sigma_{sp}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) = 0,5 \cdot \frac{80}{470} \cdot \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{8}} \right) = 0,115 \approx 0,12,$$

где  $n_p$  - число напрягаемых в сечении стержней.

При благоприятном влиянии предварительного напряжения

$$\gamma_{sp} = 1 - 0,12 = 0,88;$$

при проверке по образованию трещин в верхней (сжатой) зоне плиты при обжатии  $\gamma_{sp} = 1 + 0,12 = 1,12$ .

Предварительное напряжение арматуры с учетом точности натяжения  
 $\sigma_{sp}=0,88\cdot 470=413,6$  МПа.

*Расчет прочности панели по сечению, нормальному к продольной оси.*

Расчетная высота сечения  $h_0=h-a=22-3=19$  см.

Проверяем положение нейтральной оси:

$$R_b \cdot \gamma_{\epsilon 2} \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f) = 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 1,46 \cdot 0,031 \cdot (0,19 - 0,5 \cdot 0,031) = \\ = 103,07 \text{ кН} \cdot \text{м} > M = 57,76 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

т.е. граница сжатой зоны проходит в полке – расчет производится как для прямоугольного сечения.

Определяется значение коэффициента  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{57,76}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 1,46 \cdot 0,19^2} = 0,076$$

По таблице IV.2.[8] для класса арматуры А800 и  $\sigma_{sp}/R_s = 0,7$  находим  $\xi_R = 0,43$ . Вычисляем характеристику сжатой зоны сечения:

Вычисляется относительная высота сжатой зоны

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,076} = 0,079$$

Условие  $\xi \leq \xi_R$  соблюдается, расчетное сопротивление напрягаемой арматуры  $R_s$  можно увеличить путем умножения на коэффициент условной работы  $\gamma_{s3}$ , учитывающий увеличение сопротивления напрягаемой арматуры выше условного предела текучести.

Так как  $\xi/\xi_R = 0,079/0,43 = 0,184 < 0,6$  принимаем  $\gamma_{s3} = 1,1$ .

Площадь сечения продольной напрягаемой арматуры

$$A_s = \frac{\xi \cdot R_b \cdot b \cdot h_0}{R_s \cdot \gamma_{s3}} = \frac{0,079 \cdot 14,5 \cdot 1460 \cdot 190}{695 \cdot 1,1} = 424,82 \text{ мм}^2 = 4,2 \text{ см}^2.$$

Принимаем 8Ø10 А800,  $A_s = 6,28 \text{ см}^2$ .

В многопустотных плитах в соответствии с [9] наибольшее расстояние между осями стержней продольной арматуры не должно превышать  $2h = 2 \cdot 220 = 440 \text{ мм}$  и не должно быть более 400 мм.

*Расчет прочности наклонного сечения.*

Поперечная сила на опоре  $Q_{\max} = 33,25 \text{ кН}$ , сплошная равномерно распределённая нагрузка  $q_1 = q = 9,567 \text{ кН/м}$ , геометрические размеры поперечного сечения даны на рис.

Выполним проверку прочности наклонных сечений плиты на действие поперечной силы при отсутствии поперечной арматуры согласно п.3.40[11].

Проверяем условие (3.70) [11].

Так как  $2,5R_{bt}bh_0 = 2,5 \cdot 1,05 \cdot 10^3 \cdot 0,347 \cdot 0,19 = 173,07 \text{ кН} > Q_{\max} = 33,25 \text{ кН}$ , то

условие (3.70) [11] выполняется.

Проверим условие (3.71) [11], принимая приближённо значение, а величину проекции опасного наклонного сечения  $c=h_0$  (минимальное значение).

Находим усилие обжатия от растянутой арматуры:

$$P = 0,7 \cdot \sigma_{sp} \cdot A_{sp} = 0,7 \cdot 470 \cdot 10^3 \cdot 6,28 \cdot 10^{-4} = 206,612 \text{ кН}$$

По формуле (3.53а) [11] определяем коэффициент  $\varphi_n$ . Вычислим площадь бетонного сечения плиты без учета свесов сжатой полки (см. рис. 2.6).

$$A_1 = 458 \cdot 220 + 38,45(1460 - 458) = 139287 \text{ мм}^2$$

$$\varphi_n = 1 + 1,6 \frac{P}{R_b A_1} - 1,16 \left( \frac{P}{R_b A_1} \right)^2 = 1 + 1,6 \cdot 0,102 - 1,16 \cdot 0,102^2 = 1,151$$

$$\frac{P}{R_b A_1} = \frac{206612}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 139287} = 0,102$$

$$\text{Находим } Q_{b,\min} = 0,5 R_{bt} b h_0 = 0,5 \cdot 1,05 \cdot 10^3 \cdot 0,347 \cdot 0,19 = 34,61 \text{ кН}$$

$$\text{Поскольку } Q = Q_{\max} - q_1 c = 33,25 - 9,567 \cdot 0,19 = 31,43 \text{ кН} < Q_{b,\min} = 34,61 \text{ кН}$$

Следовательно, для прочности наклонных сечений плиты не требуется поперечная арматура.

*Расчет панели по предельным состояниям второй группы.*

Согласно требованиям п. 8.2.6 [13] к заданной плите предъявляются следующие требования:

- непродолжительное раскрытие трещин не должно превосходить  $a_{crc1} = 0,3 \text{ мм}$
- продолжительное -  $a_{crc2} = 0,2 \text{ мм}$ .

По таблице Е.1 поз. 2 [13] для расчетного пролета 6950 м относительное значение предельного прогиба равно  $1/150 - (1/150 - 1/200) \cdot (6,95 - 3) / (6 - 3) = 0,0044$ , и следовательно, величина предельного прогиба составляет  $f_{ult} = 0,0044 \cdot 6950 = 30,58 \text{ мм}$ .

Геометрические свойства:

Находится площадь приведенного сечения:



$$A_{red} = b'_f \cdot h'_f + b_f \cdot h_f + b \cdot h + \alpha \cdot A_{sp}$$

где  $\alpha$  – коэффициент приведения арматуры к бетону

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^3} = 6,67$$

$$A_{red} = 1460 \cdot 39 + 1460 \cdot 38 + 143 \cdot 458 + 6,67 \cdot 6,28 = 177956 \text{ мм}^2$$

Принимается толщина защитного слоя бетона  $a = 30 \text{ мм}$

Определяется статический момент приведенного сечения относительно нижней грани:

$$\begin{aligned} S_{red} &= b'_f \cdot h'_f \cdot y_3 + b \cdot h \cdot y_2 + b_f \cdot h_f \cdot y_1 + a \cdot \alpha \cdot A_{sp} = \\ &= 1460 \cdot 39 \left(220 - \frac{39}{2}\right) + 458 \cdot 143 \left(\frac{143}{2} + 38\right) + 1460 \cdot 38 \cdot \frac{38}{2} + 30 \cdot 6,67 \cdot 6,28 = 1964 \cdot 10^4 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

Расстояние от центра тяжести приведенного сечения до нижней грани:

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{1964 \cdot 10^4}{177956} = 110,36 \text{ мм}$$

Расстояние от центра тяжести напрягаемой арматуры до центра тяжести приведенного сечения:

$$e_{op1} = y_0 - a = 110,36 - 30 = 80,36 \text{ мм}$$

Момент инерции приведенного сечения:

$$\begin{aligned} I_{red} &= \frac{b'_f \cdot h_f^3}{12} + b'_f \cdot h'_f \cdot (y_0 - y_3)^2 + \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (y_0 - y_2)^2 + \frac{b_f \cdot h_f^3}{12} + b_f \cdot h_f \cdot (y_0 - y_1)^2 + \\ &+ a \cdot A_{sp} \cdot e_{op1}^2 \\ I_{red} &= \frac{1460 \cdot 39^3}{12} + 1460 \cdot 39 \cdot \left(110 - \left(220 - \frac{39}{2}\right)\right)^2 + \frac{458 \cdot 143^3}{12} + 458 \cdot 143 \cdot \left(110 - \left(38 + \frac{143}{2}\right)\right)^2 + \\ &+ \frac{1460 \cdot 38^3}{12} + 1460 \cdot 38 \cdot \left(110 - \frac{38}{2}\right)^2 + 6,67 \cdot 628 \cdot 80^2 = 1078,1 \cdot 10^6 \text{ мм}^4 \end{aligned}$$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно грани, растянутой от внешней нагрузки:

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{1078,1 \cdot 10^6}{110,36} = 9768,9 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

где значения коэффициента  $\gamma$ , учитывающего пластические свойства бетона, принимаются по приложению 5. Принимается  $\gamma = 1,25$ .

Определяется расстояние от центра тяжести приведенного сечения до верхней ядровой точки:  $r = \frac{W_{red}}{A_{red}} = \frac{9768,9 \cdot 10^3}{177956} = 54,9 \text{ мм}$

*Определение потерь предварительного напряжения при натяжении арматуры на упоры.*

Предварительное напряжение в арматуре  $\sigma_{sp}$  без учета потерь принято  $0,6R_{sn}=0,6 \cdot 800=470 \text{ МПа}$ .

При расчете потерь коэффициент точности натяжения арматуры  $\gamma_{sp}=1$ .  
Определяем первые потери:

от релаксации напряжений в арматуре  $\Delta\sigma_{sp1}$   
 $=0,03\sigma_{sp}=0,03 \cdot 470=14,1 \text{ МПа}$ ;

от температурного перепада  $\Delta\sigma_{sp2}=0$ , так как при пропаривании форма с упорами нагревается вместе с панелью;

Потери от деформации формы  $\Delta\sigma_{sp3}=0$  и потери от деформации анкеров  $\Delta\sigma_{sp4}=0$  (учитываются при расчете длины заготовки арматуры).

Таким образом, первые потери

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \Delta\sigma_{sp1} + \Delta\sigma_{sp2} + \Delta\sigma_{sp3} + \Delta\sigma_{sp4} = 14,1 + 0 + 0 + 0 = 14,1 \text{ МПа}$$

Усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь

$$P_1 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp(1)}) = 6,28 \cdot 10^{-4} (470 - 14,1) \cdot 10^3 = 286,3 \text{ кН}$$

### **Вторые потери**

Потери от усадки бетона

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s = 0,0002 \cdot 2 \cdot 10^5 = 40 \text{ МПа}$$

где  $\varepsilon_{b,sh}$  – деформация усадки бетона В25.

Максимальное сжимающее напряжение на уровне крайнего волокна без учета влияния собственного веса плиты:

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot e_{op1} \cdot y_0}{I_{red}} = \frac{286,3 \cdot 10^3}{177956 \cdot 10^{-6}} + \frac{286,3 \cdot 10^3 \cdot 0,08 \cdot 0,11}{107810 \cdot 10^{-8}} = 3,95 \text{ МПа}$$

Принимается передаточная прочность бетона :

$$R_{bp} = 15 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{bp} = 3,95 \text{ МПа} < 0,9 R_{bp} = 13,5 \text{ МПа} - \text{условие выполняется.}$$

Нагрузка от собственной массы плиты

$$q_{gn} = 3,138 \cdot 1,5 = 4,71 \text{ кН / м}$$

Изгибающий момент от собственного веса плиты

$$M_{gn} = \frac{6,22 \cdot 6,95^2}{8} = 37,56 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Напряжение на уровне центра тяжести продольной арматуры

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{(P_1 \cdot e_{op1} - M_{gn}) \cdot e_{op1}}{I_{red}} = \frac{286,3 \cdot 10^3}{177956 \cdot 10^{-6}} + \frac{(286,3 \cdot 10^3 \cdot 0,08 - 37560) \cdot 0,08}{107810 \cdot 10^{-8}} = 0,521 \text{ МПа}$$

Напряжения  $\sigma'_{bp}$  на уровне крайнего сжатого волокна при эксплуатации соответственно будут равны:

$$\sigma'_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} - \frac{(P_1 \cdot e_{op1} - M_{gn}) \cdot (h - y)}{I_{red}} = \frac{286,3 \cdot 10^3}{177956 \cdot 10^{-6}} - \frac{(286,3 \cdot 10^3 \cdot 0,08 - 37560)(0,22 - 0,11036)}{107810 \cdot 10^{-8}} = 3,099 \text{ МПа}$$

Потери от ползучести арматуры  $\Delta\sigma_{sp6}$ :

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot \alpha \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \sigma_{bp}}{1 + \alpha \cdot \mu_{sp} \cdot (1 + \frac{e_{op1} \cdot y_s \cdot A_{red}}{I_{red}})(1 + 0,8 \cdot \varphi_{b,cr})}$$

где  $\varphi_{b,cr}$  – коэффициент ползучести бетона (принимается по приложению 6).

Для класса бетона В25 и нормальной влажности 40–75%  $\varphi_{b,cr} = 2,5$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^3} = 6,67$$

$$\mu_{sp} = \frac{A_{sp}}{A} = \frac{628}{177914} = 0,0035$$

- на уровне растянутой напрягаемой арматуры:

$$\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot 6,67 \cdot 2,5 \cdot 0,521}{1 + 6,67 \cdot 0,0035 \cdot (1 + \frac{0,08 \cdot 0,08 \cdot 177956}{1078,1})(1 + 0,8 \cdot 2,5)} = 6,08 \text{ МПа}$$

С учетом тепловой обработки бетона при атмосферном давлении необходимо умножить полученный результат на коэффициент 0,85. Тогда окончательно получим:

$$\Delta\sigma_{sp6} = 6,08 \cdot 0,85 = 5,17 \text{ МПа}$$

- на уровне крайнего сжатого волокна потери напряжений от ползучести (при отсутствии арматуры в сжатой при эксплуатации зоне бетона) составят:

$$\Delta\sigma_{sp6} = 0,8\varphi_{b,cr}\alpha\sigma'_{bp} = 0,8 \cdot 2,5 \cdot 6,67 \cdot 3,099 = 41,34 \text{ МПа}$$

С учетом тепловой обработки бетона получим:

$$\Delta\sigma'_{sp6} = 41,34 \cdot 0,85 = 35,14 \text{ МПа}$$

Суммарные вторые потери:

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \Delta\sigma_{sp5} + \Delta\sigma_{sp6} = 40 + 6,08 \cdot 0,85 = 45,17 \text{ МПа}$$

Полные потери:

$$\Delta\sigma_{sp2} = \Delta\sigma_{sp(1)} + \Delta\sigma_{sp(2)} = 14,1 + 45,17 = 59,27 \text{ МПа}$$

Следовательно, принимаются полные потери:  $\Delta\sigma_{sp} = 100 \text{ МПа}$

Усилие в арматуре с учетом всех потерь:

$$P_2 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp}) = 6,28 \cdot 10^{-4} \cdot (470 - 100) \cdot 10^3 = 232,36 \text{ МПа}$$

### Расчет трещиностойкости плиты

Момент трещинообразования сечения определяем по формуле (9.36)[14]:

$$M_{crc} = \gamma \cdot W_{red} \cdot R_{bt,ser} + P_2(e_{op1} + r) = 1,25 \cdot 9768,9 \cdot 10^3 \cdot 1,55 + 232,36 \cdot 10^3 (80,36 + 54,9) = 50,36 \text{ кН}$$

Где  $\gamma = 1,20$  принято по табл. IV.5 [8].

Принимается  $M_{tot} = 50,36 \text{ кН} \cdot \text{м}$  (для конструкций 3-ей категории требований по трещиностойкости).

$M_{crc} = 41,95 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{tot} = 48,59 \text{ кН} \cdot \text{м}$ , следовательно, в растянутой зоне бетона трещины не образуются, т.е расчёт на раскрытие трещин не требуется.

**Определение прогиба плиты** в середине пролета от действия постоянных и длительных нагрузок выполняем в соответствии с требованиями пп.4.16–4.20 и 4.23[11].

Для нахождения кривизн определим значения модулей деформации сжатого бетона и коэффициентов приведения арматуры к бетону:

- При непродолжительном действии нагрузки:

$$E_{b1} = 0,85 E_b = 0,85 \cdot 30 \cdot 10^3 = 25,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{b1}} = \frac{2 \cdot 10^5}{25,5 \cdot 10^3} = 7,843$$

- При продолжительном действии нагрузки:

$$E_{b1} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}} = \frac{30 \cdot 10^3}{1 + 2,5} = 8571 \text{ МПа}$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_{b1}} = \frac{2 \cdot 10^5}{8571} = 23,33$$

В соответствии с рис. 2.11, в по формулам (2.11)–(2.13)[11] определяем характеристики приведенного сечения:

- При непродолжительном действии нагрузки:

$$A_{red} = 1460 \cdot 39 + 1460 \cdot 38 + 143 \cdot 458 + 7,843 \cdot 6,28 = 177963 \text{ мм}^2$$

$$S_{red} = 1460 \cdot 39 \left( 220 - \frac{39}{2} \right) + 458 \cdot 143 \left( \frac{143}{2} + 38 \right) + 1460 \cdot 38 \cdot \frac{38}{2} + 30 \cdot 7,843 \cdot 6,28 = 1964,4 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

$$I_{red} = \frac{1460 \cdot 39^3}{12} + 1460 \cdot 39 \cdot \left( 110 - \left( 220 - \frac{39}{2} \right) \right)^2 + \frac{458 \cdot 143^3}{12} + 458 \cdot 143 \cdot \left( 110 - \left( 38 + \frac{143}{2} \right) \right)^2 + \frac{1460 \cdot 38^3}{12} + 1460 \cdot 38 \cdot \left( 110 - \frac{38}{2} \right)^2 + 7,843 \cdot 6,28 \cdot 80^2 = 1082,8 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

- При продолжительном действии нагрузки:

$$A_{red} = 1460 \cdot 39 + 1460 \cdot 38 + 143 \cdot 458 + 23,33 \cdot 6,28 = 178060 \text{ мм}^2$$

$$S_{red} = 1460 \cdot 39 \left( 220 - \frac{39}{2} \right) + 458 \cdot 143 \left( \frac{143}{2} + 38 \right) + 1460 \cdot 38 \cdot \frac{38}{2} + 30 \cdot 23,33 \cdot 6,28 =$$

$$= 1964,7 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

$$I_{red} = \frac{1460 \cdot 39^3}{12} + 1460 \cdot 39 \cdot \left( 110 - \left( 220 - \frac{39}{2} \right) \right)^2 + \frac{458 \cdot 143^3}{12} + 458 \cdot 143 \cdot \left( 110 - \left( 38 + \frac{143}{2} \right) \right)^2 +$$

$$+ \frac{1460 \cdot 38^3}{12} + 1460 \cdot 38 \cdot \left( 110 - \frac{38}{2} \right)^2 + 23,33 \cdot 628 \cdot 80^2 = 1145 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

Определяем кривизну балки при продолжительном действии постоянной и длительной нагрузок по формуле (4.32)[9]:

$$\left( \frac{1}{r} \right)_2 = \frac{M}{I_{red} \cdot E_{b1}} = \frac{39,56 \cdot 10^6}{1145 \cdot 10^6 \cdot 8571} = 0,4031 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

Кривизны от усилия предварительного обжатия Р будут равны:

- от непродолжительного действия усилия предварительного обжатия

$$\left( \frac{1}{r} \right)_3 = \frac{P \cdot e_{op}}{I_{red} \cdot E_b} = \frac{232,36 \cdot 10^3 \cdot 80,36}{1082,8 \cdot 10^6 \cdot 25500} = 0,06763 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

- от непродолжительного действия усилия предварительного обжатия

$$\left( \frac{1}{r} \right)_3 = \frac{P \cdot e_{op}}{I_{red} \cdot E_b} = \frac{232,36 \cdot 10^3 \cdot 80,36}{1145 \cdot 10^6 \cdot 8571} = 0,1903 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

Кривизна, обусловленная выгибом балки вследствие усадки и ползучести бетона от усилия предварительного обжатия, определенная по формуле (4.31)[11] составляет:

$$\left( \frac{1}{r_4} \right) = \frac{\sigma_{sb} - \sigma'_{sb}}{E_s \cdot h_0} = \frac{45,17 - 75,14}{200000 \cdot 190} = -0,0789 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

$$\Delta \sigma_{sb} = \Delta \sigma_{sp5} + \Delta \sigma_{sp6} = 40 + 5,17 = 45,17 \text{ МПа}$$

$$\Delta \sigma'_{sb} = \Delta \sigma_{sp5} + \Delta \sigma'_{sp6} = 40 + 35,14 = 75,14 \text{ МПа}$$

Находим:

$$\left( \frac{1}{r} \right)_3 + \left( \frac{1}{r} \right)_4 = 0,06763 \cdot 10^{-5} - 0,0789 \cdot 10^{-5} = -0,01127 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

Поскольку  $\left(\frac{1}{r}\right)_3 + \left(\frac{1}{r}\right)_4$  менее кривизны от усилия предварительного

обжати при продолжительном его действии, то принимаем

$$\left(\frac{1}{r}\right)_3 + \left(\frac{1}{r}\right)_4 = 0,1114 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

Тогда полная кривизна от действия постоянных и длительных нагрузок будет равна:

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{\max} = \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left[ \left(\frac{1}{r}\right)_3 + \left(\frac{1}{r}\right)_4 \right] = (0,4031 - 0,1114) \cdot 10^{-5} = 0,2917 \cdot 10^{-5} 1 / \text{мм}$$

Прогиб балки определяем по формуле (4.25)[9] принимая согласно таблице IV.8 приложения IV значение  $S = 5/48$ :

$$f = \left(\frac{1}{r}\right)_{\max} S l_0^2 = 0,2917 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{5}{48} \cdot 6950^2 = 14,68 \text{ мм} < f_{ult} = 30,58 \text{ мм}$$

Условие выполняется. Прогиб не превышает предельно допустимого значения.

### 2.3. Расчет сборного железобетонного марша

Требуется рассчитать и сконструировать железобетонный марш шириной 1200мм для лестниц жилого дома. Высота этажа-2,8м. Угол наклона марша  $\alpha = 30^\circ$ , ступени размером 15х30см. Бетон класса В25, арматура каркасов класса А240, сеток-класса В500.

Расчетные данные для бетона и арматуры:

- бетон класса В25:  $E_b = 30 \cdot 10^3$  МПа,  $R_b = 14,5$  МПа,  $R_{bt} = 1,05$  МПа,

$$R_{bn} = R_{b,ser} = 18,5 \text{ МПа}, R_{btн} = R_{bt,ser} = 1,55 \text{ МПа}$$

- арматура сварных сеток из проволоки класса Вр<sub>500</sub>:

$$R_s = 415 \text{ МПа}, R_{sw} = 300 \text{ МПа}, E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

- арматура каркасов из класса А400:  $R_s = 350$  МПа,  $R_{sw} = 280$  МПа,  $E_s = 2 \cdot 10^5$  МПа.

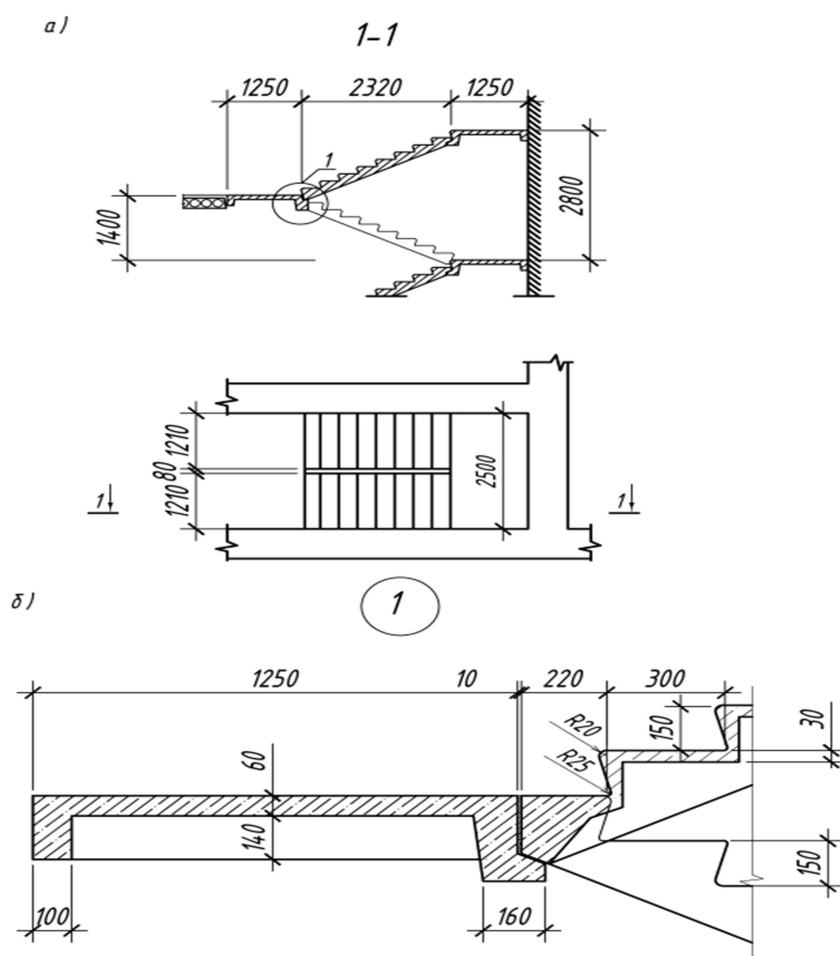
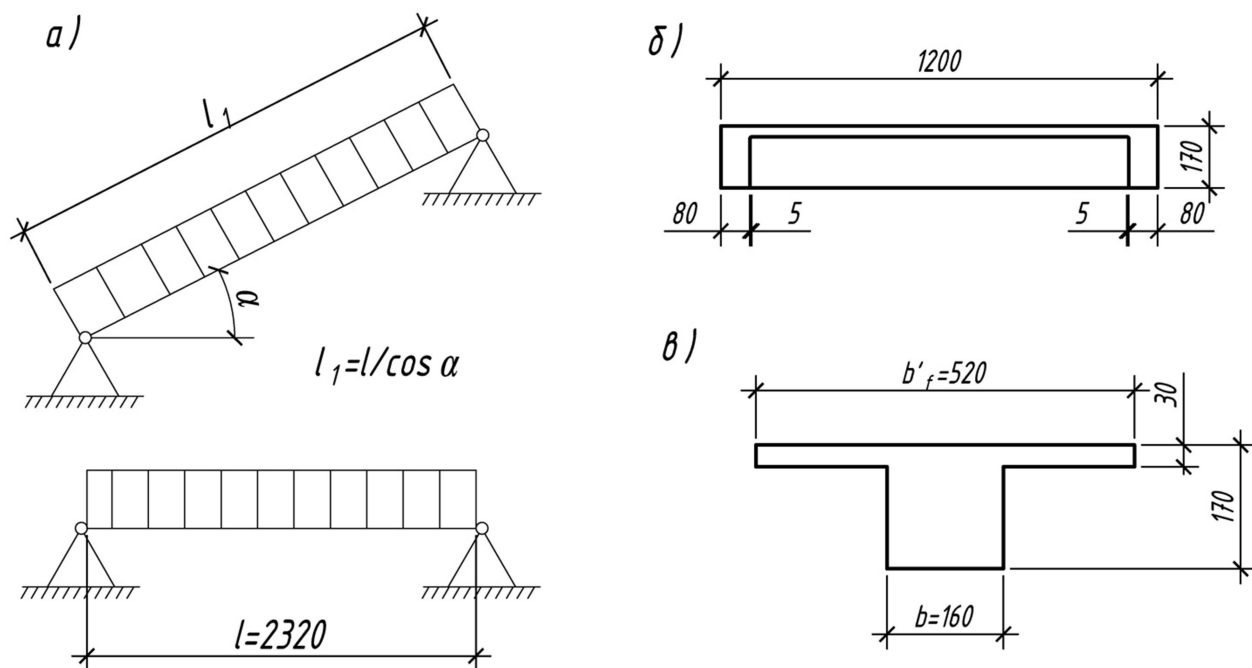


Рис.2.7. Детали сборной железобетонной двухмаршевой лестницы:



**а)марш, б)детали узла.**

Собственный вес типовых маршей составляет  $g^n=3,6 \text{ кН/м}^2$ . Расчетная схема марша приведена на рис.6,а. Временная нормативная нагрузка для лестниц жилого дома равна  $p^n=3 \text{ кН/м}^2$ , коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f=1,2$ ; длительно действующая временная нагрузка  $P_{ld}^n=1 \text{ кН/м}^2$ .



**Рис. 2.8. К расчету лестничного марша.**

**а – расчетная схема; б, в – фактическое и приведенное поперечные сечения**

Расчетная нагрузка на 1 м длины марша:

$$q = (q^n \cdot \gamma_f + p^n \cdot \gamma_f) \cdot a = (3,6 \cdot 1,1 + 3 \cdot 1,2) \cdot 1,2 = 9,1 \text{ кН / м}$$

Расчетный изгибающий момент в середине пролета марша:

$$M = \frac{ql_0^2}{8 \cos \alpha} = \frac{9,1 \cdot 2,32^2}{8 \cdot 0,866} = 7,07 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Поперечная сила на опоре:

$$Q = \frac{ql_0}{2 \cos \alpha} = \frac{9,1 \cdot 2,32}{2 \cdot 0,866} = 12,19 \text{ кН}$$

Предварительное назначение размеров сечения марша

Применительно к типовым заводским формам назначаем толщину плиты (по сечению между сечениями)  $h_f' = 30$  мм, высоту ребер (косоуров)  $h = 170$  мм, толщину ребер  $b_r = 80$  мм (рис. 2,б). Действительное сечение марша заменяем на расчетное тавровое с полкой в сжатой зоне (рис. 2,в):  $b = 2b_f = 2 \cdot 80 = 160$  мм; ширину полки  $b_f' = 2(l/6) + b = 2(232/6) + 16 = 93,3$  см или  $b_f' = 12h_f' + b = 12 \cdot 3 + 16 = 52$  см, принимаем за расчетное значение  $b_f' = 52$  см.

### **Подбор площади сечения продольной арматуры.**

#### **Расчет прочности панели по сечению, нормальному к продольной оси.**

Сечение тавровое (рис. 2.в) с полкой в сжатой зоне.

При  $h_f'/h = 30/170 = 0,176 > 0,1$  и  $2 \cdot l/6 \cdot l_{01} + b = 2 \cdot 1/6 \cdot 2320 + 160 = 933 \text{ мм} > 520 \text{ мм}$

Принимаем  $b_f' = 520 \text{ мм}$ .

Вычисляем  $h_0 = h - a = 170 - 25 = 145 \text{ мм}$

Проверяем условие:

$$R_b \cdot b_f' \cdot h_f' \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h_f') = 14,5 \cdot 520 \cdot 30 (145 - 0,5 \cdot 30) \cdot 10^{-6} = 29,41 \text{ кН} \cdot \text{м} > M = 7,07 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Т.е. граница сжатой зоны проходит в полке, и расчет производим как для прямоугольного сечения шириной  $b_f' = 520 \text{ мм}$  согласно.

Определяем значение коэффициента  $\alpha_m$  по формуле:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{7,07}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,520 \cdot 0,145^2} = 0,045 < \alpha_R = 0,391$$

Площадь сечения продольной рабочей арматуры:

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 520 \cdot 145 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,045})}{350} = 143,9 \text{ мм}^2.$$

Принимаем  $2\varnothing 10 \text{ A400}$ ,  $A_s = 157 \text{ мм}^2$ .

#### **Расчет прочности наклонного сечения.**

Проверим прочность наклонной полосы на сжатие из условия:

$$0,3R_b b h_0 = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 10^3 \cdot 0,16 \cdot 0,145 = 100,92 \text{ кН} > Q_{\max} = 12,19 \text{ кН}$$

Условие выполняется, прочность наклонного сечения обеспечивается.

Определяем интенсивность поперечного армирования:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S_w} = \frac{300 \cdot 57}{70} = 244,3 \text{ кН / м}$$

Так как  $\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{244,3}{1,05 \cdot 160} = 1,5 > 0,25$ . Условие выполняется.

Определяем значение  $M_b$ :

$$M_b = 1,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 1,5 \cdot 1,05 \cdot 160 \cdot 145^2 \cdot 10^{-6} = 5,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Определяем длину проекции опасного наклонного сечения (с), так как

$$\frac{q_{sw}}{R_{bt} \cdot b} = \frac{244,3}{1,05 \cdot 160} = 1,5 < 2, \text{ то } c \text{ определяем по формуле:}$$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{5,1}{9,1}} = 0,763 > 3h_0 = 3 \cdot 0,145 = 0,435 \text{ м}$$

Поэтому принимаем  $c = 0,435 \text{ м}$ . Находим длину проекции наклонной трещины  $c_0$ :  $c_0 = c = 0,435 \text{ м} > 2h_0 = 2 \cdot 0,145 = 0,29 \text{ м}$ . Принимаем  $c_0 = 0,29 \text{ м}$ .

$$\text{Тогда } Q_{sw} = 0,75 q_{sw} c_0 = 0,75 \cdot 244,3 \cdot 0,29 = 53,1 \text{ кН}$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{5,3}{0,435} = 12,2 \text{ кН}$$

$$Q = Q_{\max} - q_1 c = 12,19 - 9,1 \cdot 0,435 = 8,23 \text{ кН}$$

Проверяем условие:  $Q_b + Q_{sw} = 12,2 + 53,1 = 65,3 \text{ кН} > Q = 8,23 \text{ кН}$ , т.е.

прочность наклонного сечения по поперечной силе обеспечивается.

$$S_{\max} = \frac{R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2}{Q_{\max}} = \frac{1,05 \cdot 160 \cdot 145^2}{12,19 \cdot 10^3} = 289,76 \text{ мм} > S_w = 70 \text{ мм}$$

Принимаем поперечную арматуру  $\varnothing 6$  А240 ( $R_{sw} = 175 \text{ МПа}$ , число каркасов-2),  $A_{sw} = 0,283 \text{ м}^2$ . Хомуты устанавливаем с каждой стороны на длину  $l/4 = 700 \text{ мм}$ . Шаг поперечных стержней  $S_w = 70 \text{ мм} < h_0/2 = 145/2 = 72,5 \text{ мм}$ .

В средней части марша конструктивно принимаем поперечную арматуру с шагом  $S = 200 \text{ мм}$ .

## Расчёт полки плиты

При расчёте на местный изгиб из полки поперёк плиты вырезается

условная расчётная полоса шириной 1м, которая в дальнейшем рассматривается как балка, частично закреплённая в продольных рёбрах(опорах).Ширина расчётного сечения такой балки равна 100см, высота равна толщине полки  $h'_f=3\text{см}$ .

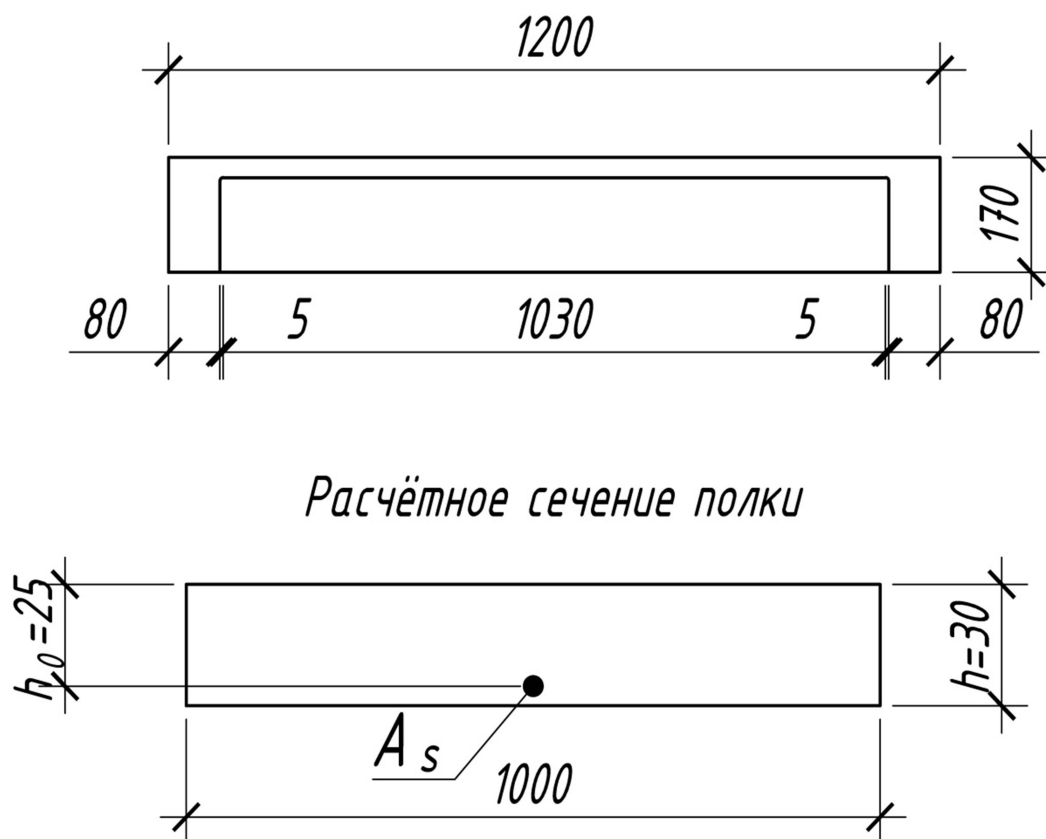


Рис.2.9. К расчёту полки на местный изгиб

Принимаем защитный слой толщиной  $a=5\text{мм}$ .Расчётная высота сечения  $h_0=2,5\text{см}$ .

Изгибающий момент определяем с учётом пластических деформаций частичного защемления полки в рёбрах и коэффициента по назначению здания.

Определяем расчётную длину:  $l_0 = b'_f - b - 40 = 520 - 60 - 40 = 0,42\text{м}$

$$q = (0,03 \cdot 25 \cdot 1,1 + 3 \cdot 1,2 + 3,6 \cdot 1) = 8,025$$

$$M = \frac{ql_0^2}{11 \cos \alpha} = \frac{8,025 \cdot 0,42^2}{11 \cdot 0,866} = 0,149 \text{кН} \cdot \text{м}$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{0,149}{14,5 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 0,025^2} = 0,016 < \alpha_R = 0,376$$

Площадь сечения арматуры сетки:

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 25 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,016})}{415} = 14,1 \text{ мм}^2.$$

Принимаем сетку с поперечной рабочей арматурой Ø3 мм Вр500 с шагом S=100мм( на 1м длины:As=126 мм<sup>2</sup>)

Принимаем армирование плиты марша в виде из стержней 4-бмм,расположенных с шагом 100-300мм. Хомуты выполняют диаметром 4-бмм с шагом 200мм.

Далее рассчитывают прогибы ребер и проверяют их по раскрытию трещин.

Вычисляем геометрические характеристики приведенного сечения (рис.2,в):

$$A = b'_f \cdot h'_f + (h - h'_f) \cdot b = 52 \cdot 3 + (17 - 3) \cdot 16 = 380 \text{ см}^2 = 0,038 \text{ м}^2$$

$$\text{Коэффициент приведения: } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20 \cdot 10^4}{30 \cdot 10^3} = 6,67$$

$$\text{Площадь приведённого сечения: } A_{red} = 380 + 6,67 \cdot 1,57 = 390,47 \text{ см}^2$$

Статический момент приведённого сечения:

$$S_{red} = 52 \cdot 3 \left(14 + \frac{3}{2}\right) + 14 \cdot 16 \cdot \frac{14}{2} + 6,67 \cdot 1,57 \cdot 0,5 = 3991 \text{ см}^3$$

Расстояние от оси, проходящей через нижнюю грань продольного ребра до центра тяжести приведённого сечения:

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{3991}{390,47} = 10,2 \text{ см}$$

Момент инерции приведённого сечения:

$$I_{red} = \frac{52 \cdot 3^3}{12} + 52 \cdot 3 \cdot 5,5^2 + \frac{16 \cdot 14^3}{12} + 14 \cdot 16 \cdot 3^2 + 6,67 \cdot 1,57 (10,2 - 3)^2 = 11053,6 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления приведенного сечения:

$$\text{-по нижней зоне: } W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{11053}{10,2} = 1083 \text{ см}^3$$

-по верхней зоне:  $W_{red} = \frac{I_{red}}{(h - y_0)} = \frac{11053}{(17 - 10,2)} = 1625 \text{ см}^3$

Упруго-пластичный момент для таврового сечения с полкой в сжатой зоне:  $W_{pl} = \gamma \cdot W_{red} = 1,3 \cdot 1083 = 1407,9 \text{ см}^3$

Упруго-пластичный момент для таврового сечения с полкой в растянутой зоне:  $W'_{pl} = \gamma \cdot W'_{red} = 1,15 \cdot 1625 = 1868,75 \text{ см}^3$

Выполним проверку трещиностойкости рёбер:

$$M_{n,ол} = \frac{q^n \cdot l_0^2}{8 \cos \alpha} = \frac{3,6 \cdot 1,2 \cdot 2,32^2}{8 \cdot 0,866} = 5,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_n = \frac{q^n \cdot l_0^2}{8 \cos \alpha} = \frac{(3,6 + 3) \cdot 2,32^2}{8 \cdot 0,866} = 8,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Условие не образования трещин в стадии эксплуатации:  $M_n \leq M_{crc}$

Момент сопротивления образованию трещин:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} = 1,55 \cdot 10^3 \cdot 1407,9 \cdot 10^{-6} = 2,2 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_n = 8,57 \text{ кН} \cdot \text{м}, \text{т.е. в}$$

растянутой зоне образуются трещины.

### Расчёт по раскрытию трещин

Расчёт по раскрытию трещин производится из условия:  $a_{crc} \leq a_{crc,ult}$

$a_{crc}$  - ширина раскрытия трещин от внешней нагрузки

$a_{crc,ult}$  - предельно допустимая ширина раскрытия трещин ( 0,3 мм- при продолжительном действии нагрузок, 0,4мм- при непродолжительном действии нагрузок)

$$a_{crc} = \phi_1 \phi_2 \phi_3 \psi_s l_s / E_s$$

**Ширина раскрытия трещин от кратковременного действия всей нагрузки:**

$$\text{Находим: } \sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot z_s} = \frac{8,57}{1,57 \cdot 0,12} = 45,49 \text{ МПа}$$

$$\psi_s = 1 - 0,8 M_{crc} / M = 1 - 0,8 \cdot 2,2 / 8,57 = 0,8 > 0,2$$

$$A_{bt} = b y_t k = 0,16 \cdot 0,102 \cdot 0,9 = 0,015 \text{ м}^2$$

$$l_s = 0,5 A_{bt} d_s / A_s = 0,5 \cdot 0,015 \cdot 0,01 / 1,57 \cdot 10^{-4} = 0,478 \text{ м}$$

Базовая ширина раскрытия трещин должна удовлетворять условию:

$$10d_s = 10 \cdot 10 = 100 \text{ мм} \leq 478 \text{ мм} \leq 40d_s = 400 \text{ мм}. \text{ Условие не выполняется.}$$

Значит, окончательно принимаем  $l_s = 400 \text{ мм}$

Раскрытие трещин от кратковременного действия полной нормативной нагрузки:

$$a_{crc2} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \sigma_s l_s / E_s = 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 45,49 \cdot 0,4 / 2 \cdot 10^5 = 0,000036 \text{ мм}$$

**Ширина раскрытия трещин от кратковременного действия длительной нагрузки:**  $M_{n,dl} = 5,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$

$$\text{Находим: } \sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot z_s} = \frac{5,61}{1,57 \cdot 0,12} = 29,78 \text{ МПа}$$

$$\psi_s = 1 - 0,8 M_{crc} / M = 1 - 0,8 \cdot 2,2 / 5,61 = 0,69 > 0,2$$

$$a_{crc3} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \sigma_s l_s / E_s = 1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 29,78 \cdot 0,4 / 2 \cdot 10^5 = 0,00002 \text{ мм}$$

**Ширина раскрытия трещин при продолжительном действии нагрузки.**

$$M_{n,dl} = 5,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$a_{crc1} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \psi_s \sigma_s l_s / E_s = 1,4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 29,78 \cdot 0,4 / 2 \cdot 10^5 = 0,000029 \text{ мм}$$

Ширина раскрытия трещин при непродолжительном действии нагрузки:

$$a_{crc} = a_{crc1} + a_{crc2} - a_{crc3} = 0,000029 + 0,000036 - 0,00002 = 0,000045 \text{ мм} < a_{crc3,ult} = 0,4 \text{ мм}$$

Ширина раскрытия трещин при продолжительном действии нагрузки:

$$a_{crc1} = 0,000029 \text{ мм} < a_{crc,ult} = 0,3 \text{ мм}$$

Условия выполняются.

### Расчёт прогибов

Расчёт по прогибам производят из условия:  $f \leq f_{ult}$

$f$ - прогиб от внешней нагрузки

$f_{ult}$ - предельно допустимый прогиб

**Кривизна от непродолжительного действия всей нагрузки  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_1$ :**

$$M=8,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для элементов прямоугольного таврового и двутаврового профилей допускается вычислять кривизну по упрощенной формуле при выполнении условий:

$$h'_f = 3 \text{ см} \leq 0,3h_0 = 0,3 \cdot 14,5 = 4,35 \text{ см}$$

$$a'_s = 3 \text{ см} \leq 0,2h_0 = 0,2 \cdot 14,5 = 2,9 \text{ см}$$

Условия выполняются.

Вычисляем кривизну по упрощенной формуле:

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_1 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{8,57 - 0,5 \cdot 0,16 \cdot 0,17^2 \cdot 1,55}{1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,145^2} = 0,0129 \text{ м}^{-1}$$

**Кривизна от продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_2$ :**

$$M=5,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_2 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{5,61 - 0,5 \cdot 0,16 \cdot 0,17^2 \cdot 1,55}{1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,145^2} = 0,0085 \text{ м}^{-1}$$

**Кривизна от непродолжительного действия постоянных и длительных нагрузок  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_3$ :**

$$M=5,61 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_3 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{5,61 - 0,5 \cdot 0,16 \cdot 0,17^2 \cdot 1,55}{1,4 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,145^2} = 0,0061 \text{ м}^{-1}$$

Вычисляем полную кривизну:

$$\left(\frac{1}{\rho}\right) = \left(\frac{1}{\rho}\right)_1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)_2 + \left(\frac{1}{\rho}\right)_3 = 0,0129 - 0,0085 + 0,0061 = 0,0105 \text{ м}^{-1}$$

Прогиб плиты:

$$f = S l_0^2 \left(\frac{1}{\rho}\right) = \frac{5}{48} \cdot 2,32^2 \cdot 0,0105 = 0,0059 \text{ м} = 0,59 \text{ см}$$

Вычисляем предельный нормативный прогиб:  $f_{ult} = l / 200 = 232 / 200 = 1,16 \text{ см}$



$f = 0,59 \text{ см} < f_{ult} = 1,16 \text{ см}$ . Условие выполняется.

### Расчёт сборной железобетонной площадочной плиты

Необходимо рассчитать и сконструировать ребристую плиту лестничной площадки двухмаршевой лестницы. Ширины плиты 1250 мм, толщина 60 мм, ширина лестничной клетки в свету 2500 мм. Временная нормативная нагрузка  $3 \text{ кН/м}^2$ , коэффициент надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ . Бетон класса В25, арматура каркасов из стали класса А400, сетки из Вр500.

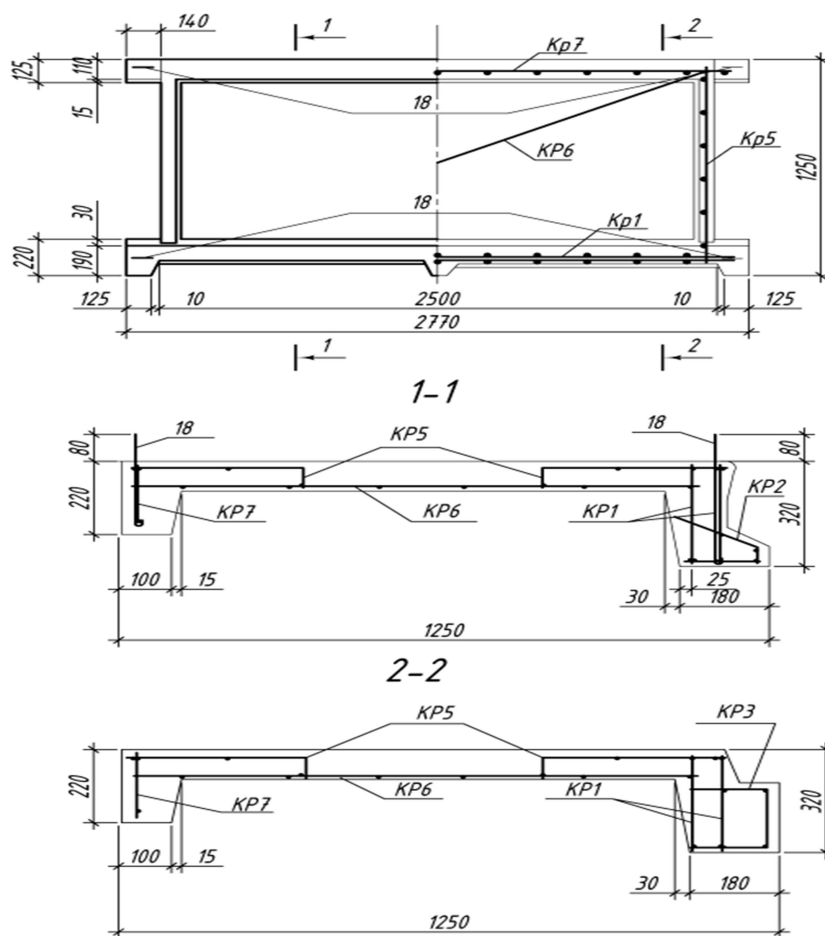


Рис.2.10. К расчёту плиты лестничной площадки. Общий вид и детали армирования.

### Определение нагрузок

Собственный нормативный вес плиты при  $h_f' = 6 \text{ см}$ ;

$$q^n = 0,06 \cdot 25000 = 1500 \text{ Н / м}^2.$$

Расчётный вес плиты

$$q = 1500 \cdot 1,1 = 1650 \text{ Н} / \text{м}^2.$$

Расчётный вес любого ребра (за вычетом веса плиты)

$$q = (0,29 \cdot 0,11 + 0,07 \cdot 0,07) \cdot 1 \cdot 25000 \cdot 1,1 = 1000 \text{ Н} / \text{м}.$$

Расчётный вес крайнего пристенного ребра

$$q = 0,14 \cdot 0,09 \cdot 1 \cdot 25000 \cdot 1,1 = 350 \text{ Н} / \text{м}.$$

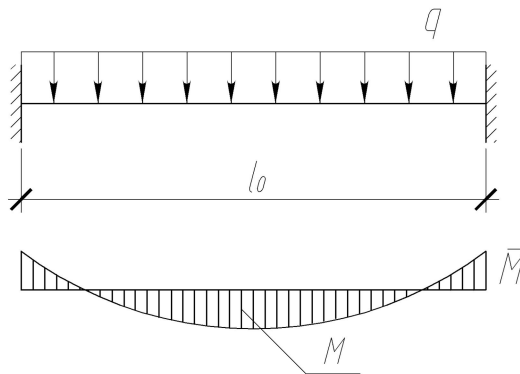
Временная расчётная нагрузка

$$p = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

При расчёте площадочной плиты будем отдельно рассматривать полку, упруго заделанную в ребрах, лобовое ребро, на которое опираются марши, и пристенное ребро, воспринимающее нагрузку от половины пролёта полки плиты.

### Расчёт полки плиты

Полку плиты при отсутствии поперечных ребер рассчитываем как балочный элемент с частичным защемлением на опорах. Расчётный пролёт равен расстоянию между рёбрами 0,905м.



**Рис. 2.11. Расчетная схема плиты**

При учёте образования пластического шарнира изгибающий момент в пролёте и на опоре определяют по формуле, учитывающей выравнивание моментов:

$$M = M_s = q \cdot l^2 / 16 = 5250 \cdot 0,905^2 / 16 = 348 \text{ Н} \cdot \text{м} = 0,35 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

где  $q = (q + p) \cdot b = (1650 + 3600) \cdot 1 = 5250 \text{ Н} / \text{м}$ ;  $b = 1 \text{ м}$ .

При  $b = 100 \text{ см}$  и  $h_0 = h - a = 6 - 2 = 4 \text{ см}$  вычисляем

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{0,35 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 1000 \cdot 40^2} = 0,015 < \alpha_R = 0,376$$

Находим требуемую площадь продольной рабочей арматуры:

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 1000 \cdot 40 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,015})}{415} = 21,1 \text{ мм}^2$$

Устанавливаем арматуру Ø3 мм Вр500 шагом S=150 мм на 1 м длины с отгибом на опорах,  $A_s = 0,36 \text{ см}^2$ .

### Расчет лобового ребра

На лобовое ребро действуют нагрузки:

- постоянная и временная, равномерно распределенная от половины пролета полки и от собственного веса:

$$q = \frac{(1650 + 3600) \cdot 1,25}{2} + 1000 = 4281 \text{ Н / м} = 4,28 \text{ кН / м};$$

- равномерно распределённая нагрузка от опорной реакции маршей, приложенная на выступ лобового ребра и вызывающая его изгиб

$$q_1 = Q / a = 12,19 / 1,2 = 10,16 \text{ кН / м}.$$

Расчётная схема лобового ребра показана на рисунке 6.

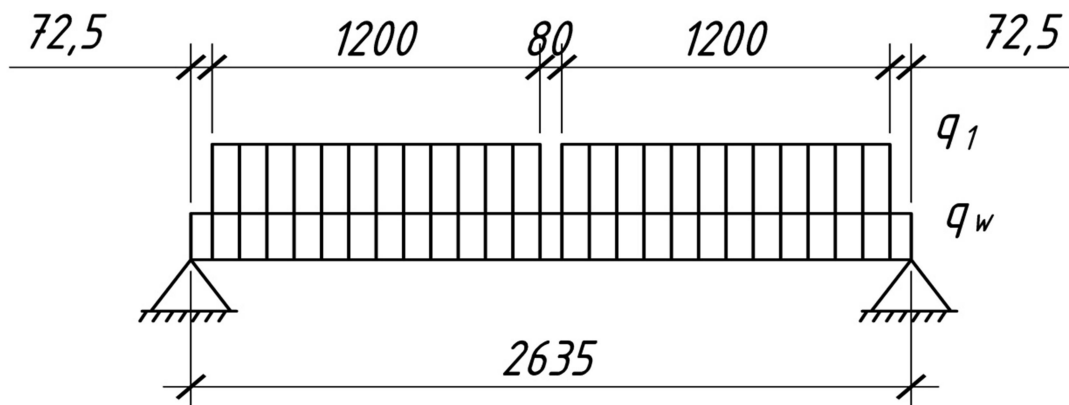


Рис. 2.12. Расчетная схема лобового ребра.

Изгибающий момент на выступе от нагрузки  $q$  на 1 м:

$$M_1 = q_1 \cdot \frac{10 + 7}{2} = 10,16 \cdot 8,5 = 86,36 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Расчётный изгибающий момент в середине пролёта ребра (считая условно ввиду малых разрывов, что  $q_1$  действует по всему пролёту):

$$M = (q + q_1) \cdot l_0^2 / 8 = (4,28 + 10,16) \cdot 2,635^2 / 8 = 13,16 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчётное значение поперечной силы с учётом  $\gamma_n = 1$

$$Q = (q + q_1) \cdot l \cdot \gamma_n / 2 = (4,28 + 10,16) \cdot 2,635 \cdot 1 / 2 = 19,5 \text{ кН}.$$

Расчётное сечение лобового ребра является тавровым с полкой в сжатой зоне шириной  $b'_f = 6 \cdot h'_f + b_r = 6 \cdot 6 + 12 = 48 \text{ см}.$

Ребро монолитно связано с полкой, способствующей восприятию момента от консольного выступа, поэтому расчёт лобового ребра можно выполнять на действие только изгибающего момента  $M = 13,16 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

В соответствии с общим порядком расчёта изгибаемых элементов определяем (с учётом коэффициента надёжности  $\gamma_n = 1$ ): расположение нейтральной оси при  $x = h'_f$

$$\begin{aligned} M \cdot \gamma_n = M &= 13,16 \text{ кН} \cdot \text{м} < R_b \cdot b'_f \cdot h'_f (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) = \\ &= 14,5 \cdot 480 \cdot 60 \cdot (315 - 0,5 \cdot 60) = 119 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 119 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

условие соблюдается, нейтральная ось проходит в полке.

Вычисляем  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{13,16 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 480 \cdot 315^2} = 0,019 < \alpha_R = 0,391$

Находим требуемую площадь продольной рабочей арматуры:

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 315 \cdot 480 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,019})}{350} = 120,2 \text{ мм}^2$$

Принимаем 2Ø10 А400  $A_s = 1,57 \text{ см}^2.$

Процент армирования  $\mu = (A_s / b \cdot h_0) \cdot 100 = 1,57 \cdot 100 / 12 \cdot 31,5 = 0,42 \%$ .

**Расчёт наклонного сечения лобового ребра на поперечную силу.**

$Q = 19,5 \text{ кН}.$

Проверяем условие  $R_{bt} b h_0 \geq Q \geq 0,3 R_{bt} b h_0$

$$1,05 \cdot 120 \cdot 315 = 39,7 \text{ кН} > Q = 19,9 \text{ кН} > 0,3 \cdot 1,05 \cdot 120 \cdot 315 = 11,91 \text{ кН}$$

Условие удовлетворяется и по расчёту арматура не требуется. Из конструктивных соображений принимаем закрытые хомуты Ø5 Вр500 с шагом 150 мм.

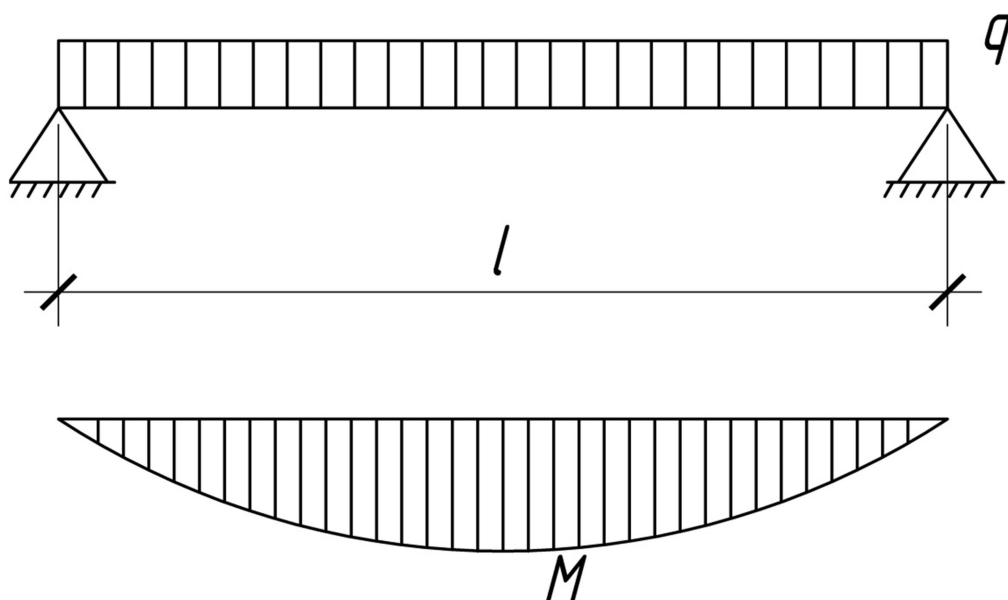
### Расчет пристенного ребра

На лобовое ребро действуют нагрузки:

-постоянная и временная, равномерно распределенная от половины пролёта полки и от собственного веса:

$$q = \frac{(1650 + 3600) \cdot 1,25}{2} + 1000 = 4281 \text{ Н / м} = 4,28 \text{ кН / м};$$

Расчётная схема лобового ребра показана на рисунке:



Расчётный изгибающий момент в середине пролёта ребра:

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{4,28 \cdot 2,635^2}{8} = 3,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Расчётное значение поперечной силы с учётом  $\gamma_n = 1$

$$Q = q \cdot l \cdot \gamma_n / 2 = 4,28 \cdot 2,635 \cdot 1 / 2 = 5,78 \text{ кН}.$$

Расчётное сечение пристенного ребра является тавровым с полкой в сжатой зоне шириной  $b'_f = 6 \cdot h'_f + b_r = 6 \cdot 6 + 10 = 42 \text{ см}$ .

Ребро монолитно связано с полкой, способствующей восприятию момента от консольного выступа, поэтому расчёт лобового ребра можно выполнять на действие только изгибающего момента  $M = 3,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$ .

Согласно порядку расчёта изгибаемых элементов определяем (с учётом коэффициента надёжности  $\gamma_n = 1$ ): расположение нейтральной оси при  $x = h'_f$

$$M \cdot \gamma_n = M = 3,9 \text{ кН} \cdot \text{м} < R_b \cdot b'_f \cdot h'_f (h_0 - 0,5 \cdot h'_f) = \\ = 14,5 \cdot 420 \cdot 60 \cdot (155 - 0,5 \cdot 60) = 45,7 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 45,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

условие соблюдается, нейтральная ось проходит в полке.

Вычисляем  $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{3,9 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 420 \cdot 155^2} = 0,027 < \alpha_R = 0,391$

Находим требуемую площадь продольной рабочей арматуры:

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}}{R_s} = \frac{14,5 \cdot 155 \cdot 420 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,027})}{350} = 73,83 \text{ мм}^2$$

Принимаем 2Ø10 А400  $A_s = 1,57 \text{ см}^2$ .

Процент армирования  $\mu = (A_s / b \cdot h_0) \cdot 100 = 101 \cdot 100 / 10 \cdot 115 = 1,37 \%$ .

**Расчёт наклонного сечения пристенного ребра на поперечную силу.**

$Q = 5,78 \text{ кН}$ .

Проверяем условие  $R_{bt} b h_0 \geq Q \geq 0,3 R_{bt} b h_0$

$$1,05 \cdot 100 \cdot 155 = 16,28 \text{ кН} > Q = 5,78 \text{ кН} > 0,3 \cdot 1,05 \cdot 100 \cdot 155 = 4,88 \text{ кН}$$

Условие удовлетворяется и по расчёту арматура не требуется. Из конструктивных соображений принимаем закрытые хомуты Ø3 Вр500 с шагом 150 мм.

### Расчёт прогибов

Расчёт по прогибам производят из условия:  $f \leq f_{ult}$

$f$ - прогиб от внешней нагрузки

$f_{ult}$ - предельно допустимый прогиб

$$M_{n,ол} = \frac{q^n \cdot l_0^2}{8} = \frac{1,5 \cdot 2,635^2}{8} = 1,37 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_n = \frac{q^n \cdot l_0^2}{8} = \frac{(1,5 + 3) \cdot 2,635^2}{8} = 4,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

**Кривизна от непродолжительного действия всей нагрузки  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_1$ :**

$$M=4,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для элементов прямоугольного таврового и двутаврового профилей допускается вычислять кривизну по упрощенной формуле при выполнении условий:

$$h'_f = 6 \text{ см} \leq 0,3h_0 = 0,3 \cdot 31,5 = 9,45 \text{ см}$$

$$a'_s = 3 \text{ см} \leq 0,2h_0 = 0,2 \cdot 31,5 = 6,3 \text{ см}$$

Условия выполняются.

Вычисляем кривизну по упрощенной формуле:

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_1 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{4,1 - 0,5 \cdot 0,12 \cdot 0,36^2 \cdot 1,55}{1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,315^2} = 0,0013 \text{ м}^{-1}$$

**Кривизна от продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_2$ :**

$$M=1,37 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_2 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{1,37 - 0,5 \cdot 0,12 \cdot 0,36^2 \cdot 1,55}{1 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,315^2} = 0,0004 \text{ м}^{-1}$$

**Кривизна от непродолжительного действия постоянных и длительных нагрузок  $\left(\frac{1}{\rho}\right)_3$ :**

$$M=1,37 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\left(\frac{1}{\rho}\right)_3 = \frac{M - \varphi_2 b h^2 R_{bt,ser}}{\varphi_1 E_s A_s h_0^2} = \frac{1,37 - 0,5 \cdot 0,12 \cdot 0,36^2 \cdot 1,55}{1,4 \cdot 2 \cdot 10^8 \cdot 157 \cdot 10^{-6} \cdot 0,315^2} = 0,0003 \text{ м}^{-1}$$

Вычисляем полную кривизну:

$$\left(\frac{1}{\rho}\right) = \left(\frac{1}{\rho}\right)_1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)_2 + \left(\frac{1}{\rho}\right)_3 = 0,0013 - 0,0004 + 0,0003 = 0,0012 \text{ м}^{-1}$$

Прогиб плиты:

$$f = Sl_0^2 \left(\frac{1}{\rho}\right) = \frac{5}{48} \cdot 2,635^2 \cdot 0,0012 = 0,0009 \text{ м} = 0,09 \text{ см}$$

Вычисляем предельный нормативный прогиб:  $f_{ult} = l / 200 = 263,5 / 200 = 1,32 \text{ см}$

$$f = 0,09 \text{ см} < f_{ult} = 1,32 \text{ см}$$

Условие выполняется.



### 3. Основания и фундаменты

Исходные данные:

Длина задания в осях – 25,72м,

Ширина здания в осях – 19,38м,

Высота этажа – 17\*2,8м,

Стены – кирпичные,  $\delta=640-380\text{мм}$ ,

Перекрытия – ж/б плиты  $\delta=220$ ,

Район строительства – Пенза,

Глубина сезонного промерзания для г. Пензы - 1,4м.

Физико-механические характеристики грунта приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Физико – механические характеристики грунта

| № | Наименование        | $\gamma$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $P_s$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $P_d$ ,<br>кН/м <sup>3</sup> | $I_p$ | $I_l$ | $e$  | $S_r$ | $\phi$ ,<br>град | $C$ ,<br>кПа | $E$ ,<br>МПа |
|---|---------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|-------|------|-------|------------------|--------------|--------------|
| 3 | Глина               | 18,1                            | 26,9                         | 14,2                         | 0,21  | 0,6   | 0,9  | 0,8   | 12               | 12           | 6,5          |
| 4 | Глина               | 18,0                            | 26,9                         | 13,2                         | 0,23  | 0,54  | 0,89 | 0,9   | 19               | 32           | 7,5          |
| 6 | Глина тугопластичн. | 18,4                            | 27,0                         | 14,6                         | 0,22  | 0,43  | 0,85 | 0,94  | 18               | 31           | 14           |

Для того чтобы собрать нагрузку на фундамент необходимо рассчитать нагрузки от чердачного перекрытия и покрытия. Подсчёт нагрузок представлен в таблицах 3.2 , 3.3 и 3.4.

Таблица 3.2.Нагрузка от чердачного перекрытия

| Вид нагрузки                                                                                                             | Нормативная нагрузка, т/м <sup>2</sup> | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, т/м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Постоянная:                                                                                                              |                                        |                                               |                                      |
| -от цементно-песчаной стяжки, $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$ , $h=40 \text{ мм}$ ;                                         | 0,048                                  | 1,3                                           | 0,062                                |
| -от пенополистирола, $\gamma=35 \text{ кг/м}^3$ ; $\delta = 40 \text{ мм}$                                               | 0,0014                                 | 1,3                                           | 0,0018                               |
| -от железобетонной панели (по каталогу) приведенной толщиной 12,55 см, $t=0,1255 \text{ м}$ , $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$ | 0,314                                  | 1,1                                           | 0,345                                |
| <i>Итого</i>                                                                                                             | $g^n=0,363$                            |                                               | $g=0,409$                            |
| Временная:                                                                                                               |                                        |                                               |                                      |
| -кратковременная                                                                                                         | 0,105                                  | 1,3                                           | 0,1365                               |
| -длительная                                                                                                              | 0,045                                  | 1,3                                           | 0,0585                               |
| Итого                                                                                                                    | $p^n+g^n=0,513$                        |                                               | $p+g=0,604$                          |

Таблица 3.3.Нагрузка от покрытия

| Вид нагрузки                                                                                                             | Нормативная нагрузка, т/м <sup>2</sup> | Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$ | Расчетная нагрузка, т/м <sup>2</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| Постоянная:                                                                                                              |                                        |                                               |                                      |
| -от цементно-песчаной стяжки, $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$ , $h=40 \text{ мм}$ ;                                         | 0,048                                  | 1,3                                           | 0,062                                |
| -керамзитовый гравий( $\gamma=600 \text{ кг/м}^3$ $\delta = 220 \text{ мм}$ )                                            | 0,132                                  | 1,3                                           | 0,172                                |
| -минерало-ватные плиты $\gamma=160 \text{ кг/м}^3$ ; $\delta = 60 \text{ мм}$                                            | 0,096                                  | 1,3                                           | 0,125                                |
| -пароизоляция                                                                                                            | 0,005                                  | 1,3                                           | 0,0065                               |
| -от железобетонной панели (по каталогу) приведенной толщиной 12,55 см, $t=0,1255 \text{ м}$ , $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$ | 0,314                                  | 1,1                                           | 0,345                                |
| Снеговая                                                                                                                 | 0,126                                  | 1,4                                           | 0,180                                |
| Итого                                                                                                                    | 0,721                                  |                                               | 0,891                                |

Таблица 3.4. Сбор нагрузок на фундамент

| Вид нагрузки                   | Нагрузка         | Грузовая полоса | Нагрузка на стену |
|--------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
|                                | т/м <sup>2</sup> | м               | т/м               |
| <b>Сечение 1-1</b>             |                  |                 |                   |
| <b>технический этаж</b>        |                  |                 |                   |
| - от парапета                  | 0,803            | 1,200           | 0,964             |
| - от покрытия                  | 0,891            | 2,590           | 2,308             |
| - от кирпичной кладки (510 мм) | 1,103            | 2,750           | 3,033             |
| <b>Итого</b>                   |                  |                 | 6,305             |
| <b>17 этаж</b>                 |                  |                 |                   |
| - от чердачного перекрытия     | 0,604            | 2,590           | 1,564             |
| - от кирпичной кладки (510 мм) | 1,103            | 2,800           | 3,088             |
| <b>Итого</b>                   |                  |                 | 4,652             |
| <b>16-6 этаж</b>               |                  |                 |                   |
| - от перекрытия                | 0,671            | 2,590           | 1,738             |
| - от кирпичной кладки (510 мм) | 1,103            | 2,800           | 3,088             |
| <b>Итого</b>                   |                  |                 | 4,826             |
| <b>5-1 этаж</b>                |                  |                 |                   |
| - от перекрытия                | 0,671            | 2,560           | 1,718             |
| - от кирпичной кладки (640 мм) | 1,364            | 2,800           | 3,819             |
| <b>Итого</b>                   |                  |                 | 5,537             |
| <b>подвал</b>                  |                  |                 |                   |
| - от перекрытия 1 этажа        | 0,821            | 2,560           | 2,102             |
| - от бетонных блоков (700 мм)  | 3,124            | 2,400           | 7,498             |
| <b>Итого</b>                   |                  |                 | 9,600             |
| <b>Всего</b>                   |                  |                 | 99,970            |

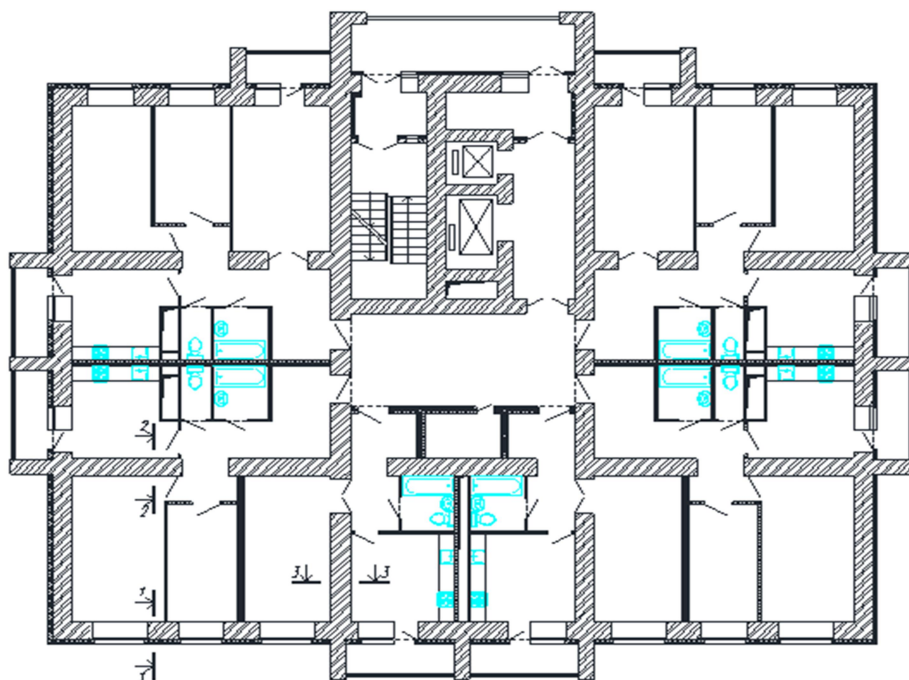
|                                |       |       |         |
|--------------------------------|-------|-------|---------|
| <b>Сечение 2-2</b>             |       |       |         |
| <b>технический этаж</b>        |       |       |         |
| - от покрытия                  | 0,891 | 2,590 | 2,308   |
| - от покрытия                  | 0,891 | 3,340 | 2,976   |
| - от кирпичной кладки (380 мм) | 0,846 | 2,750 | 2,327   |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 7,611   |
| <b>17 этаж</b>                 |       |       |         |
| - от чердачного перекрытия     | 0,604 | 2,590 | 1,564   |
| - от чердачного перекрытия     | 0,604 | 3,340 | 2,017   |
| - от кирпичной кладки (380 мм) | 0,846 | 2,800 | 2,369   |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 5,95    |
| <b>16-6 этаж</b>               |       |       |         |
| - от перекрытия                | 0,671 | 2,590 | 1,738   |
| - от перекрытия                | 0,671 | 3,340 | 2,241   |
| - от кирпичной кладки (510 мм) | 1,107 | 2,800 | 3,100   |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 7,079   |
| <b>5-1 этаж</b>                |       |       |         |
| - от перекрытия                | 0,671 | 2,560 | 1,718   |
| - от перекрытия                | 0,671 | 3,340 | 2,241   |
| - от кирпичной кладки (640 мм) | 1,364 | 2,800 | 3,819   |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 7,778   |
| <b>подвал</b>                  |       |       |         |
| - от перекрытия 1 этажа        | 0,821 | 2,560 | 2,102   |
| - от перекрытия 1 этажа        | 0,821 | 3,340 | 2,742   |
| - от бетонных блоков (600 мм)  | 1,749 | 2,400 | 4,198   |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 9,042   |
| <b>Всего</b>                   |       |       | 162,968 |

|                                |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| <b>Сечение 3-3</b>             |       |       |       |
| <b>технический этаж</b>        |       |       |       |
| - от кирпичной кладки (380 мм) | 0,846 | 2,750 | 2,327 |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 2,327 |

|                                |       |       |        |
|--------------------------------|-------|-------|--------|
| <b>17 этаж</b>                 |       |       |        |
| - от кирпичной кладки (380 мм) | 0,846 | 2,800 | 2,369  |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 2,369  |
| <b>16-6 этаж</b>               |       |       |        |
| - от кирпичной кладки (510 мм) | 1,107 | 2,800 | 3,100  |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 3,100  |
| <b>5-1 этаж</b>                |       |       |        |
| - от кирпичной кладки (640 мм) | 1,364 | 2,800 | 3,819  |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 3,819  |
| <b>подвал</b>                  |       |       |        |
| - от бетонных блоков (600 мм)  | 1,749 | 2,400 | 4,198  |
| <b>Итого</b>                   |       |       | 4,198  |
| <b>Всего</b>                   |       |       | 62,085 |

Масса ростверка:  $Q_p = V_p \cdot 25 \text{ кН} / \text{м}^3 = 480 \cdot 25 = 12000 \text{ кН}$

Общий вес дома  $N_1 = 250000 \text{ кН}$



**Рис. 3.1. Характерные сечения сбора нагрузок**

### **3.2. Проектирование набивных свай в пробитых скважинах с двойным уширением**

Выбор глубины заложения фундаментов производится из условия расчета свай по несущей способности и деформациям грунтового основания.

Создание уширения набивной сваи выполняется путем втрамбовывания щебня в основание сваи. Формирование уширения осуществляется в глинах тугопластичных на глубине 10,7м от поверхности. Проектируемые сваи являются разновидностью фундаментов в вытрамбованных котлованах (создание уширения из щебня и уплотненной зоны грунта путем сбрасывания трамбовки), поэтому несущую способность набивной сваи с уширенным основанием на вертикальную нагрузку определяется как наименьшее из значений несущей способности:

- сваи по жесткому материалу, вдавливаемому в грунт;
- грунта природного сложения, подстилающего уплотненную зону;

Для определения несущей способности сваи по грунту природного сложения применяем формулу (7.2.2) [15].

Расчет несущей способности ( $F_d$ ) набивной сваи длиной 8м Ø530мм с уширением и основанием глины тугопластичной.

Расчетная схема приведена на рис. 3.1.

Несущую способность сваи в пробитой скважине находим как сумму несущих способностей под острием и вдоль боковой поверхности:

$$F_d = F_{dR} + F_{df}$$

Глубина от поверхности до низа уширенного основания  $d=11,6$ м.

Для ИГЭ-6 имеем плотность скелета грунта  $\gamma_d=1,46$  г/см<sup>3</sup> и степень влажности  $S_r=0,94$ . В соответствии с п. 3.133 в [ 3 ] форму уширения для пылевато-глинистых грунтов с  $\gamma_d < 1,5$  г/см<sup>3</sup> и  $S_r > 0,7$  принимаем в виде эллипсоида ( $h_{br}/r_{br}=1,8$ ). Максимальный диаметр уширения из щебня принимаем равным диаметру нижнего сечения сваи, т.е.  $d_{br,max}=2 \cdot d=2 \cdot 0,5=1$  м; радиус уширения  $r_{br,max}=0,5$  м.

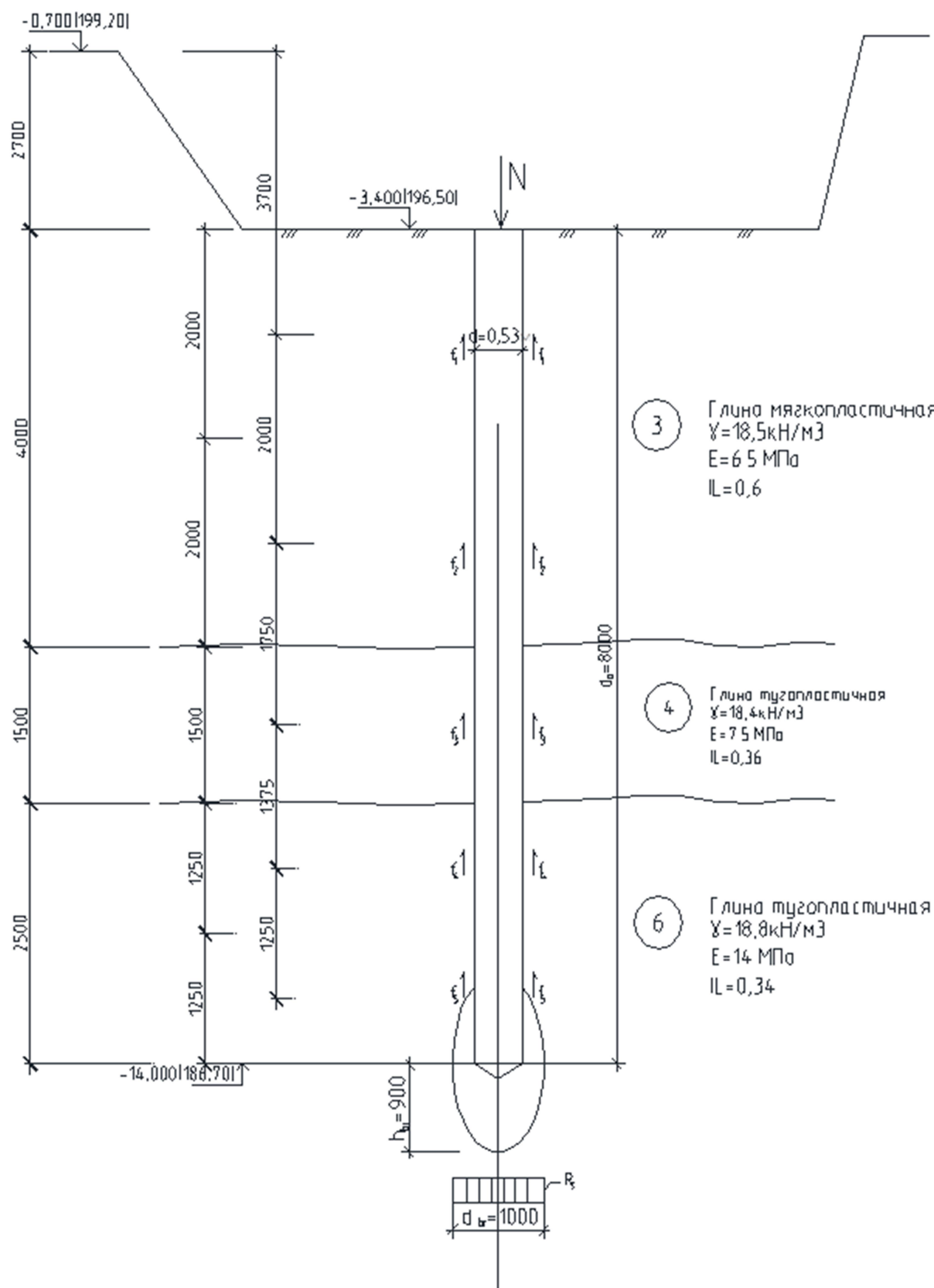


Рис. 3.1. Расчетная схема набивной сваи с уширением длиной  $L=8\text{м}$ .

Объем щебня при данном диаметре составит:

$$V_{\text{щ}} = 4/3 \cdot \pi \cdot (a \cdot b \cdot c) = 4/3 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 0,94 \text{ м}^3$$

Расчет ведем для случая  $r_{br} = 0,5 \text{ м}$ . Находим площади опасных расчетных сечений:

-по жесткому материалу площадь  $A$ ,  $\text{м}^2$ , нижнего сечения сваи:

$$A = 3,14 \times r^2 = 3,14 \cdot 0,25^2 = 0,19625 \text{ м}^2 ;$$

-по уплотненному грунту основания площадь ( $A_{br}$ ,  $\text{м}^2$ ), уширения из жесткого материала в его наибольшем сечении:

$$A_{br} = 3,14 \cdot r_{br}^2 = 3,14 \cdot 0,5^2 = 0,785 \text{ м}^2 .$$

Вычислим несущую способность сваи под острием ( $F_{dR1}$ ) по жесткому материалу, вдавливаемого в грунт:

$$F_{dR1} = \gamma_c \cdot \gamma_{cR} \cdot F_{cr} \cdot A = 1 \cdot 0,8 \cdot 10000 \cdot 0,19625 = 1570 \text{ кН} .$$

Вычислим несущую способность сваи под острием ( $F_{dR2}$ ) по уплотненному грунту основания.

По табл. 7.1 [15]  $R = 2600 \text{ кПа}$ , для глины тугопластичной, залегающих в основании на глубине 11,6 м от поверхности с показателем консистенции  $I_L = 0,4$ .

$$F_{dR2} = \gamma_c \cdot \gamma_{cR} \cdot A_{br} \cdot R_{com} = 1 \cdot 1 \cdot 0,785 \cdot 2100 = 1650 \text{ кН} .$$

Следовательно, предельная несущая способность проектируемого фундамента будет определяться несущей способностью по материалу, вдавливаемому в грунт:

$$F_{dR1} = 1570 \text{ кН}$$

Найдем несущую способность вдоль боковой поверхности

$$F_{df} = \gamma_c \cdot u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i$$

$u$  – наружный периметр поперечного сечения сваи,

$$u = \pi d = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ м};$$

$f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания на боковой поверхности свай, кПа, принимаемое по табл. 7.2 [15];

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью свай;

$\gamma_{cf}$  – коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности свай по длине трамбования скважины принимаемый по табл. 7.[15]

$$\gamma_{cf} = 1$$

Расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью свай:

$f_1 = 16 \text{ кПа}$  на глубине 3,7м,

$f_2 = 18 \text{ кПа}$  на глубине 5,7м,

$f_3 = 30 \text{ кПа}$  на глубине 7,45м,

$f_4 = 31 \text{ кПа}$  на глубине 8,825м,

$f_5 = 32 \text{ кПа}$  на глубине 10,075м

$$F_{df} = \gamma_c \cdot u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i = 1 \cdot 1,57 \cdot 0,9 \cdot [(16 + 18) \cdot 2,0 + 30 \cdot 1,5 + (31 + 32) \cdot 1,25] = 270 \text{ кН}$$
$$F_d = F_{dR} + F_{df} = 1570 \text{ кН} + 270 \text{ кН} = 1840 \text{ кН}$$

Одиночную сваю в составе фундамента и вне его по несущей способности грунтов основания рассчитывают, исходя из условия:

$$N \leq \frac{F_f}{\gamma_n},$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

$F_f$  - расчетная несущая способность свай, кН;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности, принимаемый при определении несущей способности фундамента расчетом равным 1,4.



Получаем  $N_I \leq \frac{1840}{1,4} = 1350$  кН условие надежной работы сваи по несущей способности основания.

Вес сваи:  $Q_c = V_c \cdot 25 \text{ кН} / \text{м}^3 = 0,2 \cdot 8 \cdot 25 = 40$  кН

Определим количество свай под здание:

$$n = \frac{N_I + Q_p + Q_c}{N_{p.d}} = \frac{250000 + 12000 + 8200}{1350} = 205 \text{ шт}$$

### 3.2. Проектирование забивных призматических свай

Выполним сравнение набивных свай в пробитых скважинах с призматическими забивными сваями.

Проектирование свайного фундамента заключается в подборе длины свай, определение несущей способности, осадки, количества и шага свай.

Принимаем сваю СН<sub>пр</sub> 9-30 (рис. 3.2).

Определяем несущую способность висячей сваи по формуле (7.8) [15].

$$F_q = \gamma_R (R \cdot A \cdot \gamma_R + U \sum h_i \cdot f_i \cdot \gamma_f), \text{ где:}$$

$\gamma_R, \gamma_f$  - коэффициенты условия работ для забивных свай равный 1;

R- расчетное сопротивление грунта под острием сваи принимается по табл. 7.1 [15].

A- площадь поперечного сечения сваи;

U- периметр;

$h_i$ - длина участка;

$f_i$ - сопротивление грунта вдоль боковой поверхности сваи принимаемое по таблице 7.2 [15], в зависимости от глубины рассматриваемой точки.

$h_1=3.7\text{м}, f_1=16\text{кПа};$

$h_2=5.7\text{м}, f_2=18\text{ кПа};$

$h_3=7.45\text{м}, f_3=21\text{ кПа};$

$h_4=8.95\text{м}, f_4=29\text{кПа};$

$h_5=10.5\text{м}, f_5=30\text{ кПа};$

$h_6=12.3\text{м}, f_5=31 \text{ кПа};$

$h_7=14.3\text{м}, f_5=33 \text{ кПа};$

$d=15.3\text{м}$

Принимаем сопротивление под острием сваи  $R=2100\text{кПа}$ . Тогда несущая способность сваи составит:

$$F_q = \gamma_c (R \cdot A \cdot \gamma_R + U \sum h_i \cdot f_i \cdot \gamma_f) = 1(0,3 \cdot 0,3 \cdot 2100 \cdot 1 + 1,2[(16 + 18) \cdot 2,0 + (21 + 29) \cdot 1,5 + 30 \cdot 1,6 + 31 \cdot 2,0 + 33 \cdot 2,0] = 570\text{кН}$$

Находим расчетно-допустимую нагрузку на сваю:  $N_{p.d} = \frac{F_q}{\gamma_c} = \frac{570}{1,4} = 400\text{кН}.$

Вес сваи:  $Q_c = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 13 \cdot 25\text{кН} / \text{м}^3 = 30\text{кН}$

Определим количество свай под здание:

$$n = \frac{N_1 + Q_p + Q_c}{N_{p.d}} = \frac{250000 + 12000 + 22000}{400} = 750\text{шт}.$$

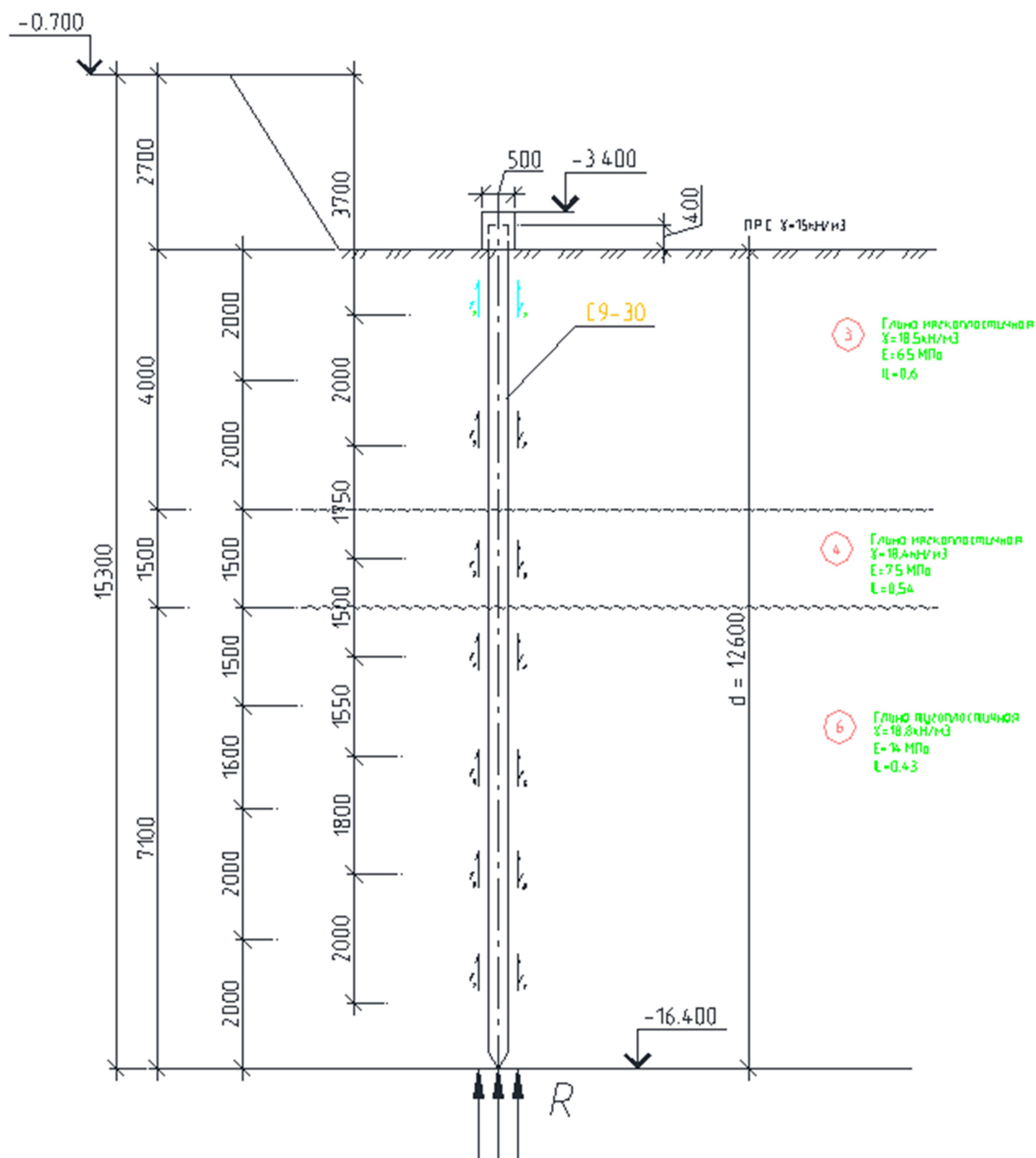


Рис. 3.2. Расчетная схема забивной сваи длиной  $L=9\text{м}$ .

### 3.3 .Расчёт набивных свай в пробитых скважинах по деформациям

Расчет фундамента из набивных свай и его основания по деформациям произведены как для условного фундамента на естественном основании в соответствии с требованиями [15],[16].

Из результатов расчета фундаментов по несущей способности можно сделать вывод, что среднее давление под подошвой фундамента не превышает расчетного сопротивления грунта, поэтому расчет осадки выполняем при давлении  $P=R$ , применяя расчетную схему основания в виде линейно-деформируемого полупространства.

Находим давление под уширением:

$$P = \frac{N_{II}}{A_y} = \frac{1175}{0,785} = 1490 \text{ кПа},$$

$$\text{где } N_{II} = \frac{N_I}{1,15} = \frac{1350}{1,15} = 1175 \text{ кН}$$

Расчет основания по деформациям произведено из условия п. 5.6 [ 16 ].

$$s \leq s_u$$

где  $s$  - совместная деформация основания и сооружения,

$s_u$  - предельное значение совместной деформации основания и сооружения, равное 15 см.

Расчет осадки ( $s$ ) производим для свай №45 с учетом взаимовлияния свай №37, №38, №47, №54 на ЭВМ. Результаты расчета занесены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 3.5.

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

КОЛИЧЕСТВО СЛОЕВ: 3

| НОМЕР<br>СЛОЯ | УДЕЛЬНЫЙ<br>ВЕС<br>(кН/м3) | МОДУЛЬ<br>ДЕФОРМАЦИИ<br>(МПА) | МОЩНОСТЬ<br>СЛОЯ<br>(М) | УДЕЛЬНЫЙ<br>ВЕС ЧАСТИЦ<br>(кН/м3) | КОЭФ-НТ<br>ПОРИСТОСТИ | ТИП<br>СЛОЯ |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1             | 18.1                       | 6.500                         | 4.00                    | 26.9                              | 0.900                 | ГЛИНА       |
| 2             | 18.0                       | 7.500                         | 1.50                    | 26.9                              | 0.890                 | ГЛИНА       |
| 3             | 18.4                       | 14.000                        | 20.00                   | 27.0                              | 0.850                 | ГЛИНА       |

КОЛИЧЕСТВО ФУНДАМЕНТОВ: 5  
НОМЕР РАССЧИТЫВАЕМОГО ФУНДАМЕНТА: 1  
НАГРУЗКА НА ФУНДАМЕНТ 1:  $NII+GФ = 1175.000$  (КН)

| НОМЕР<br>ОРИЕНТАЦИЯ<br>ФУНД-ТА | КООРД-ТА<br>Х | КООРД-ТА<br>У | СР. ДАВЛЕНИЕ<br>ПОД ПОДОШВОЙ | ГЛУБИНА<br>ЗАЛОЖЕНИЯ | ДЛИНА<br>ФУНД-ТА | ШИРИНА<br>ФУНД-ТА |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|
|                                | (М)           | (М)           | (КПА)                        | (М)                  | (М)              | (М)               |
| 1                              | 0.000         | 0.000         | 374.014                      | 11.600               | 1.000            | 1.000 КРУГЛЫЙ     |
| 2                              | 1.800         | 0.000         | 374.014                      | 11.600               | 1.000            | 1.000 КРУГЛЫЙ     |
| 3                              | -1.800        | 0.000         | 374.014                      | 11.600               | 1.000            | 1.000 КРУГЛЫЙ     |
| 4                              | -0.900        | -1.320        | 374.014                      | 11.600               | 1.000            | 1.000 КРУГЛЫЙ     |
| 5                              | 0.900         | -1.320        | 374.014                      | 11.600               | 1.000            | 1.000 КРУГЛЫЙ     |

#### РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

| №<br>ОСАДКА<br>ТОЧКИ<br>УЧЕТА | Z<br>ОСАДКА<br>СЛОЯ<br>С УЧЕТОМ | ГЛУБИНА<br>ОСАДКА<br>СЛОЯ<br>С УЧЕТОМ | ДАВЛЕНИЕ<br>Е<br>ОТ ГРУНТА | КОЭФ-НТ<br>АЛЬФА | ДАВЛЕНИЕ<br>ОТ ФУНД-ТА | Q<br>С УЧЕТОМ | ДАВЛЕНИЕ<br>БЕЗ<br>ВЛИЯНИЯ |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|---------------|----------------------------|
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------|---------------|----------------------------|

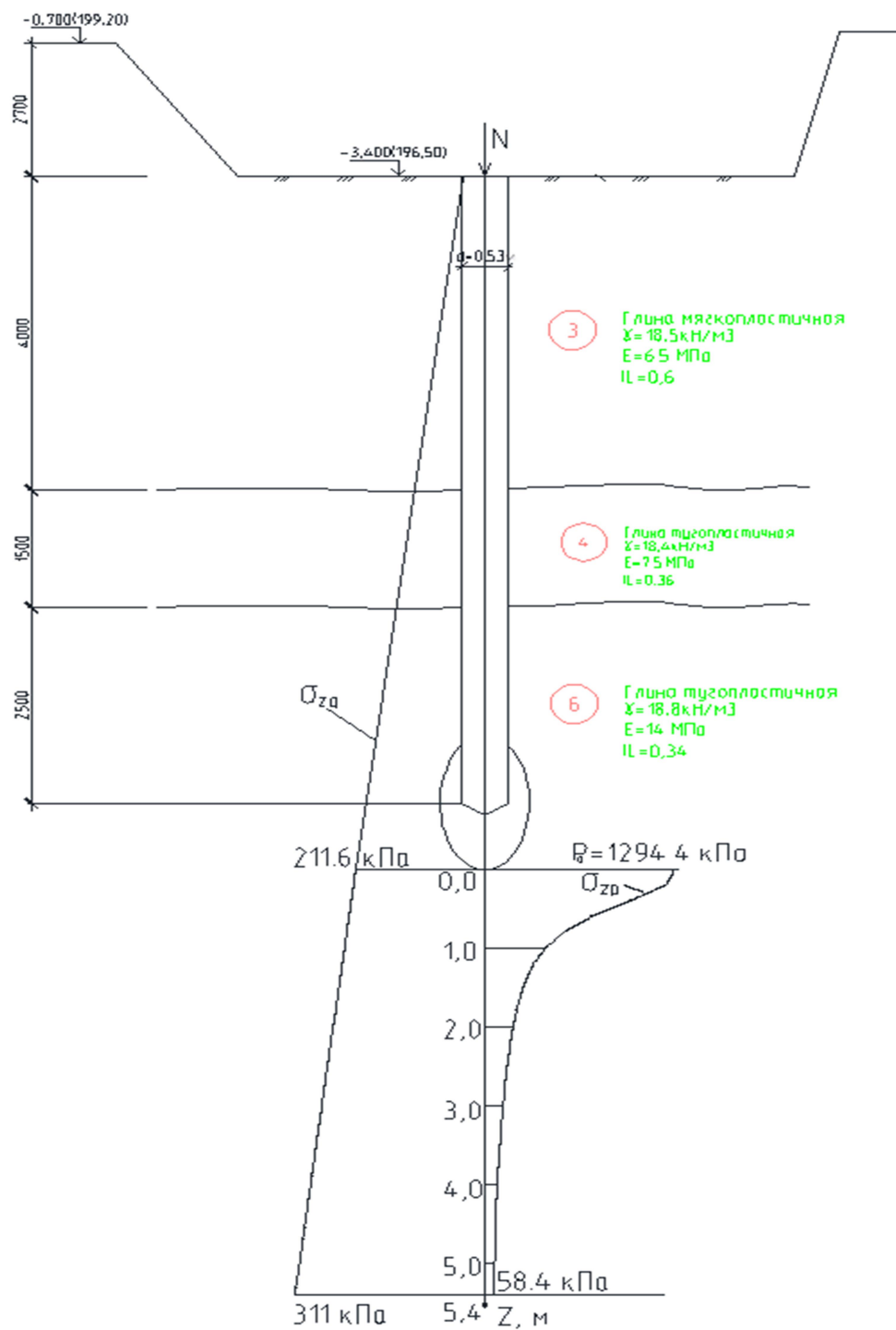
| ВЛИЯНИЯ<br>(ММ) | ВЛИЯНИЯ<br>(М) | ВЛИЯНИЯ<br>(М) | ВЛИЯНИЯ<br>(КПА) | ВЛИЯНИЯ<br>(КПА) | ВЛИЯНИЯ<br>(КПА) | ВЛИЯНИЯ<br>(КПА) | ВЛИЯНИЯ<br>(ММ)            |
|-----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| 0               | 0.00           | 11.60          | 211.64           | 1.000            | 1294.42          | 10.00            | 1294.42 0.00 0.00 0.000    |
| 1               | 0.20           | 11.80          | 215.32           | 0.949            | 1228.62          | 10.00            | 1229.30 14.42 14.42 14.000 |
| 2               | 0.40           | 12.00          | 219.00           | 0.756            | 981.30           | 10.00            | 986.15 12.63 12.66 14.000  |
| 3               | 0.60           | 12.20          | 222.68           | 0.547            | 712.09           | 10.00            | 725.76 9.68 9.78 14.000    |
| 4               | 0.80           | 12.40          | 226.36           | 0.390            | 511.18           | 10.00            | 536.94 6.99 7.22 14.000    |
| 5               | 1.00           | 12.60          | 230.04           | 0.284            | 375.36           | 10.00            | 414.03 5.07 5.43 14.000    |
| 6               | 1.20           | 12.80          | 233.72           | 0.213            | 284.19           | 10.00            | 334.52 3.77 4.28 14.000    |
| 7               | 1.40           | 13.00          | 237.40           | 0.165            | 221.66           | 10.00            | 281.23 2.89 3.52 14.000    |
| 8               | 1.60           | 13.20          | 241.08           | 0.130            | 177.54           | 10.00            | 243.57 2.28 3.00 14.000    |
| 9               | 1.80           | 13.40          | 244.76           | 0.106            | 145.51           | 10.00            | 215.43 1.85 2.62 14.000    |
| 10              | 2.00           | 13.60          | 248.44           | 0.087            | 121.65           | 10.00            | 193.28 1.53 2.34 14.000    |
| 11              | 2.20           | 13.80          | 252.12           | 0.073            | 103.46           | 10.00            | 175.13 1.29 2.11 14.000    |
| 12              | 2.40           | 14.00          | 255.80           | 0.062            | 89.30            | 10.00            | 159.80 1.10 1.91 14.000    |
| 13              | 2.60           | 14.20          | 259.48           | 0.053            | 78.09            | 10.00            | 146.56 0.96 1.75 14.000    |
| 14              | 2.80           | 14.40          | 263.16           | 0.046            | 69.07            | 10.00            | 134.96 0.84 1.61 14.000    |
| 15              | 3.00           | 14.60          | 266.84           | 0.040            | 61.72            | 10.00            | 124.70 0.75 1.48 14.000    |
| 16              | 3.20           | 14.80          | 270.52           | 0.036            | 55.64            | 10.00            | 115.56 0.67 1.37 14.000    |
| 17              | 3.40           | 15.00          | 274.20           | 0.032            | 50.57            | 10.00            | 107.38 0.61 1.27 14.000    |
| 18              | 3.60           | 15.20          | 277.88           | 0.028            | 46.29            | 10.00            | 100.03 0.00 1.19 14.000    |
| 19              | 3.80           | 15.40          | 281.56           | 0.025            | 42.65            | 10.00            | 93.41 0.00 1.11 14.000     |
| 20              | 4.00           | 15.60          | 285.24           | 0.023            | 39.53            | 10.00            | 87.44 0.00 1.03 14.000     |
| 21              | 4.20           | 15.80          | 288.92           | 0.021            | 36.83            | 10.00            | 82.02 0.00 0.97 14.000     |
| 22              | 4.40           | 16.00          | 292.60           | 0.019            | 34.48            | 10.00            | 77.12 0.00 0.91 14.000     |
| 23              | 4.60           | 16.20          | 296.28           | 0.017            | 32.43            | 10.00            | 72.66 0.00 0.86 14.000     |
| 24              | 4.80           | 16.40          | 299.96           | 0.016            | 30.63            | 10.00            | 68.59 0.00 0.81 14.000     |
| 25              | 5.00           | 16.60          | 303.64           | 0.015            | 29.03            | 10.00            | 64.89 0.00 0.76 14.000     |
| 26              | 5.20           | 16.80          | 307.32           | 0.014            | 27.61            | 10.00            | 61.50 0.00 0.72 14.000     |
| 27              | 5.40           | 17.00          | 311.00           | 0.013            | 26.34            | 10.00            | 58.40 0.00 0.69 14.000     |

ОБЩАЯ ОСАДКА БЕЗ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ:  $S = 67.301$  (ММ)

**ОБЩАЯ ОСАДКА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ:  $S_{NF} = 85.810$  (ММ)**

**СЖИМАЕМАЯ ТОЛЩА ГРУНТА:  $H_c = 5.400$  (М)**

Полученная осадка меньше допускаемой:  $86\text{мм} < 150\text{мм}$ .



**Рис. 3.3. График осадки сваи**

### 3.4. РАСЧЕТ АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНОГО РОСТВЕРКА.

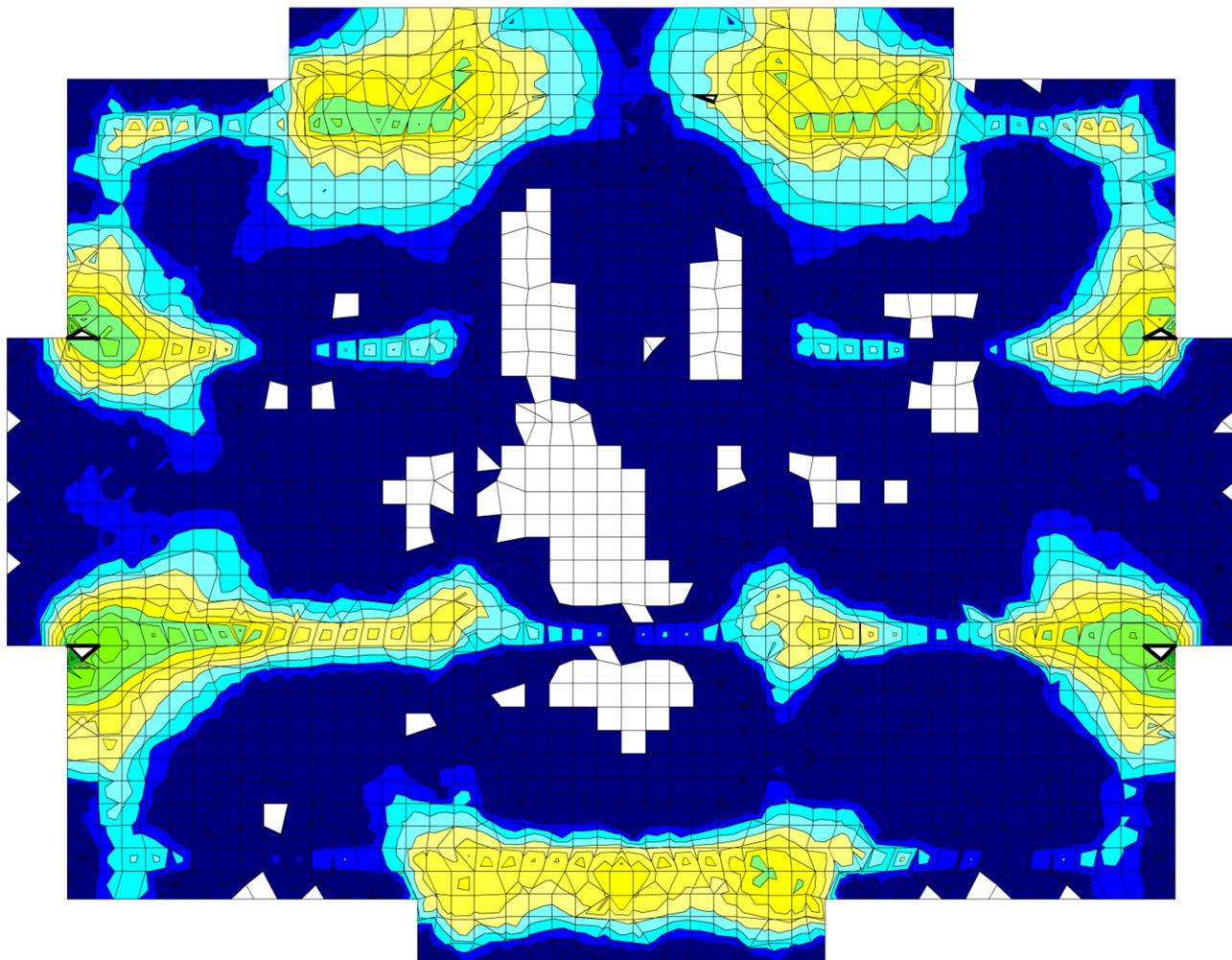
Расчет выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций.

В расчёте были приняты следующие материалы:

Бетон класса В25 с расчётными сопротивлениями:  $R_b = 14,5$  МПа;  $R_{bt} = 1,05$  МПа.

Арматура класса А400 с расчётными сопротивлениями:  $R_s = 350$  МПа;  
 $R_{sc} = 350$  МПа.

расстояния до центров тяжести арматуры:  $a_1 = 7$  см,  $a_2 = 7$  см.



Арматура. AS3 Нижняя по Y (см<sup>2</sup>/м)



Structure CAD® 11.3

Организация

Объект

Проект

|          |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|
| 0.000000 | 6.36  | 44.51 | 50.86 |
| 6.36     | 12.72 | 50.86 | 57.22 |
| 12.72    | 19.07 | 57.22 | 63.58 |
| 19.07    | 25.43 | 63.58 | 69.94 |
| 25.43    | 31.79 | 69.94 | 76.29 |
| 31.79    | 38.15 | 76.29 | 82.65 |
| 38.15    | 44.51 | 82.65 | 89.01 |



Группа армирования : 1 - Grill

СНиП 52-101-2003

Плита. Оболочка

Бетон: В25

АРМАТУРА :продольная: А400

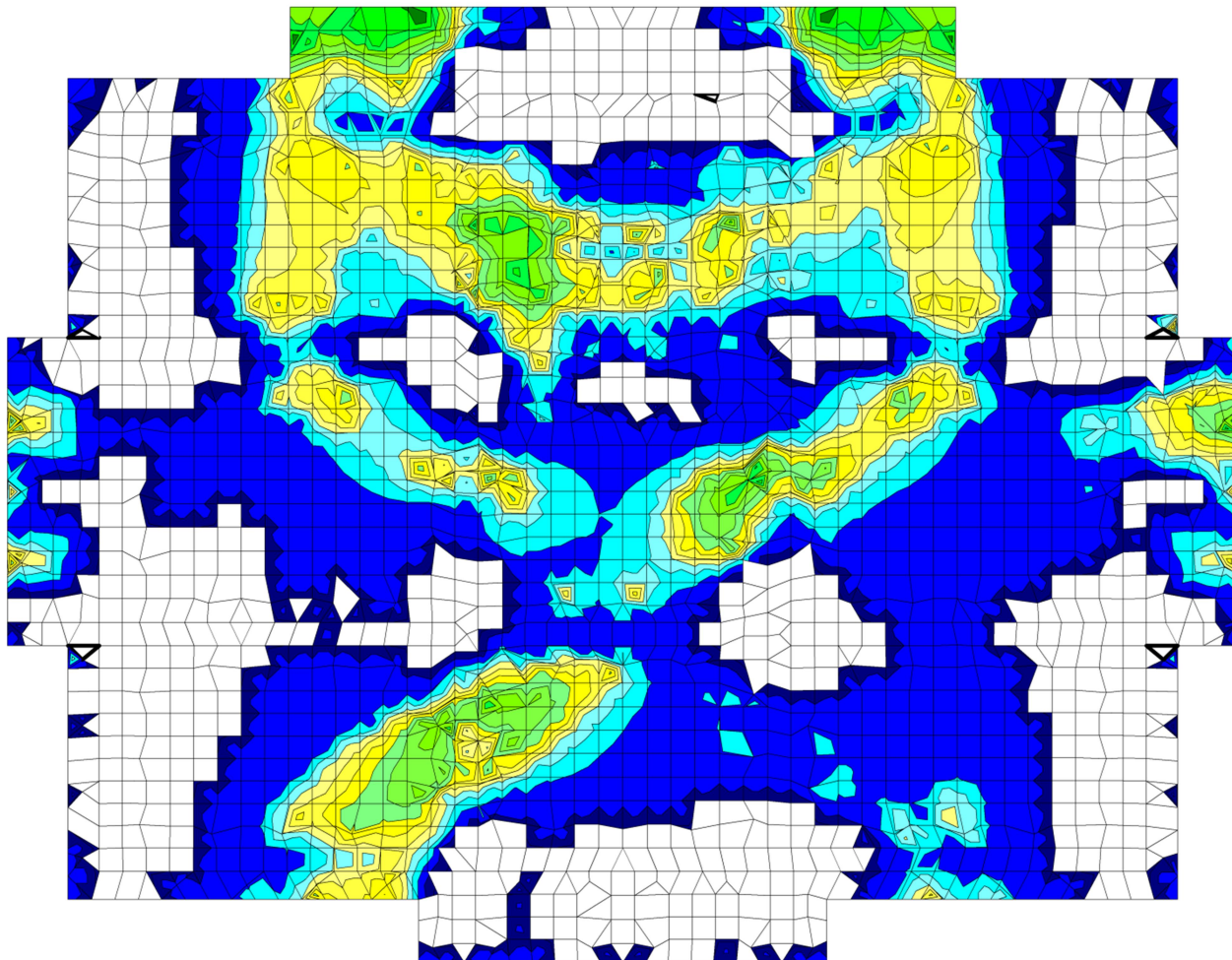
Учет трещиностойкости. D = 25 мм

АРМАТУРА :поперечная: А400

Ц.т. : a1 = 7, a2 = 7 (см)

Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)





Арматура. AS4 Верхняя по Y (cm2/m)



Structure CAD® 11.3

Организация  
Объект  
Проект

|          |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|
| 0.000000 | 2.81  | 19.67 | 22.48 |
| 2.81     | 5.62  | 22.48 | 25.29 |
| 5.62     | 8.43  | 25.29 | 28.1  |
| 8.43     | 11.24 | 28.1  | 30.92 |
| 11.24    | 14.05 | 30.92 | 33.73 |
| 14.05    | 16.86 | 33.73 | 36.54 |
| 16.86    | 19.67 | 36.54 | 39.35 |



Группа армирования : 1 - Grill

СНиП 52-101-2003

Плита. Оболочка

Бетон: B25

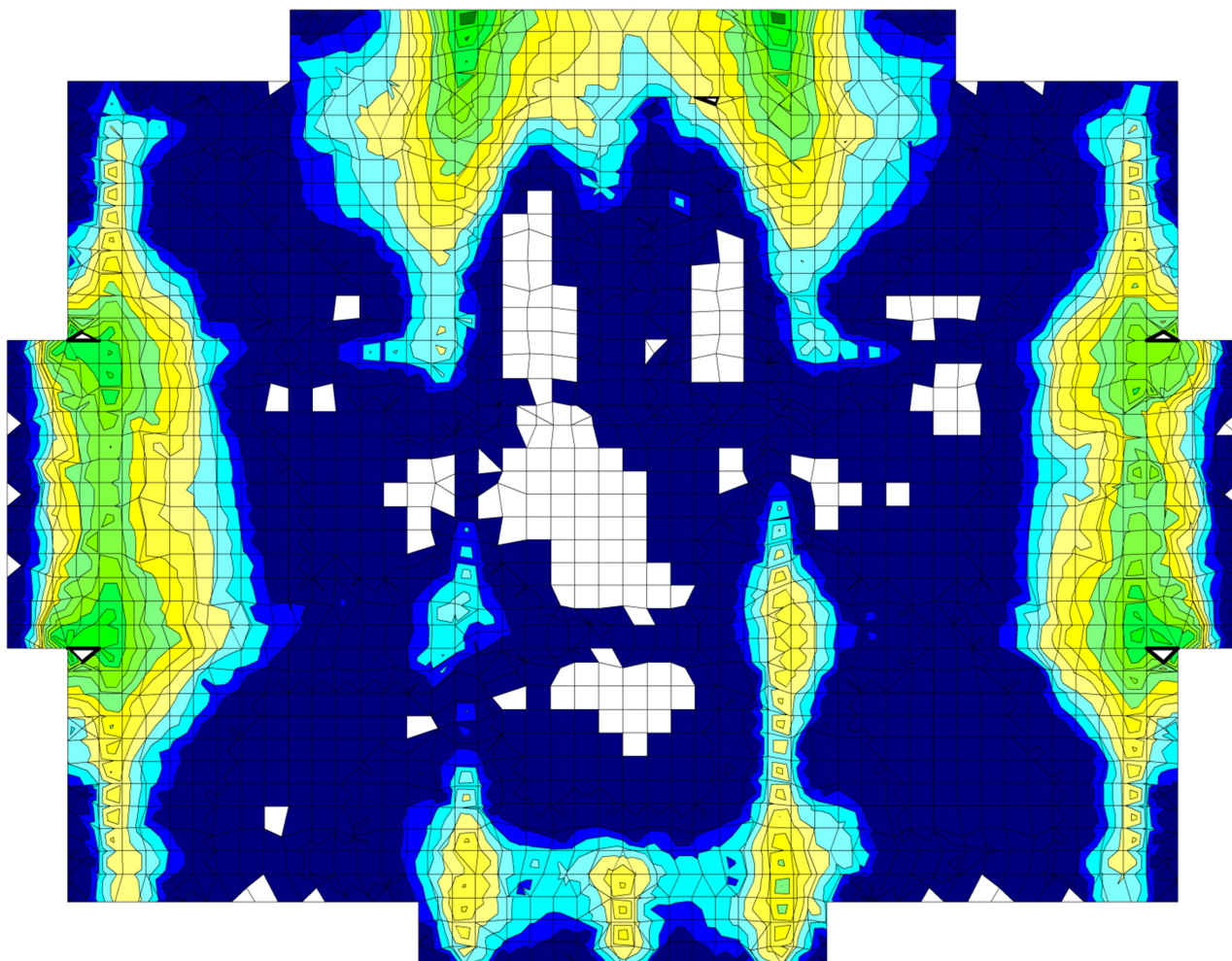
АРМАТУРА : продольная: A400

Учет трещиностойкости. D = 25 мм

АРМАТУРА : поперечная: A400

Ц.т. : a1 = 7, a2 = 7 (см)

Ц.т. : a3 = 0, a4 = 0 (см)



Арматура. AS1 Нижняя по X (см2/м)



Structure CAD® 11.3

Организация  
Объект  
Проект

|          |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|
| 0.000000 | 6.37  | 44.61 | 50.99 |
| 6.37     | 12.75 | 50.99 | 57.36 |
| 12.75    | 19.12 | 57.36 | 63.73 |
| 19.12    | 25.49 | 63.73 | 70.11 |
| 25.49    | 31.87 | 70.11 | 76.48 |
| 31.87    | 38.24 | 76.48 | 82.85 |
| 38.24    | 44.61 | 82.85 | 89.23 |



Группа армирования : 1 - Grill

СНиП 52-101-2003

Плита. Оболочка

Бетон: В25

АРМАТУРА : продольная: А400

Учет трещиностойкости. D = 25 мм

АРМАТУРА : поперечная: А400

Ц.т. : а1 = 7, а2 = 7 (см)

Ц.т. : а3 = 0, а4 = 0 (см)

### 3.5 Расчёт стоимости устройства двух вариантов свайного фундамента

Критерием сравнительной экономической эффективности является минимум приведенных затрат, которые определяются с учетом себестоимости работ капитальных вложений в базу строительства, трудоемкости, продолжительности возведения фундаментов и расхода материалов.

Таблица 3. 6. Подсчет стоимости фундаментов.

| Вариант фундамента                                         | Наименование работ                                    | Объем работ    | Стоимость, руб.              |                 |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------|
|                                                            |                                                       | м <sup>3</sup> | единицы, руб./м <sup>3</sup> | Всего, тыс.руб. |
| 1                                                          | 2                                                     | 3              | 4                            | 5               |
| <b>Фундамент из призматических свай</b>                    | Отрывка котлована                                     | 1900           | 300                          | 570             |
|                                                            | Устройство свайных фундаментов из призматических свай | 880            | 14000                        | 12320           |
|                                                            | Устройство монолитного ростверка.                     | 480            | 14000                        | 6720            |
| <b>Итого</b>                                               |                                                       |                |                              | <b>19610</b>    |
| <b>Фундаменты в пробитых скважинах с двойным уширением</b> | Отрывка котлована                                     | 1900           | 300                          | 570             |
|                                                            | Втрамбовывание щебня                                  | 193            | 13000                        | 2509            |
|                                                            | Устройство монолитного +тела свай                     | 260            | 20000                        | 5200            |
|                                                            | Устройство монолитного ростверка.                     | 480            | 14000                        | 6720            |
|                                                            |                                                       |                |                              |                 |
| <b>Итого</b>                                               |                                                       |                |                              | <b>15000</b>    |

Стоимость устройства фундаментов в пробитых скважинах оказалась ниже стоимости фундамента из призматических свай (15,00млн.руб<19,61млн.руб). Следовательно, для данного гражданского здания в данных грунтовых условиях наиболее экономически эффективен фундамент из свай в пробитых скважинах с минимальной стоимостью **15,0** млн. руб.

## **4.Раздел технологии и организации строительства**

### **4.1.Календарное планирование**

Календарный план производства работ составлен на основании ведомости затрат труда и машинного времени. Производство работ должно осуществляться в одну и две смены. Календарный план состоит из двух частей: расчётная и графическая.

На основе ведомости требуемых ресурсов заполняется левая часть календарного плана. Графы таблицы 4.1 заполняются в зависимости от перечня работ, выполняемых при возведении объекта. Данные для таблицы определяются из сборников ТЕР, ЕНИР и ГЭСН, исходя из наименования работ. Ведомость требуемых ресурсов приведена в табл.4.1.

Таблица 4.1. Ведомость затрат труда, машинного времени, потребности в материалах

| № | Шифр и<br>позиции<br>норматива | Наименование<br>работ                                                                                                 | Объем             |            | Сметная стоимость |            | Трудоемкость |                        | Состав звена                           |             |             | Потребность в механизмах                                                                                                               |           |                      | Потребность в материалах, изделиях, конструкциях                      |           |        | Зарплата строителей и машинистов, руб. |        |
|---|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|--------------|------------------------|----------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------------------------------------|--------|
|   |                                |                                                                                                                       | ед.изме-<br>рения | кол-<br>во | за ед.,<br>руб.   | всего,руб. | на ед.       | всего<br>чел.-<br>час. | проф.                                  | раз         | кол         | наименование<br>механизмов                                                                                                             | на<br>ед. | всего<br>маш.-<br>ч. | наименован<br>ие                                                      | Требуется |        | ед.                                    | всего  |
|   |                                |                                                                                                                       |                   |            |                   |            |              |                        |                                        |             |             |                                                                                                                                        |           |                      |                                                                       | на ед.    | всего  |                                        |        |
| 1 | 2                              | 3                                                                                                                     | 4                 | 5          | 6                 | 7          | 8            | 9                      | 10                                     | 11          | 12          | 13                                                                                                                                     | 14        | 15                   | 16                                                                    | 18        | 19     | 20                                     | 21     |
| 1 | 01-01-036-1                    | Планировка бульдозером площадки строительства (грубая)                                                                | 1000 м2           | 8,16       | 35,29             | 287,9664   | 0,38         | 3,1008                 | машинист                               | 6           | 1           | бульдозер 59 кВт                                                                                                                       | 0,38      | 3,101                |                                                                       |           | 0      | 5,51                                   | 44,962 |
| 2 | 01-01-013-8                    | Разработка грунта II кат. экскаватором емк. ковша 0,65 м³ в котловане (траншее) гл. до 4 м с погрузкой в транспорт    | 1000 м3           | 4,9        | 4013,75           | 19667,375  | 44,5         | 218,05                 | машинист                               | 6           | 1           | экскаватор 0,65 м3 Э-6525 бульдозер 79 кВт                                                                                             | 33,1      | 162,1                | щебень                                                                | 11,17     | 54,733 | 647,17                                 | 3171,1 |
| 3 | 01-01-003-8                    | Разработка грунта II кат. экскаватором емк. ковша 0,65 м3 в котловане (траншее) гл. до 4 м с погрузкой в отвал        | 1000 м3           | 4,22       | 2907,52           | 12269,7344 | 33,25        | 140,32                 | машинист                               | 6           | 1           | экскаватор "драглайн" 0,65 м3                                                                                                          | 22,8      | 96,09                |                                                                       |           | 0      | 465,44                                 | 1964,2 |
| 4 | 01-02-056-8                    | Доработка грунта в котлованах и траншеях вручную                                                                      | 100 м3            | 7,35       | 2430,16           | 17861,676  | 298,8        | 2196,2                 | землекоп                               | 3           | 1           | экскаватор "драглайн" 0,4 м3                                                                                                           | 28,8      | 211,6                |                                                                       |           | 0      | 2430                                   | 17862  |
| 5 | 05-01-002-04<br>441-3001       | Погружение дизель-молотом копровой установки на базе крана одиночных ж. бетонных свай длиной до 8 м в грунты 2 группы | 1 м3              | 469        | 650,81            | 1486473,56 | 7,23         | 3393,3                 | машинист копро-<br>вщик копро-<br>вщик | 6<br>3<br>4 | 1<br>1<br>1 | Агрегаты копровые без дизель-молота на базе экскаватора 0,65 м3, Краны-трубоукладчики для труб диаметром (грузоподъемностью) до 700 мм | 4,56      | 2140                 | Сваи жб, Доски дубовые II сорта                                       | 10,78     | 5059,4 | 98,9                                   | 46417  |
| 6 | 07-05-001-2                    | Установка блоков стен подвалов до 1т                                                                                  | 100 шт.           | 6,08       | 4984,28           | 754113,382 | 98,45        | 598,58                 | монтажники машинист                    | 4<br>6      | 2<br>1      | Краны на автомобильном ходу, краны на гусеничном ходу, автомобили бортовые                                                             | 48        | 292                  | Бетон, раствор кладочный цементный марки 100, конструкции сборные жб. | 2740      | 16659  | 1045                                   | 6354,5 |

|    |                        |                                                                                 |       |      |         |            |       |        |                     |           |         |                                                                                                |      |       |                                                                                                  |       |        |      |        |
|----|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|------------|-------|--------|---------------------|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------|--------|
| 7  | 08-01-003-5            | Устройство горизонтальной изоляции по фундаментам из 2-х слоёв рубероида        | 100м2 | 9,3  | 5364,28 | 49887,804  | 47,35 | 440,36 | каменщик            | 3         | 1       | а/м бортовые с грузоподъёмностью до 5 т.; котлы 400л                                           | 4,13 | 38,41 | раствор, стеклокалийное, мастика кровельная, материалы гидроизоляционные рулонные.               | 2750  | 25571  | 434  | 4034,7 |
| 8  | 08-02-001-3            | Кирпичная кладка наружных стен толщиной 640 мм при высоте этажа до 4м           | 1м3   | 2460 | 227,78  | 5172800,64 | 6,06  | 14908  | каменщик            | 5         | 1       | краны башенные 8т                                                                              | 0,4  | 984   | кирпич силикатный; раствор кладочный                                                             | 841,3 | 2Е+06  | 54,2 | 133307 |
| 9  | 07-01-021-1442-5021    | Укладка перемычек массой до 0.7т                                                | 100шт | 10,9 | 4967,53 | 849781,377 | 132,6 | 1445,2 | каменщик            | 4         | 1       | краны башенные 8 т                                                                             | 35,8 | 390,7 | раствор кладочный марки 50, конструкции сборные ж/б                                              | 115,1 | 1254,9 | 1347 | 14681  |
| 10 | 08-04-001-7402-0088    | Устройство перегородок из легкогобетонных плит в 2 слоя: при высоте этажа до 4м | 100м2 | 9,9  | 33578,5 | 337796,055 | 16    | 158,4  | каменщик            | 4         | 1       | краны башенные 8т; а/м 5т                                                                      | 180  | 1787  | плиты гипсовые, раствор                                                                          | 567,8 | 5621,2 | 1621 | 16045  |
| 11 | 07-05-014-207-05-014-4 | Монтаж сборных ж/б лестничных маршей и площадок                                 | 100шт | 0,72 | 20959,5 | 620506,294 | 677,8 | 488,01 | монтажники машинист | 4         | 2       | краны башенные 5т ПВК-1В, сварка ручная, а/м 5т,краны на автомобильном ходу.                   | 147  | 105,8 | электроды диаметром 6мм, краска, раствор кладочный марки 100, конструкции сборные ж/б            | 3774  | 2717,2 | 6816 | 4907,3 |
| 12 | 07-05-011-6445-3010    | Монтаж сборных ж.бетонных плит перекрытий                                       | 100шт | 5,95 | 40703,5 | 1197794,68 | 359,3 | 2137,8 | монтажники машинист | 4         | 2       | краны башенные 8т, а/м 5т.,сварка ручная дуговая,                                              | 75,8 | 450,7 | электроды диаметром 6 мм,краска,раствор готовый кладочный, конструкции сборные ж/б               | 21119 | 125660 | 3568 | 21230  |
| 13 | 12-01-014-02           | Укладка утеплителя                                                              | 1м3   | 417  | 455,67  | 190014,39  | 3,38  | 1409,5 | изолировщик         | 4         | 1       | краны башенные 8т, автопогрузчики 5т                                                           | 0,24 | 100,1 | бетон лёгкий на пористых заполнителях, песок природный, гравий керамзитовый, щебень              | 4512  | 2Е+06  | 27,9 | 11634  |
| 14 | 12-01-017-01           | Устройство выравнивающей стяжки из цементно-песчаного раствора                  | 100м2 | 5,85 | 1606,99 | 9400,8915  | 29,16 | 170,59 | изолировщик         | 3         | 1       | краны башенные 8т, автопогрузчики 5т, агрегаты электронасосные с регулированием подачи вручную | 4,3  | 25,16 | раствор кладочный тяжёлый цементный, песок для строительных работ природный, рубероид кровельный | 884   | 5171,6 | 235  | 1372,9 |
| 15 | 12-01-002-01101-1961   | Устройство плоской кровли четырёхслойной из рулонных кровельных материалов      | 100м2 | 30   | 9551,77 | 942605,1   | 30,9  | 927    | кровельщик          | 3         | 1       | ПВК-18,К-104М,ГАЗ-63                                                                           | 11,5 | 344,1 | материалы рулонные кровельные, мастика, гравий                                                   | 12986 | 389576 | 285  | 8536,8 |
| 16 | 12-01-015-01           | Устройство пароизоляции из 1 слоя рубероида на битумной мастике                 | 100м2 | 5,04 | 2694,36 | 13579,5744 | 17,79 | 89,662 | изолировщикбетонщик | 4,3,2,4,2 | 1,1,1,1 | краны башенные 8т, краны на автомобильном ходу 10т, а/м 5 т, котлы                             | 2,09 | 10,53 | рубероид кровельный, мастика битумы керосин                                                      | 2483  | 12515  | 163  | 822,38 |
| 17 | 10-01-034-3            | Установка оконных блоков из ПВХ профилей: поворотных(откидных, поворотно-       | 100м2 | 6,06 | 6720,05 | 40723,503  | 221,4 | 1341,7 | плотник машинист    | 4         | 1       | подъёмники мачтовые строительные 0,5 т, шуруповёрты                                            | 63,5 | 384,7 | Герметик Дюбели монтажные                                                                        | 36129 | 218943 | 1665 | 10090  |
| 18 | 10-01-040-2203-0311    | Заполнение дверных проёмов деревянными переплетами пл. до 3-х м <sup>2</sup>    | 100м2 | 14,9 | 5450,26 | 102884,519 | 338,3 | 5033,5 | плотник             | 4         | 1       | автомобили бортовые грузоподъёмностью до 5т                                                    | 4,27 | 63,54 | коробки дверные, полотна, наличники                                                              | 26222 | 390188 | 338  | 5033,5 |

|    |                            |                                                 |       |      |         |            |       |        |                      |        |        |                                             |      |       |                                                         |       |        |      |        |
|----|----------------------------|-------------------------------------------------|-------|------|---------|------------|-------|--------|----------------------|--------|--------|---------------------------------------------|------|-------|---------------------------------------------------------|-------|--------|------|--------|
| 19 | 15-02-016-5                | Штукатурка поверхностей сложным раствором       | 100м2 | 41,7 | 2940,25 | 122608,425 | 142,2 | 5928,1 | штукатур             | 3      | 1      | подъёмники мачтовые 0.5т, растворнасосы     | 6,44 | 268,5 | раствор отделочный тяжёлый, цементно-известковый 1:1:16 | 1036  | 43192  | 1398 | 58276  |
| 20 | 15-04-024-8<br>15-04-024-9 | Масляная покраска по штукатурке стен и потолков | 100м2 | 92,2 | 2238,25 | 206366,65  | 44,12 | 4067,9 | маляр-строитель      | 4      | 1      | а/м до 5т, подъёмники мачтовые 0.5т         | 0,12 | 11,06 | краски масляные, олифа                                  | 20068 | 2Е+06  | 377  | 34721  |
| 21 | 15-04-024-04               | Тоже дверей                                     | 100м2 | 11,1 | 821,45  | 9118,095   | 35,8  | 397,38 | маляр-строитель      | 4      | 1      | а/м до 5т, подъёмники мачтовые 0.5т         | 0,05 | 0,555 | краски масляные, олифа                                  | 1457  | 16175  | 306  | 3394,9 |
| 22 | 15-01-016-2                | Облицовка стен керамической плиткой             | 100м2 | 10,8 | 10703,2 | 115594,452 | 309,1 | 3338,5 | облицовщик-плиточник | 4      | 1      | подъёмники мачтовые 0.5т, автопогрузчики 5т | 1,32 | 14,26 | плитки керамические фасадные, раствор                   | 2068  | 22333  | 118  | 1279   |
| 23 | 11-01-011-01               | Устройство цементной стяжки толщиной 20 мм      | 100м2 | 62,5 | 1493,32 | 93332,5    | 40,78 | 2548,8 | изолирующий          | 3<br>4 | 1<br>1 | вибраторы поверхностные подъёмники мачтовые | 5,97 | 373,1 | раствор готовый кладочный                               | 884   | 55252  | 372  | 23243  |
| 24 | 11-01-036-03               | Устройство линолеумных полов (с подготовкой)    | 100м2 | 58,6 | 10192,2 | 597261,748 | 18,02 | 1056   | облицовщик           | 4      | 1      | а/м до 5т, подъёмники мачтовые 0.5т         | 0,82 | 48,05 | линолеум на теплозвукоизолирующей подоснове             | 102   | 5977,2 | 147  | 8588,4 |
| 25 | 11-01-027-03               | Устройство полов из керамической плитки         | 100м2 | 19,6 | 8975,78 | 175925,288 | 122,7 | 2405,3 | облицовщик           | 4      | 1      | а/м до 5т, подъёмники мачтовые 0.5т         | 5,78 | 113,3 | плитки керам.                                           | 2079  | 40747  | 1073 | 21034  |
| 26 |                            | Разные работы                                   |       |      |         | 1313865,57 |       | 5484,1 |                      |        |        |                                             |      | 8418  |                                                         |       | 7Е+06  |      | 458045 |
| 27 |                            | ИТОГО                                           |       | 3772 |         | 13138655,7 |       | 54841  |                      |        |        |                                             |      |       |                                                         |       |        |      |        |
|    |                            | Итого с индексом перерасчёта в цены 2017года    |       |      |         | 94598320,9 |       |        |                      |        |        |                                             |      |       |                                                         |       |        |      |        |

### Спецификация сборных конструкций.

Спецификация сборных конструкций приведена в таблице 4.2. На основании исходных данных принимаются конструктивные элементы.

**Таблица 1**

| Элементы           | Марка         | Размеры,мм |        |        | Масса<br>,т | Площадь<br>,м2 | Потребное количество |               |
|--------------------|---------------|------------|--------|--------|-------------|----------------|----------------------|---------------|
|                    |               | Длина      | Ширина | Высота |             |                | На 1этаж             | На всё здание |
| 1.Плиты перекрытия | ПК 57-15-8А   | 5680       | 1490   | 220    | 2,675       | 8,46           | 8                    | 152           |
|                    | ПК57-12-8А    | 5680       | 1190   | 220    | 2,000       | 6,76           | 18                   | 342           |
|                    | ПК57-10-8А    | 5680       | 990    | 220    | 1,65        | 5,62           | 8                    | 152           |
|                    | ПК72-15-8А800 | 7180       | 1490   | 220    | 3,35        | 10,69          | 6                    | 114           |
|                    | ПК72-12-8А800 | 7180       | 1190   | 220    | 2,58        | 8,54           | 6                    | 114           |
|                    | ПК24-15-8А    | 2380       | 1490   | 220    | 1,07        | 3,55           | 4                    | 76            |
|                    | ПК45-15-8А    | 4480       | 1490   | 220    | 2,01        | 6,68           | 1                    | 19            |
|                    | ПК-32-128А    | 3180       | 1190   | 220    | 1,14        | 3,78           | 2                    | 38            |
|                    | ПК36-12-8А    | 3580       | 1190   | 220    | 1,28        | 4,26           | 4                    | 76            |
|                    | ПК39-12-8А    | 3880       | 1190   | 220    | 1,39        | 4,49           | 2                    | 38            |
|                    | ПК80-10-8     | 7980       | 990    | 220    | 2,3         | 7,9            | 2                    | 38            |
|                    | ПК 54-15-8А   | 5380       | 1490   | 220    | 2,525       | 8,02           | 4                    | 76            |
|                    | ПК54-12-8А    | 5380       | 1190   | 220    | 1,9         | 6,4            | 1                    | 19            |
| 2.Лестничные марши | 2ЛМФ 28.11.14 | 3261       | 1050   | 289    | 3,42        | 3,42           | 1                    | 36            |
| 3.Перекрышки       | ЗПБ16-37      | 1150       | 120    | 220    | 0,138       | 15             | 15                   | 255           |



## **Построение графика движения рабочей силы**

Для оценки календарного плана по потреблению трудовых ресурсов строят так называемый график движения рабочей силы в виде суммирующей эпюры под графиком производства работ, где на каждом отрезке времени суммируется количество рабочих, указанное под линиями графиков работ. При этом календарный план оценивают по коэффициенту неравномерности движения рабочих:

$$K_p = N_{\max} / N_{\text{ср}} = 19 / 14.04 = 1.35$$

где  $N_{\max}$  - максимальное число рабочих по графику, чел.;

$N_{\text{ср}}$  - среднее число рабочих, определяемое путем деления общей трудоемкости

$Q_{\text{общ}}$ , чел.-дн., на общий фактический срок строительства, дн.

Значение величины коэффициента  $K_p$  не должно превышать 1.3-1.5.

## **Дифференциальный график капвложений**

При выполнении строительно-монтажных работ важно не только равномерное использование рабочих, но и рациональное нарастание осваиваемых капитальных вложений, которое достигается путем построения дифференциального графика на основе суммирования ежедневно осваиваемых денежных средств по всем работам при возведении объекта.

Денежные средства, осваиваемые в день по каждой работе, определяются путем деления общей стоимости работы  $C_i$  на ее продолжительность  $t_p$  т. е.

$$K_i = C_i / t_i$$

1)  $0.29 / 1 = 0.29$  тыс руб.

2)  $31.94 / 8 = 3.99$  тыс.руб.

3)  $17.86 / 46 = 0.39$  тыс.руб.

4)  $1486.47 / 36 = 41.29$  тыс.руб.

- 5)  $754.11/6=125.69$  тыс.руб.
- 6)  $49.89/10=4.99$  тыс.руб.
- 7)  $5172.8/104=49.74$  тыс.руб.
- 8)  $849.78/16=53.11$  тыс.руб.
- 9)  $337.8/51=6.62$  тыс.руб.
- 10)  $1197.8/17=70.46$  тыс.руб.
- 11)  $620.5/7=88.64$  тыс.руб.
- 12)  $190/15=12.67$  тыс.руб.
- 13)  $9.4/6=1.57$  тыс.руб.
- 14)  $942.61/15=62.84$  тыс.руб.
- 15)  $13.68/2=6.79$  тыс.руб.
- 16)  $40.72/14=2.91$  руб.
- 17)  $102.88/53=1.94$  тыс.руб.
- 18)  $122.61/62=1.98$  тыс.руб.
- 19)  $215.48/47=4.59$  тыс.руб.
- 20)  $115.59/35=3.3$  тыс.руб.
- 21)  $93.33/27=3.46$  тыс.руб.
- 22)  $773.19/37=20.9$  тыс.руб.

### Интегральный график капвложений

Интегральный график капвложений строится путем суммирования стоимости работ нарастающим итогом по отдельным периодам(месяцам, кварталам), т.е.

$$K_i = K_{i-1} + \sum_j^m \sum_i^n K_{ij}$$

где  $K_i$ - величина освоенных средств на конец I-го периода , тыс.руб.

$K_{i-1}$ -капиталовложения, освоенные за предыдущий период

(для первого периода  $K_{i-1}=0$ );

$j=0,1,\dots,m$  -число дней в периоде;

$i=0,1,\dots,n$ -число выполняемых работ;

$K_{ij}$ -средства, затрачиваемые на выполнение  $i$ -й работы в  $j$ -й день. После построения календарного плана и трех графиков (движение рабочей силы, интегральный и дифференциальный) рассчитываются технико-экономические показатели.

$$1) 0.29 \cdot 1 + 3.99 \cdot 8 + 0.39 \cdot 46 + 10 \cdot 41.29 = 463.05 \text{ тыс.руб}$$

$$2) 463.05 + 26 \cdot 41.29 + 7 \cdot 125.69 + 10 \cdot 4.99 + 6 \cdot 2 \cdot 49.74 + 2 \cdot 49.74 + 2 \cdot 53.11 + 2 \cdot 53.11 \cdot 1 + 2 \cdot 3 \cdot 6.62 + 2 \cdot 1 \cdot 70.46 = 3178.69 \text{ тыс.руб}$$

$$3) 3178.69 + 5 \cdot 6 \cdot 49.74 + 6 \cdot 1 \cdot 53.11 + 5 \cdot 3 \cdot 6.62 + 5 \cdot 1 \cdot 70.46 + 4 \cdot 49.74 + 1.27 \cdot 6.62 = 5648.52 \text{ тыс.руб}$$

$$4) 5648.52 + 6 \cdot 6 \cdot 49.74 + 2.05 \cdot 49.74 + 6 \cdot 1 \cdot 53.11 + 1.73 \cdot 6.62 + 6 \cdot 3 \cdot 6.62 + 7 \cdot 1 \cdot 70.46 = 8303.62 \text{ тыс.руб}$$

$$5) 8303.62 +$$

$$3.95 \cdot 49.74 + 49.74 \cdot 6 + 8 \cdot 49.74 + 2 \cdot 1 \cdot 53.11 + 1.73 \cdot 6.62 + 6 \cdot 3 \cdot 6.62 + 7 \cdot 1 \cdot 70.46 = 10899.45 \text{ тыс.руб}$$

$$6) 10899.45 + 6.95 \cdot 62.84 + 6.79 \cdot 2 + 2.91 \cdot 14 + 42.13 \cdot 1.94 = 11472.24 \text{ тыс.руб.}$$

$$7) 11472.24 + 10.87 \cdot 1.94 + 45.4 \cdot 1.98 = 11583.22 \text{ тыс.руб}$$

$$8) 11583.22 + 16.6 \cdot 1.98 + 47 \cdot 4.59 = 11831.82 \text{ тыс.руб.}$$

$$9) 11831.82 + 35 \cdot 3.3 + 27 \cdot 3.46 + 1.83 \cdot 20.9 = 12078.99 \text{ тыс.руб.}$$

$$10) 12078.99 + 35,17 \cdot 20.9 = 13138.66 \text{ тыс.руб.}$$

#### **Расчет технико-экономических показателей календарного плана**

1) Сметная стоимость строительно-монтажных работ определяется по формуле  $C_{смр} = ПЗ + НР + НП = 13138660 \text{ руб.}$

2) Продолжительность строительства, определяемая по правой части календарного плана, сравнивается с нормативным значением:  $T_{кп} \leq T_n$

$$T_{кп} = 601 \text{ дн}$$

$$T_n = 620 \text{ дн}$$

3) Общая трудо- и машиноёмкость определяется как суммарная величина в соответствующих графах календарного плана.

$$Q_{\text{чел-дн}} = 6855.07 \text{ чел.-см.}$$

$$Q_{\text{маш-см}} = 1052.3 \text{ маш.-см.}$$

4) Удельная трудо- и машиноёмкость на конечный измеритель определяется делением соответствующей графы календарного плана на полный объем измерителя.

$$Y_{\text{чел-дн}} = Q_{\text{чел-дн}} / V = 6855 / 27500 = 0.25 \text{ чел-дн/м}^3$$

и-измеритель здания(объем здания)

$$Y_{\text{маш-емк}} = Q_{\text{маш-емк}} / V = 1052.3 / 27500 = 0.04 \text{ маш-емк/м}^3$$

5) выработка на 1 чел.-дн. Определяется отношением сметной стоимости СМР (руб.) к общей трудоемкости (чел./дн.).

$$B = C_{\text{смп}} / Q_{\text{чел-дн}} = 13642510 / 54840 = 249 \text{ чел-дн}$$

6) Уровень сборности  $K_{\text{сб}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{сб}} = (C_{\text{сб}} / C_{\text{смп}}) 100\% = (5093 / 13642) * 100\% = 37\% \text{ где}$$

$C_{\text{сб}}$  – сметная стоимость работ с применением сборных конструкций ;

$C_{\text{см}}$  – сметная стоимость строительно-монтажных работ объекта.

7) уровень механизации  $K_{\text{мех}}$  находится по формуле

$$K_{\text{мех}} = (Q_{\text{мех}} / Q_{\text{общ}}) 100\% = (338.09 / 13642) * 100\% = 2.5\%, \text{ где}$$

$Q_{\text{мех}}$  – объем работ, выполняемый механизмами, руб.;

$Q_{\text{общ}}$  – общий объем работ того же вида, руб.

8) Коэффициент неравномерности движения рабочей силы  $K_{\text{н}}$  вычисляется по формуле

$$K_{\text{н}} = R_{\text{max}} / R_{\text{ср}} = 19 / 14.04 = 1.35, \text{ где}$$

$R_{\text{max}}$  – максимальное число рабочих по графику потока рабочей силы, чел.;

$R_{\text{ср}}$  – среднее число рабочих, определяемое как отношение общих трудозатрат, чел.-дн., к общей продолжительности выполнения работ по календарному плану, дн.

9) Коэффициент совмещения работ  $K_{\text{совм}}$  определяется по формуле

$$K_{\text{совм}} = \sum t_i / T_{\text{кп}} = 620 / 601 = 1.03, \text{ где}$$

$\sum t_i$  – продолжительность работ, выполняемых последовательно одна за другой;

$T_{\text{кп}}$  – продолжительность работ по календарному плану.

### Спецификация сборных конструкций.

Спецификация сборных конструкций приведена в таблице 4.2. На основании исходных данных принимаются конструктивные элементы.

**Таблица 4.2.**

| Элементы           | Марка         | Размеры, мм |        |        | Масса, т | Площадь, м <sup>2</sup> | Потребное количество |               |
|--------------------|---------------|-------------|--------|--------|----------|-------------------------|----------------------|---------------|
|                    |               | Длина       | Ширина | Высота |          |                         | На 1 этаж            | На всё здание |
| 1.Плиты перекрытия | ПК 57-15-8А   | 5680        | 1490   | 220    | 2,675    | 8,46                    | 8                    | 152           |
|                    | ПК57-12-8А    | 5680        | 1190   | 220    | 2,000    | 6,76                    | 18                   | 342           |
|                    | ПК57-10-8А    | 5680        | 990    | 220    | 1,65     | 5,62                    | 8                    | 152           |
|                    | ПК72-15-8А800 | 7180        | 1490   | 220    | 3,35     | 10,69                   | 6                    | 114           |
|                    | ПК72-12-8А800 | 7180        | 1190   | 220    | 2,58     | 8,54                    | 6                    | 114           |
|                    | ПК24-15-8А    | 2380        | 1490   | 220    | 1,07     | 3,55                    | 4                    | 76            |
|                    | ПК45-15-8А    | 4480        | 1490   | 220    | 2,01     | 6,68                    | 1                    | 19            |
|                    | ПК-32-128А    | 3180        | 1190   | 220    | 1,14     | 3,78                    | 2                    | 38            |
|                    | ПК36-12-8А    | 3580        | 1190   | 220    | 1,28     | 4,26                    | 4                    | 76            |
|                    | ПК39-12-8А    | 3880        | 1190   | 220    | 1,39     | 4,49                    | 2                    | 38            |
|                    | ПК80-10-8     | 7980        | 990    | 220    | 2,3      | 7,9                     | 2                    | 38            |
|                    | ПК 54-15-8А   | 5380        | 1490   | 220    | 2,525    | 8,02                    | 4                    | 76            |
| 2.Лестничные марши | ПК54-12-8А    | 5380        | 1190   | 220    | 1,9      | 6,4                     | 1                    | 19            |
|                    | 2ЛМФ 28.11.14 | 3261        | 1050   | 289    | 3,42     | 3,42                    | 1                    | 36            |
| 3.Перемычки        | ЗПБ16-37      | 1150        | 120    | 220    | 0,138    | 15                      | 15                   | 255           |

### Выбор средств подмащивания, инвентаря, монтажных приспособлений и оснастки.

С целью организации рабочих мест при установке и закреплении элементов в проектное положение осуществляется выбор средств подмащивания.

Для строповки, временных креплений и выверки монтируемых элементов необходимо выбирать грузозахватные и монтажные приспособления с

учетом их массы и геометрических, а так же необходимый инвентарь и инструменты для выполнения монтажных процессов.

Для подъема, перемещения и опускания конструкций используется специальное оборудование. Оно включает: стропы, траверсы, захваты.

Временное закрепление и выверка монтируемых элементов производится с помощью монтажных приспособлений. К ним относятся клинья, клиновые вкладыши, фиксаторы и кондукторы, расчалки, подкосы и распорки.

Выбранные элементы представлены в таблице 3.

**Таблица 4.3. Ведомость монтажных приспособлений и инструментов**

| Наименование приспособления       | Количество | Грузоподъемность, т | Масса, кг | Расчетная высота строповки | Назначение                                               |
|-----------------------------------|------------|---------------------|-----------|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| Строп четырехветвевой 4СК-10/4000 | 1          | 10т                 | 89,9      | 4000                       | Разгрузка конструкций, монтаж плит покрытий и перекрытий |
| Строп кольцевой СКК-1-8,0/6000    | 4          | 8т                  | 25        | 1500                       | Разгрузка конструкций, монтаж подмостей, подача кирпича  |

#### **Выбор транспортных средств для доставки конструкций**

Выбор типов, марок и производительности строительных машин, оборудования производится одновременно с выбором методов производства работ.

Количество строительных машин, механизмов и оборудования определяются в соответствии с количеством маш.-смен., сроком строительства объекта и уточняется при разработке календарного плана производства работ.

Ведомость потребности в автотранспорте и потребность в машинах, оборудовании и инструментах представлены соответственно в таблицах 4.4 и 4.5.

**Таблица 4.4. Ведомость потребности в автотранспорте**

| № | Наименование элемента | Наименование и тип транспорта                        | Грузоподъемность, т | Количество перевозимых элементов за один рейс | Количество единиц автотранспорта |
|---|-----------------------|------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 2                     | 3                                                    | 4                   | 5                                             | 6                                |
| 1 | Перемычки             | КаАЗ-5410<br>Полуприцеп ОДАЗ-885В<br>Прицеп МАЗ-8926 | 7,5<br>8            | 15                                            | 3                                |
| 2 | Плиты перекрытий      | ОДАЗ-885В                                            | 9                   | 3                                             | 5                                |
| 3 | Лестничные марши      | Полуприцеп-плитовоз<br>ЦП:ПП120                      | 12                  | 5                                             | 2                                |

**Таблица 4.5. Потребность в машинах, оборудовании, инструментах и приспособлениях.**

| Наименование           | Тип      | Марка, ГОСТ, ТУ | Кол-во | Техническая характеристика                          |
|------------------------|----------|-----------------|--------|-----------------------------------------------------|
| 1                      | 2        | 3               | 4      | 5                                                   |
| Бульдозер              |          | ДЗ-37           | 1      | Мощность двигателя-50л/с,                           |
| Автобетононасос        |          | СБ-126Б         | 1      | Дальность подачи 18м, производительность - 65м3/час |
| Кран                   | башенный | КБ-504          | 1      | Грузоподъемность 10т, вылет стрелы до 35м           |
| Экскаватор             |          | Обратная лопата | 1      | Ёмкость ковша 0,65м3                                |
| Строп четырёх-ветвевой |          | 4СК-10/4000     | 1      | Грузоподъемность 5т                                 |
| Строп кольцевой        |          | СКК-1-8,0/6000  | 1      | Грузоподъемность 8т, Длина стропа 6м, Масса 25кг    |
| Сварочный аппарат      |          | ПДФ-502 УХЛ     | 1      | Масса 350кг                                         |
| Вибратор               |          | ИБ-56           | 2      | Масса 19кг, мощность 0,8кВт                         |

|                      |         |                |   |                                            |
|----------------------|---------|----------------|---|--------------------------------------------|
| Виброплощадка        |         | ЭВ-262         | 1 | Масса 40кг,<br>Мощность 0,55кВт            |
| Уровень строительный | УС2-300 | ГОСТ 9416-83   | 1 | Длина-300мм,<br>Масса-9,24кг               |
| Бункер               | БПВ-1,0 | ГОСТ 21807-76* | 2 | Грузоподъёмность<br>2500кг,<br>Масса 495кг |

## 4.2 Объектный стройгенплан

Стройгенпланом называют генеральный план площадки, на котором показана расстановка основных монтажных и грузоподъемных механизмов, временных зданий, сооружений и установок, которые возводятся и используются на протяжении всего строительства объекта.

Объектный СГП детально решает организацию той части строительного хозяйства, которая непосредственно связана с сооружением конкретного объекта. Объектный стройгенплан в данной работе выполнен в масштабе 1:500.

При проектировании СГП необходимо выполнить расчеты площадей административных и бытовых временных зданий, площадей складов открытого и закрытого хранения материалов, а также потребностей в воде, тепле и электроэнергии, запроектировать временные дороги.

### Выбор монтажного механизма

Выбор монтажного крана осуществляется по следующим техническим параметрам: величина грузового момента (грузоподъемность  $Q$ ), высота подъема крюка  $H_{кр}$ , вылет стрелы крана  $V_{стр}$ .

Для башенных кранов грузовой момент находят путем умножения массы монтируемого элемента  $Q$  на расстояние между центром тяжести и осью вращения крана.

1) Грузоподъёмность:  $Q = Q_1 + Q_2 = 3,35 + 0,0899 = 3,44 \text{ т}$ ,

Где  $Q_1$  – масса элемента, т;



$Q_2$  – масса строповочной оснастки, т.

**2)Требуемую высоту подъема крюка** при установке конструкций в проектное положение определяют по формуле:

$$H_{кр}^{тр} = h_0 + h_3 + h_4 + h_c = 52,8 + 1,0 + 0,22 + 4,00 = 58,02 \text{ м}$$

где  $h_0$ - высота опоры монтируемого элемента от уровня стоянки крана,м;

$h_3$ - запас по высоте между опорой и низом монтируемого элемента (0,5-2 м),

принимаемый из условия безопасного производства работ, м;

$h_4$ -высота монтируемого элемента, м;

$h_c$  расчетная высота грузозахватного приспособления от верха монтируемого элемента до центра крюка крана, м.

**3)Вылет стрелы** определяется по формуле:

$$B_{стр} = a / 2 + b + c = 7,5 / 2 + 0,75 + 19,32 = 23,82 \text{ м}$$

Принимаем кран башенный марки КБ-504

#### **Технические характеристики крана КБ-504**

|                                         |        |
|-----------------------------------------|--------|
| Грузоподъёмность максимальная           | 10т    |
| Грузоподъёмность на максимальном вылете | 8т     |
| Вылет максимальный                      | 35м    |
| Вылет при максимальной грузоподъёмности | 28м    |
| Вылет минимальный                       | 7,5м   |
| Высота подъёма максимальная             | 75м    |
| Конструктивная масса крана              | 107,3т |
| Масса крана общая                       | 162,3т |

#### **Внутрипостроечные дороги**

Для постоянного подвоза материалов и различного необходимого оборудования строительная площадка должна быть оснащена удобными подъездами и внутрипостроечными дорогами

Принимаем временную двухполосную кольцевую дорогу шириной 6 м с одним выездом.

### Расчет зон влияния крана

Опасными зонами считаются те зоны, в пределах которых могут действовать опасные факторы производства.

Различают следующие зоны:

- Монтажная зона - это зона, в пределах которой возможно падение груза. Для обеспечения безопасности прохода людей устанавливаются козырьки.
- Зона обслуживания крана - пространство в пределах линии, описываемой крюком крана.
- Зона перемещения груза - это пространство, находящееся в пределах перемещаемого груза, подвешенного на крюке крана.

Опасная зона действия крана.

Определим границу опасной зоны работы крана:

$$R_{он} = R_{max} + 0,5 \cdot l_{max} + l_{без} = 35 + 0,5 \cdot 7,2 + 1 = 40 м$$

где  $R_{max}$  – максимальный вылет стрелы, м;

$0,5l_{max}$  – половина длины наибольшего перемещаемого груза, м;

$l_{без}$  – дополнительное расстояние безопасной работы, м.

Отмеряется  $R_{он}$  из всех стоянок крана, на местности опасную зону обозначают инвентарной обноской.

Определим опасную зоны поворотной платформы:

$$R_{он} = R_{пов} + l_{без} = 1 + 4 = 5 м$$

### Расчет площадей склада

Расчет площадей склада представлен в табл.4.2.

Проектирование складских помещений ведётся в следующем порядке:

1. Определяются требуемые запасы ресурсов

- 2.Выбирают метод хранения
3. Рассчитываются площади складов
- 4.Склады размещаются и привязываются
- 5.Производится размещение конструкций

Площадь склада определяется для каждого элемента в соответствии с его размерами и удельной нагрузкой на основание.

Определяем максимальный суточный расход материалов  $Q_{\text{сут}}$ :

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{общ}} / T$$

где  $Q_{\text{общ}}$  - количество материала, требуемого для осуществления

|                                       |                   |                                       |                                                                                                          |                      |                                                        |                                                 |                                  |                                                |                                              |                                                  |                                            |                  |               |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|---------------|
| Конструкции,<br>изделия,<br>материалы | Единица измерения | Общая потребность<br>$Q_{\text{общ}}$ | Продолжительность<br>укладывания<br>конструкций<br>наибольший<br>суточный расход<br>$Q_{\text{общ}} / T$ | Число дней запаса, n | Коэффициент<br>неравномерного<br>поступления, $\alpha$ | Коэффициент<br>неравномерности<br>потребления K | Запас на складе $Q_{\text{зап}}$ | Норма хранения на<br>1м <sup>2</sup> площади q | Полезная площадь<br>склада F, м <sup>2</sup> | Коэффициент<br>использования<br>площади склада B | Полная площадь<br>склада S, м <sup>2</sup> | Размер склада, м | Хар-ка склада |
|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------|---------------|

строительства в течении расчетного периода(гр.3)

T- продолжительность расчетного периода выполнения работы,  
дн.(из календарного плана)

Запас материалов на складе  $Q_{\text{зап}}$  (графа 9) определяется по формул

$$Q_{\text{зап}} = Q_{\text{сут}} * \alpha * n * k,$$

где  $Q_{\text{сут}}$ - суточный расход материалов (графа 5)

$\alpha$ - коэффициент неравномерности поступления (0.2-1.2)

k- коэффициент неравномерности потребления,

n- норма запасов материалов, дн.

|                         |                |       |     |       |    |     |     |        |      |       |     |       |       |      |
|-------------------------|----------------|-------|-----|-------|----|-----|-----|--------|------|-------|-----|-------|-------|------|
| Лестничные марши        | шт             | 72    | 7   | 10,3  | 3  | 1,2 | 1,3 | 48,2   | 0,57 | 84,6  | 0,5 | 169,2 | 10х30 | Откр |
| Кирпич керамический     | 1000шт         | 898   | 104 | 8,63  | 3  | 1,2 | 1,3 | 40,4   | 0,7  | 57,7  | 0,5 | 96,2  |       | Откр |
| Блоки бетонные          | м <sup>3</sup> | 6.08  | 6   | 1,01  | 3  | 1,2 | 1,3 | 4,7    | 2    | 2,35  | 0,5 | 4,7   |       | Откр |
| Оконные и дверные блоки | м <sup>2</sup> | 691   | 23  | 30    | 10 | 1,2 | 1,3 | 468    | 25   | 18,72 | 0,6 | 31,2  |       | Откр |
| Плиты перекрытия        | м <sup>3</sup> | 700,4 | 17  | 41,2  | 2  | 1,2 | 1,3 | 128,5  | 0,8  | 160,6 | 0,6 | 267,7 | 10х30 | Откр |
| Арматура                | т              | 324   | 57  | 5,7   | 10 | 1,2 | 1,3 | 85,8   | 4,0  | 24,45 | 0,6 | 40,75 |       | Откр |
| Линолеум                | м <sup>3</sup> | 5680  | 37  | 153,5 | 2  | 1,2 | 1,3 | 478,96 | 100  | 4,8   | 0,5 | 9,6   |       | Откр |

Таблица 4.6. Ведомость расчёта складских помещений

## Расчет площадей административно-бытовых помещений

Потребность в административно-бытовых помещениях определяется исходя из расчётной численности персонала:

Расчетное количество рабочих принимается:

Максимальное число рабочих равно 19 чел., из них служащих ИТР=2чел, рабочих — 16 чел, обслуживающий персонал — 1 чел и пожарно-сторожевая служба-1 чел.(из них — 6 чел-женщины; 20 чел-мужчины).

Расчет площадей временных зданий и сооружений сведен в таблица 4.6

Таблица 4.6. Расчет площадей временных зданий и сооружений

| Наименование       | Численность персонала, чел. | Норма, м <sup>2</sup> на 1 чел. | Расчетная площадь, м <sup>2</sup> | Принимаемая площадь, м <sup>2</sup> | Размеры в плане, м | Количество зданий | Используемый типовой проект и конструктивная характеристика |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| Прорабская         | 2                           | 3                               | 6                                 | 6                                   | 2*3                | 1                 | Контейнер                                                   |
| Гардеробная        | 16                          | 0.9                             | 14.4                              | 18                                  | 3х6                | 1                 | Контейнер                                                   |
| Душевая/умывальная | 16                          | 0.43<br>0.05                    | 6.88<br>0.8                       | 18                                  | 3х6                | 1                 | Контейнер                                                   |
| Биотуалет          | 16                          | -                               | 4.4                               | -                                   | -                  | 2                 | -                                                           |
| Сушильная          | 16                          | 0.2                             | 3.2                               | 6                                   | 3х2                | 1                 | Контейнер                                                   |

|                                          |    |   |    |    |     |   |           |
|------------------------------------------|----|---|----|----|-----|---|-----------|
| Помещения<br>для обогрева<br>и отд. Раб. | 16 | 1 | 16 | 18 | 3х6 | 1 | Контейнер |
|------------------------------------------|----|---|----|----|-----|---|-----------|

### Прожекторное освещение строительных площадок

Проектирование временного электроснабжения ведется в следующем порядке:

- Осуществляется сбор нагрузок
- Определяется тип трансформаторной подстанции
- Определяют необходимое количество осветительных приборов
- На СГП располагают трансформаторы

Расчет нагрузок по установленной мощности электроприемников и коэффициенту спроса производят по формуле:

$$P_p = \alpha (\Sigma P_c * k_{lc} / \cos \varphi + \Sigma P_t * k_{2c} / \cos \varphi + \Sigma P_{o.v.} * k_{3c} + P_{o.n.}),$$

$$P_p = 1.1 * \left( \frac{0.2 * 321}{0.5} + \frac{0.15 * 92}{0.6} + \frac{0.7 * 116}{0.8} + \frac{0.35 * 245}{0.4} + 120 * 1 + 36 \right)$$

$$= 685.6 \text{ кВт}$$

Таким образом, для временного электроснабжения площадки строительства выбираем тип трансформаторной подстанции СКТБ-750, с мощностью 750 кВт и размером 3.2х2.5м.

Выполним расчет необходимого количества осветительных приборов для наружного освещения:

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_d} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 2125}{1000} = 0,96 \approx 1 \text{ шт.}$$

где  $n$ - число ламп прожекторов;

$P$ - удельная мощность для ПЗС-45  $P = 0,2-0,3 \text{ Вт/кв.м} \times \text{лк}$ ;

$E$  - освещенность, лк; (Территория строительства в районе производства работ – 2 лк.)

$S$  - площадь, подлежащая освещению, кв.м;

$P_{\text{л}}$  - мощность лампы прожектора, Вт, при ПЗС-45 Эл = 1000 Вт - 1500 Вт.

$$n = pES/P_{\text{л}},$$

$$n=0.25*2*2125/1000=0.96=1 \text{ шт.}$$

$$n=0.25*1*2000/1000=0.5=1 \text{ шт.}$$

$$n=0.25*3*750/1000=0.5625=1 \text{ шт.}$$

$$n=0.25*5*750/1000=0.94=1 \text{ шт.}$$

Для территории строительства принимаем количество прожекторов  $n=4$  шт.

### Проектирование временного водоснабжения.

При устройстве сетей временного водоснабжения в первую очередь необходимо прокладывать и использовать сети постоянного водопровода.

Необходимо определить схему сети и рассчитать диаметр трубопровода

Рассчитаем суммарный расход воды:

$$B_{\text{расч}} = 0,5x(B_{\text{пр}} + B_{\text{хоз}} + B_{\text{пож}})$$

$B_{\text{пр}}, B_{\text{хоз}}, B_{\text{пож}}$  - расходы на производственные, хозяйственные и

противопожарные цели.

Таблица 4.7 Удельный расход воды на производственные нужды

| №п/п | Наименование потребителей           | Ед.измерения     | Кол-во | Средняя норма, л | Итого |
|------|-------------------------------------|------------------|--------|------------------|-------|
| 1    | Поливка бетона/раствора             | 1 м3 в сутки     | 11.86  | 400              | 4744  |
| 2    | Автомашины грузовые(заправка/мойка) | 1 машина в сутки | 1      | 400              | 400   |
|      |                                     |                  |        | Σ                | 5144  |

По максимальной потребности находят секундный расход воды на производственные нужды, л./сек.:

$$B_{\text{пр}} = \sum \frac{g_n N_n K_r K_n}{t \times 3600},$$

$$B_{\text{пр}} = \frac{5144 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1,2}{8 \cdot 3600} = 0,64 \text{ л/с}$$

Секундный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды.

$$B_{\text{хоз}} = \frac{q_x \cdot n_p \cdot k_r}{t \cdot 3600} + \frac{q_g \cdot n_g}{t_g \cdot 60},$$

$$B_{\text{хоз}} = \frac{10 \cdot 22 \cdot 3}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 6}{45 \cdot 60} = 0,13 \text{ л/с}$$

Получаем:

$$B_{расч} = 0,5(B_{пр} + B_{хоз} + B_{пож}) = 0,5(0,64 + 0,13 + 10) = 5,385$$

Диаметр трубопровода для временного водопровода:

$$D = 2 \sqrt{\frac{B_{расч} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}$$
$$D = 2 \sqrt{\frac{5,385 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 77,3 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр труб 80 мм.

$$B_{расч.} = 0,5 \times (B_{пр.} + B_{хоз.})$$
$$B_{расч.} = 0,5 \times (0,64 + 0,13) = 0,385 \text{ л/с}$$

$$D = 2 \sqrt{\frac{0,385 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 18,08 \text{ мм}$$

Окончательно принимаем диаметр труб 40 мм.

### Проектирование временного теплоснабжения

Системы временного теплоснабжения, как правило, рассчитаны только на период строительства и подлежат демонтажу по окончании строительства.

Общая потребность  $Q_{общ}$  (кДж/ч) определяется как сумма расчётного расхода по отдельным потребителям с введением повышающих коэффициентов:

$$Q_{общ} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \times K_1 \times K_2$$

Расход тепла на отопление зданий определяется по формуле:

$$Q_1 = V_{зд} \times q_0 \times a \times (t_B - t_H) = 27415 \times 3,77 \times 1,1 (20 + 20) = 4547592 \text{ кДж/ч,}$$

Часовой расход тепла на технологические нужды  $Q_2$ , кДж/ч, определяется по формуле:

$$Q_2 = (V M / t t_H) = 0,$$

Где  $V$  – объем работ ;

$M$  – удельный расход тепла на единицу объема работ, кКал.

$$Q_{общ} = 4547592 \times 1,1 \times 1,1 = 5502586 \text{ кДж/ч}$$

### 4.3 Мероприятия по технике безопасности и охране окружающей среды

## **Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности**

При разработке стройгенплана необходимо учитывать следующие основные меры и требования:

В целях обеспечения пожарной безопасности на площадке предусмотрены пожарные гидранты. Склады должны находиться в зоне действия пожарных гидрантов. Все временные помещения укомплектованы первичными средствами пожаротушения. Основные средства пожаротушения: огнетушители, песок и камни.



## **5.Раздел экономики строительства**

### **5.1. Определение капитальных вложений в строительство**

Показатель сметной стоимости является одним из наиболее важных показателей, характеризующих экономическую эффективность проектного решения и определяющих сумму средств на реализацию проекта. Следовательно, достоверность определения сметной стоимости имеет первостепенное значение для всех сторон, участвующих в строительстве.

### **5.2.Объектная смета**

Объектная смета должна быть составлена на основе локальной сметы. Затраты на технологическое оборудование и его монтаж определяются в % к сметной стоимости СМР. Для расчета объектной сметы используются сметные нормативы. Также, в объектных сметах начисляются:

- средства на временные здания и сооружения (в % к сметной стоимости СМР);
- зимнее удорожание (в % к сметной стоимости СМР);
- резерв средств на непредвиденные работы и затраты (в % от суммарного итога предыдущих расчетов).

**Объектная смета**  
**на строительство 17-этажного жилого дома в г.Пензе**  
(наименование объекта)

Сметная стоимость 161 299,8 тыс.руб.  
Средства на оплату труда 32290,95 тыс.руб.  
Расчётный измеритель единичной стоимости на 1м<sup>2</sup> 14,8

**Таблица 5.1. Объектная смета составлена в ценах 2017 г.**

| №<br>п/<br>п                        | Номер<br>расчётов | Работы и затраты                       | Сметная стоимость, тыс.руб.     |                                        |                    |                 | Средств<br>а на<br>оплату<br>труда,<br>тыс.руб. | Показатели<br>единичной<br>стоимости |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                     |                   |                                        | Строительные и монтажные работы | Оборудование, материалы, инвентарь 12% | Прочие затраты 1 % | всего           |                                                 |                                      |
| 1                                   | 2                 | 3                                      | 4                               | 5                                      | 6                  | 7               | 8                                               | 9                                    |
|                                     | ЛС-1              | Общестроительные работы                | <b>94598,32</b>                 | <b>11351,8</b>                         | <b>945,98</b>      | <b>106896,1</b> | <b>26724,03</b>                                 | <b>12,62</b>                         |
| <b>Санитарно-технические работы</b> |                   |                                        |                                 |                                        |                    |                 |                                                 |                                      |
| 2                                   | ЛС-2              | Отопление 6,2%                         | 6627,56                         | 795,31                                 | 66,28              | 7489,15         | 2246,75                                         | 0,88                                 |
| 3                                   | ЛС-3              | Вентиляция 7,1%                        | 6716,48                         | 805,98                                 | 67,16              | 7589,62         | 2276,89                                         | 0,89                                 |
| 4                                   | ЛС-4              | Внутренний водопровод 1,2%             | 1282,75                         | 153,93                                 | 12,83              | 1449,51         | 434,85                                          | 0,17                                 |
| 5                                   | ЛС-5              | Канализация 1,35%                      |                                 |                                        |                    |                 |                                                 |                                      |
|                                     |                   | Итого по санитарно-техническим работам | 14626,79                        | 1755,22                                | 146,27             | 16528,28        | 4958,49                                         | 1,94                                 |
|                                     |                   | Накладные расходы-128%                 | 6346,87                         |                                        |                    | 6346,87         |                                                 |                                      |
|                                     |                   | Сметная прибыль-83%                    | 4115,55                         |                                        |                    | 4115,55         |                                                 |                                      |
|                                     |                   | Всего                                  | <b>18742,34</b>                 | <b>1755,22</b>                         | <b>146,27</b>      | <b>51402,95</b> | <b>4958,49</b>                                  | <b>1,94</b>                          |
| 6                                   | ЛС-6              | Электроосвещение 1,25%                 | 1336,2                          | 160,34                                 | 13,36              | 1509,9          | 452,97                                          | 0,18                                 |
|                                     |                   | Накладные расходы-105%                 | 475,62                          |                                        |                    | 475,62          |                                                 |                                      |
|                                     |                   | Сметная прибыль-60%                    | 271,78                          |                                        |                    | 271,78          |                                                 |                                      |
|                                     |                   | Всего                                  | <b>2083,6</b>                   | <b>160,34</b>                          | <b>13,36</b>       | <b>2257,3</b>   | <b>452,97</b>                                   | <b>0,18</b>                          |
| 7                                   | ЛС-7              | Устройство телефонизации               | 259,8                           | 31,18                                  | 2,6                | 293,58          | 88,07                                           | 0,03                                 |
| 8                                   | ЛС-8              | Устройство радиофикации                | 198,78                          | 23,85                                  | 1,99               | 224,62          | 67,39                                           | 0,03                                 |
|                                     |                   | Итого по слаботочным устройствам       | 458,58                          | 23,85                                  | 4,59               | 487,02          | 155,46                                          | 0,06                                 |
|                                     |                   | Накладные                              | 155,46                          |                                        |                    | 155,46          |                                                 |                                      |

|  |                                  |                 |                 |               |                 |                 |             |
|--|----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------|
|  | расходы-100%                     |                 |                 |               |                 |                 |             |
|  | Сметная прибыль-65%              | 101,05          |                 |               | 101,05          |                 |             |
|  | Всего по слаботочным устройствам | 715,09          | 23,85           | 4,59          | 743,53          | 155,46          | 0,06        |
|  | <b>Всего по объекту</b>          | <b>116139,4</b> | <b>13291,21</b> | <b>1110,2</b> | <b>161299,8</b> | <b>32290,95</b> | <b>14,8</b> |

### 5.3. Сводный сметный расчет стоимости строительства

Сводный сметный расчет стоимости строительства является итоговым документом, определяющим цену строительства. Все затраты, связанные с осуществлением строительства, по своему экономическому содержанию и целевому назначению сгруппированы в отдельные главы.

Сводный сметный расчет стоимости строительства служит освоением для определения лимита капитальных вложений и открытия финансирования строительства.

Таблица № 2

Министерство, ведомство \_\_\_\_\_  
 Главное управление \_\_\_\_\_  
 Утвержден \_\_\_\_\_  
 Сводный сметный расчет на сумму 362,34 млн.руб  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г

#### Сводный сметный расчет строительства 17-этажного жилого дома в г.Пензе

Составлен в ценах текущего 2017г.

| №                                                              | Номер смет и расчетов | Наименование работ и затрат                         | Сметная стоимость, тыс.руб. |                           |                |          |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|----------|
|                                                                |                       |                                                     | СМР                         | Обрудов., мебель, инвент. | Прочие затраты | Всего    |
| 1                                                              | 2                     | 3                                                   | 4                           | 5                         | 6              | 7        |
| <b>Глава 1. Подготовка территории строительства</b>            |                       |                                                     |                             |                           |                |          |
| 2                                                              | Сметный расчет №2     | Подготовка территории строит-ва – 1,5% от Гл. 2     | 2419,5                      | 290,34                    | 24,2           | 5828.6   |
| <b>Глава 2. Основные объекты строительства</b>                 |                       |                                                     |                             |                           |                |          |
|                                                                | Объектная смета №1    | 17-этажный жилой дом в г.Пензе                      | 116139,4                    | 13291,21                  | 1110,2         | 161299,8 |
| <b>Глава 3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения</b> |                       |                                                     |                             |                           |                |          |
| 3                                                              | Сметный расчет №3     | Объекты подсобного и обслуживающего назначения – 4% | 6451,99                     | 774,24                    | 64,52          | 7290,75  |

**Глава 6. Наружные инженерные сети и сооружения водоснабжения, канализации, газоснабжения**

|   |                   |                                                                                                           |         |        |       |         |
|---|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|---------|
| 4 | Сметный расчет №4 | Наруж. инж. сети и соор-я водоснабжения, канализации, газоснабжения – 4,2% от соотв. Граф итого по Гл.2-3 | 6774,59 | 812,95 | 67,75 | 7655,29 |
|---|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|---------|

**Глава 7. Благоустройство и озеленение территории**

|   |                   |                                                                |         |       |       |         |
|---|-------------------|----------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|---------|
| 5 | Сметный расчет №5 | Благоустройство и озеленение территории – 5% от гр.7 по Гл.2-3 | 8064,99 | 967,8 | 80,65 | 9113,44 |
|---|-------------------|----------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|---------|

**Глава 8. Временные здания и сооружения**

|   |                   |                                                             |        |   |   |        |
|---|-------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---|---|--------|
| 6 | Сметный расчет №6 | Временные здания и сооружения – 2,5% от СМР итого по Гл.1-7 | 4032,5 | — | — | 4032,5 |
|---|-------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---|---|--------|

**Глава 9. Прочие работы и затраты**

|   |                   |                                                                              |        |   |   |        |
|---|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|--------|
| 7 | Сметный расчет №7 | Доп.затраты на произ-во работ в зимнее время – 1,5% от Гр.4 итого по Гл. 1-8 | 2419,5 | — | — | 2419,5 |
|---|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|--------|

**Глава 12. Проектные и изыскательские работы**

|   |                   |                                                               |   |   |         |         |
|---|-------------------|---------------------------------------------------------------|---|---|---------|---------|
| 8 | Сметный расчет №8 | Проектные и изыскательские работы – 3% от итого гр. 7 Гл. 1-9 | — | — | 4838,99 | 4838,99 |
|---|-------------------|---------------------------------------------------------------|---|---|---------|---------|

*Итого по главам 1-12*

|  |  |  |           |          |         |           |
|--|--|--|-----------|----------|---------|-----------|
|  |  |  | 146302,47 | 16136,54 | 6186,31 | 202478,87 |
|--|--|--|-----------|----------|---------|-----------|

**Возвратная сумма-15% от гл.8.гр.7**

|  |  |  |        |  |  |        |
|--|--|--|--------|--|--|--------|
|  |  |  | 604,88 |  |  | 604,88 |
|--|--|--|--------|--|--|--------|

Руководитель проектной организации

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

Главный инженер проекта

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

Начальник \_\_\_\_\_ отдела  
(наименование)

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

Заказчик

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

По сводному сметному расчету на строительство объекта необходимо 202478,87 тыс.руб. Себестоимость строительства 1 м<sup>2</sup> общей площади составляет 23,89тыс. рублей. Расчётный период строительства составляет 620 дней.Срок реализации инвестиционного проекта-5лет.

## 5.4. Экономическая оценка проектного решения

Составим план продаж для данного проекта:

| № | Годы | Наименование               | Количество | Продаваемая площадь, м <sup>2</sup> | Цена, т.р./м <sup>2</sup> | Выручка, т.р. |
|---|------|----------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------|
| 1 | 0-1  | 1-комнатные<br>офисы       | 32         | 1169,44                             | 50                        | 58472         |
|   |      |                            | 2          | 249,2                               | 60                        | 14952         |
|   |      |                            |            |                                     |                           | 73424         |
| 2 | 1-2  | 2-комнатные<br>офисы       | 21         | 1149,75                             | 45                        | 51738,75      |
|   |      |                            | 2          | 249,2                               | 60                        | 14952         |
|   |      |                            |            |                                     |                           | 66690,75      |
| 3 | 2-3  | 2-комнатные<br>3-комнатные | 11         | 602,25                              | 45                        | 27101,25      |
|   |      |                            | 8          | 619,44                              | 43                        | 26635,92      |
|   |      |                            |            |                                     |                           | 53737,17      |
| 4 | 3-4  | 3-комнатные                | 14         | 1084,02                             | 43                        | 46612,86      |
| 5 | 4-5  | 3-комнатные                | 10         | 774,3                               | 43                        | 33294,9       |
|   |      |                            |            |                                     |                           | 273759,68     |

### Расчет капитальных вложений $K_t$ :

$K_1 = 0,7 * C_{смп} = 0,7 * 202478,87 = 141735,21$  тыс.руб.

$K_2 = 0,3 * C_{смп} = 0,3 * 202478,87 = 60743,66$  тыс.руб.

### 1. Расчет чистого дисконтированного дохода (при норме дисконта $E = 10,25\%$ )

| Год<br>су-ще-<br>ства<br>ния<br>про-<br>екта | Результ<br>аты | Затраты $Z_t$ , в том числе<br>тыс.руб. |                                  | Разница<br>между<br>результата<br>ми и<br>затратами | Коэф<br>фици<br>ент<br>диско<br>нтиро<br>вания | ЧДД поток<br>доходов по<br>годам<br>проекта | ЧДД<br>Нарастаю<br>щим<br>итоном |
|----------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
|                                              |                | Капитальн<br>ые<br>вложения             | Эксплуат<br>ационные<br>издержки |                                                     |                                                |                                             |                                  |
| t                                            | $R_t$          | $K_t$                                   | $\Xi_t$                          | $(R_t - Z_t)$                                       | $1/(1+E)^t$                                    | $(R_t - Z_t)/(1+E)^t$                       |                                  |
| 1                                            | 73424          | 141735,21                               | 0                                | -68311,21                                           | 0,907                                          | -61958,27                                   | -61958,27                        |
| 2                                            | 66690,75       | 60743,66                                | 360                              | 5587,09                                             | 0,823                                          | 4598,18                                     | -57360,09                        |
| 3                                            | 53737,17       | 0                                       | 560                              | 53177,17                                            | 0,746                                          | 39670,17                                    | -17689,92                        |
| 4                                            | 46612,8        | 0                                       | 1260                             | 45352,86                                            | 0,677                                          | 30703,89                                    | 13,013,97                        |

|   |         |   |      |         |       |          |          |
|---|---------|---|------|---------|-------|----------|----------|
|   | 6       |   |      |         |       |          |          |
| 5 | 33294,9 | 0 | 2140 | 31154,9 | 0,614 | 19129,11 | 32143,08 |

т.к. ЧДД= 32143,08тыс.руб. > 0, проект признается экономически эффективным, при норме дисконта E=15%

## 2. Расчет внутренней нормы доходности (при норме дисконта E = 20,25%)

| Год существования проекта | Разница между результатами и затратами | Коэффициент дисконтирования | ЧДД поток доходов по годам проекта | ЧДД поток доходов по накопленным итогам |
|---------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| t                         | $(R_t - Z_t)$                          | $1/(1+E)^t$                 | $(R_t - Z_t)/(1+E)^t$              |                                         |
| 1                         | -68311,21                              | 0,832                       | -56834,93                          | -56834,93                               |
| 2                         | 5587,09                                | 0,692                       | 3866,27                            | -52968,66                               |
| 3                         | 53177,17                               | 0,576                       | 30630,05                           | -22338,61                               |
| 4                         | 45352,86                               | 0,479                       | 21724,02                           | -614,59                                 |
| 5                         | 31154,9                                | 0,398                       | 12399,65                           | 11785,06                                |

Определяем внутреннюю норму доходности:

$$E_{\text{вн}} = E_1 - \text{ЧДД}_1 \frac{E_2 - E_1}{\text{ЧДД}_2 - \text{ЧДД}_1}$$

$$E_{\text{вн}} = 10,25 - 32143,08 * (20,25 - 10,25) / (11785,06 - 32143,08) = 26,04$$

Определяем срок окупаемости проекта:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_{\text{вн}}} = \frac{1}{0,2604} = 3,84 \text{ года} < T = 5 \text{ лет}$$

## **6. Экология и безопасность жизнедеятельности**

### **6.1.Противопожарная безопасность**

Противопожарная безопасность означает комплекс мер по предотвращению пожаров, улучшению противопожарного состояния здания. Для обеспечения этих мер строители должны соблюдать требования пожарной безопасности на всех этапах строительства, начиная с подготовительных работ. В связи с этим временные здания и сооружения, возведённые в подготовительный период, необходимо строить строго в соответствии с проектами организации строительства и производства работ, которые предварительно согласовывают с органами пожарной безопасности.

Расположение складов и вспомогательных помещений должно соответствовать стройгенплану с учётом требований ППБ-01-03. Местность, занимаемую открытыми складами горючих материалов должна быть очищена от сухой травы, бурьяна и т.п.

Производство работ внутри здания с применением горючих веществ и материалов запрещено вблизи мест производства сварочных работ.

Во время по устройства гидро- и пароизоляции на крыше запрещается производство всех видов огневых работ. Необходимо наличие первичных средств пожаротушения в помещениях производства огнеопасных работ из расчёта 2 огнетушителя на 100 м<sup>2</sup>.

За организацию пожарной охраны, выполнение необходимых противопожарных мероприятий и исправное содержание оборудования пожаротушения на участке строительства несет ответственность начальник работ.

### **6.2Экологическая безопасность.**

#### **Охрана почвы**

На всей территории участка застройки необходимо при строительстве произвести снятие растительного слоя толщиной 0,4 м до начала производства работ: на месте оставить необходимый объем грунта для

использования в работах по озеленению, остальной объем заменить на обычную землю, используя растительный грунт на других объектах.

Организации, проводящие строительство, обязаны снимать и хранить природный слой почвы в целях использования его для рекультивации земель и повышения плодородия малопродуктивных угодий.

Расчет объема плодородного слоя:

$$V = h \cdot S = h \cdot (S_{зд} + S_{отмостки} + S_{дорог}),$$

$$S_{зд} = 498,5 \text{ м}^2; \quad S_{отмостки} = 65,56 \text{ м}^2; \quad S_{дорог} = 830 \text{ м}^2$$

Тогда объем снимаемого плодородного слоя составит:

$$V = 0,15 \cdot (498,5 + 65,56 + 830) = 209,11 \text{ м}^3$$

### **Утилизация бытовых отходов.**

Оценка влияния образующихся отходов на окружающую среду производится по аналогии с существующими объектами.

Количество отходов определяется в зависимости от источника их образования и делится на твердые бытовые отходы (ТБО) и уличный смет.

Количество определено согласно норм образования ТБО, утвержденных Госкомитетом по охране окружающей среды и справочника «Санитарная очистка и уборка населенных мест».

Расчет количества смета производится в соответствии с площадью, подлежащей уборке, и нормам уличного смета с твердых покрытий и газонов.

Количество твердых бытовых отходов в год составит:

$$100(\text{кг} / \text{м}^3) \cdot S_{\text{торг.зала}} = 100 \cdot 498,5 = 49850 \text{ кг}$$

Смет с дворовой территории и газонов составит:

$$S_{\text{асф}} \cdot 10 + S_{\text{газ}} \cdot 7,5 = 965 \cdot 10 + 3065 \cdot 7,5 = 119487,5 \text{ кг}$$

где  $S_{\text{асф}}$  - площадь асфальтированной дороги,  $965 \text{ м}^2$ ,



$S_{газ}$  - площадь газонов,  $3065\text{м}^2$ .

Тогда годовое количество отходов будет равно:

$$49850\text{кг} + 119487,5\text{ кг} = 169337,5\text{кг}$$

В сутки:  $\frac{169337,5}{365} \approx 463,9\text{кг}$

Для сбора ТБО и утилизации мусора необходимо предусмотреть два контейнера объемом  $0,75\text{ м}^3$  и весом 200 кг. Вывоз отходов производить 1 раз в сутки.

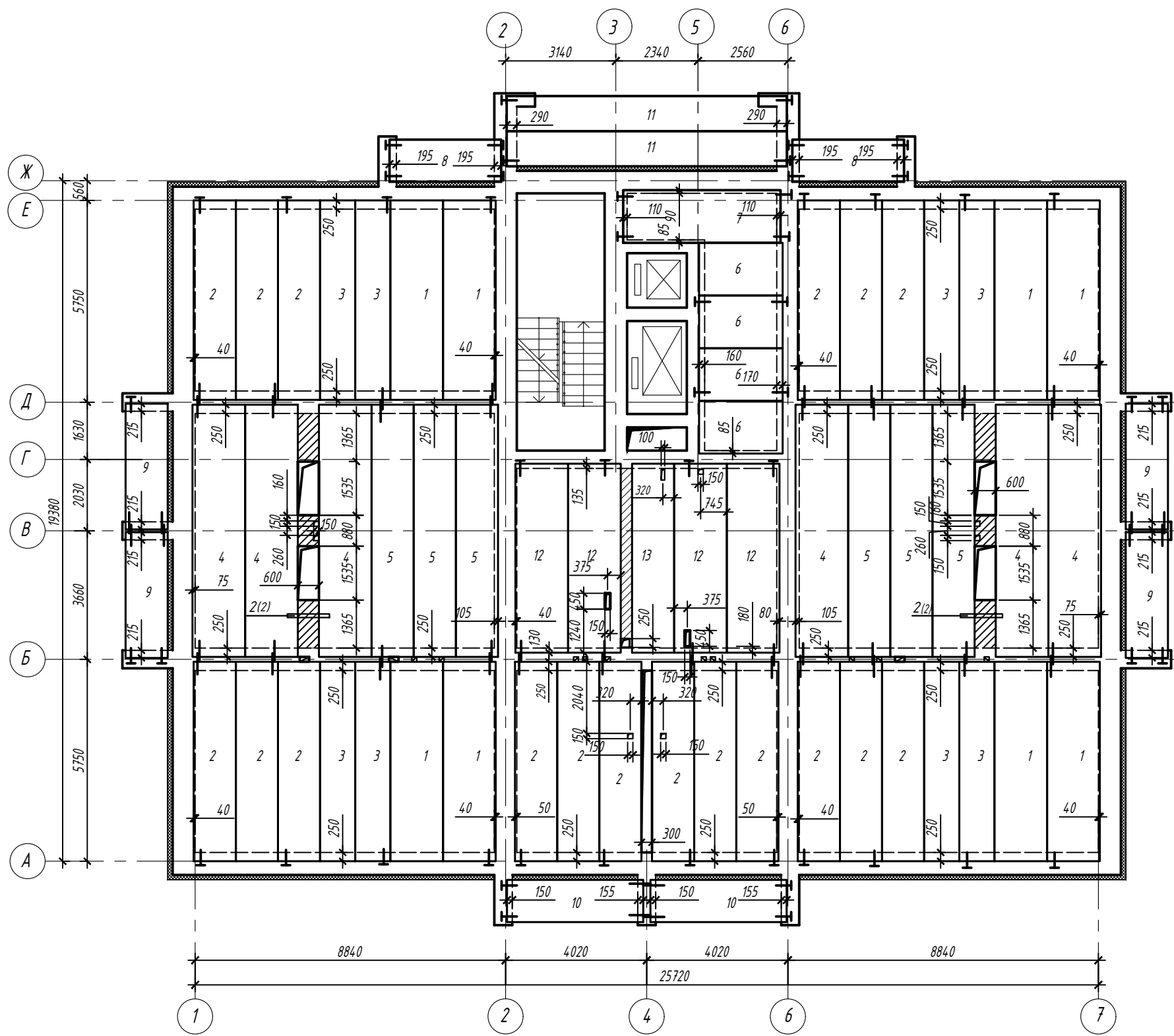
Таким образом, предусмотренные проектом природоохранные меры сводят к минимуму негативное воздействие возводимого объекта на окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

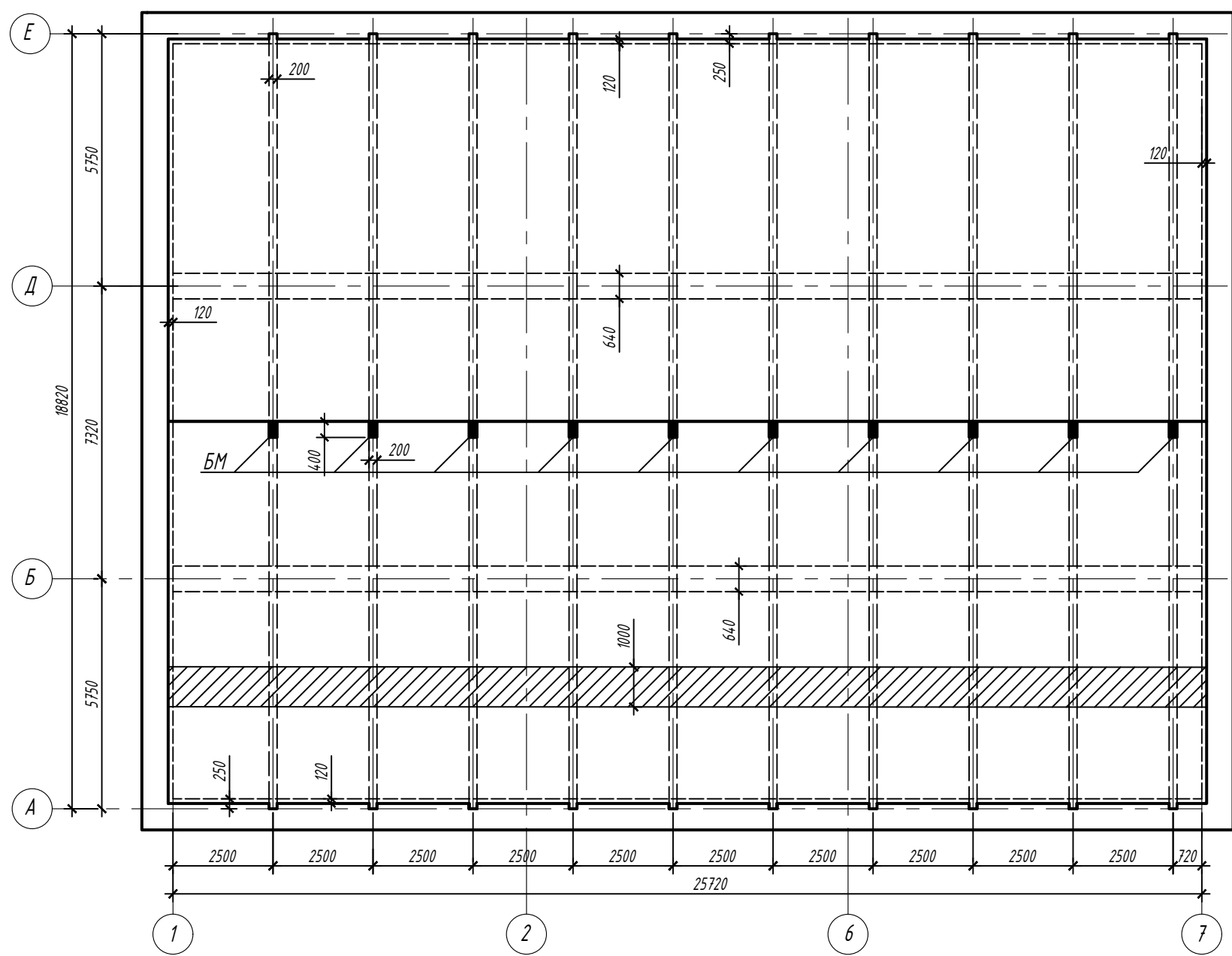
- 1.Сборник ГЭСН Пензенская область 01-2001 «Земляные работы»
- 2.Сборник ТЕР Пензенская область 05-2001 «Свайные работы»
- 3.Сборник ГЭСН Пензенская область 05-2001 «Свайные работы»
- 4.Сборник ТЕР Пензенская область 06-2001 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные»
5. Сборник ГЭСН Пензенская область 06-2001 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные»
- 6.Сборник ТЕР 81-02-12-2001 «Кровля»
- 7.Сборник ГЭСН 81-02-12-2001 «Кровля»
- 8.Сборник ТЕР 15-2001 «Отделочные работы»
- 9.Сборник ГЭСН 15-2001 «Отделочные работы»
10. СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01-2004. Организация строительства».
- 11.Технологические процессы в строительстве: учебное пособие/Г.Н. Рязанова, Н.В. Агафонкина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 180 с.
12. ГОСТ 12.4.059 – 89. «Система стандарта безопасности труда. Строительство. Ограждения предохранительные инвентарные. Общие технические условия». Госстрой СССР. 1989.
- 13.ГОСТ 12.1.046 – 85. «Система стандарта безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок». Госстрой СССР. 1985.
14. EN 1990. «Basis of structural design».
15. EN 1991 . «Actions on structures».
16. EN 1994. «Design of composite steel and concrete structures».



ПЛАН СБОРНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ТИПОВОГО ЭТАЖА

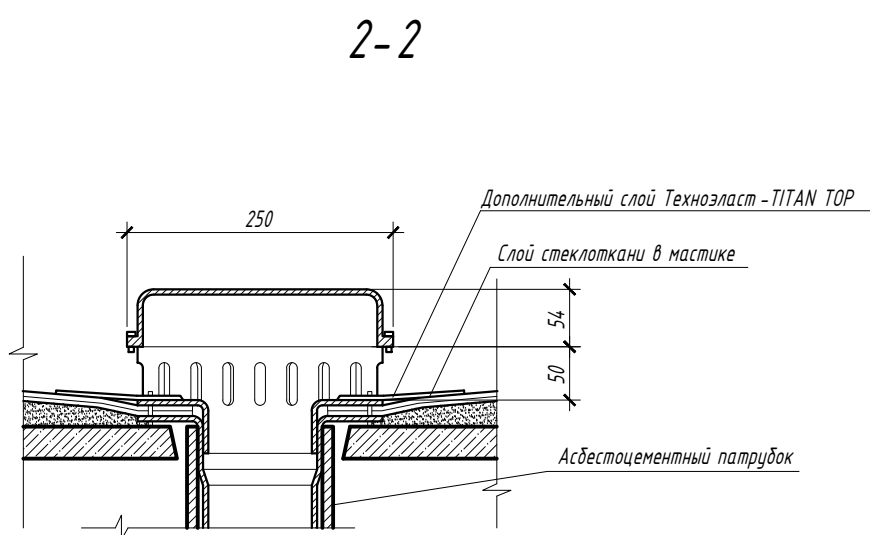
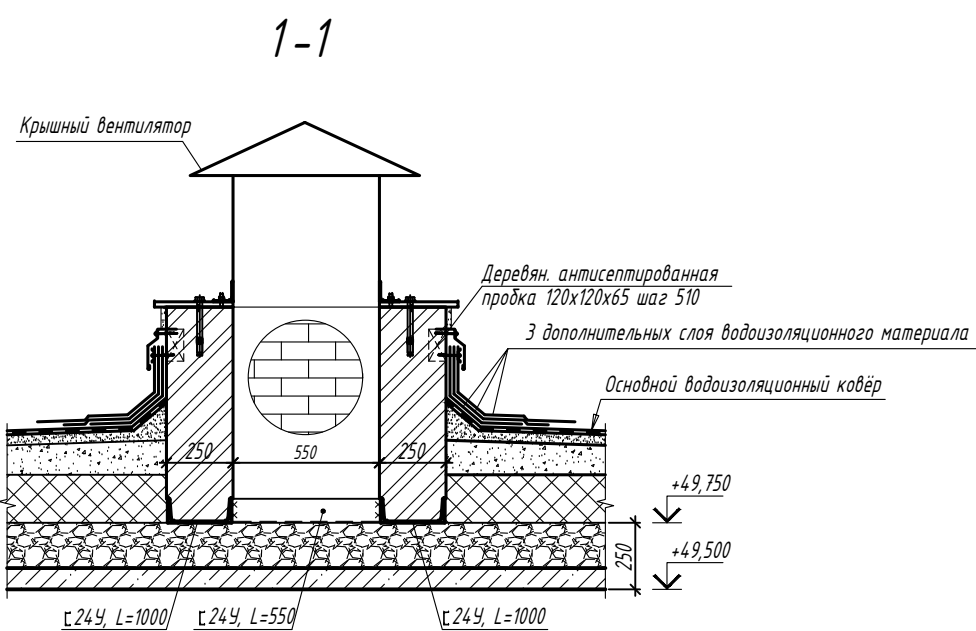


ПЛАН МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ТИПОВОГО ЭТАЖА



Спецификация плит перекрытия

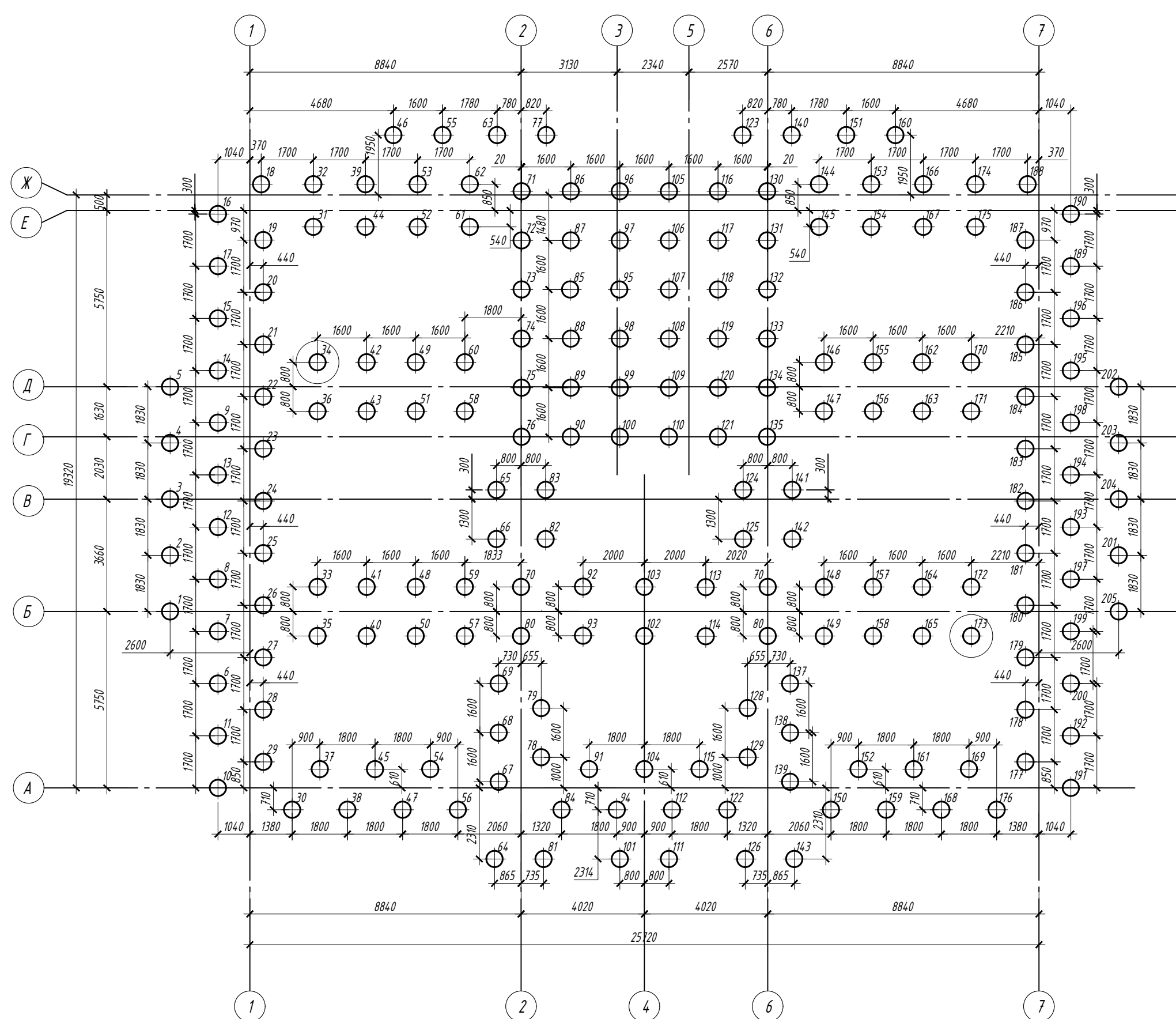
| Марка | Обозначение              | Наименование           | Кол-во | Масса кг | Примеч. |
|-------|--------------------------|------------------------|--------|----------|---------|
| 1     | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 57-15-8А            | 8      | 2675     |         |
| 2     | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 57-12-8А            | 18     | 2000     |         |
| 3     | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 57-10-8А            | 8      | 1650     |         |
| 4     | Серия 1.090.1-1/86 8.5-1 | ПК 72-15-8 А800        | 6      | 3400     |         |
| 5     | Серия 1.090.1-1/86 8.5-1 | ПК 72-12-8 А800        | 6      | 2720     |         |
| 6     | Серия 1.141-1 8.62       | ПК 24-15-8А            | 4      | 1190     |         |
| 7     | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 45-15-8А            | 1      | 2100     |         |
| 8     | Серия 1.141-1 8.62       | ПК 32-12-8А            | 2      | 1225     |         |
| 9     | Серия 1.141-1 8.62       | ПК 36-12-8А            | 4      | 1320     |         |
| 10    | Серия 1.141-1 8.62       | ПК 39-12-8А            | 2      | 1425     |         |
| 11    | ООО "Пус"                | ПК 80-10-8             | 2      | 2350     |         |
| 12    | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 54-15-8А            | 4      | 2374     |         |
| 13    | Серия 1.141-1 8.63       | ПК 54-12-8А            | 1      | 1900     |         |
|       |                          | Анкера                 |        |          |         |
| А-1   | Серия 2.240-1 8.6        | ММ-9, Ø 10 А240 L=900  | 55     | 560      |         |
| А-2   | Серия 2.240-1 8.6        | ММ-10, Ø 10 А240 L=900 | 52     | 520      |         |
|       |                          | Монолитные участки     |        |          |         |
| МУ-1  | п.21 АС.1                | МУ-1                   | 1      |          |         |
| МУ-3  | п.21 АС.1                | МУ-3                   | 2      |          |         |



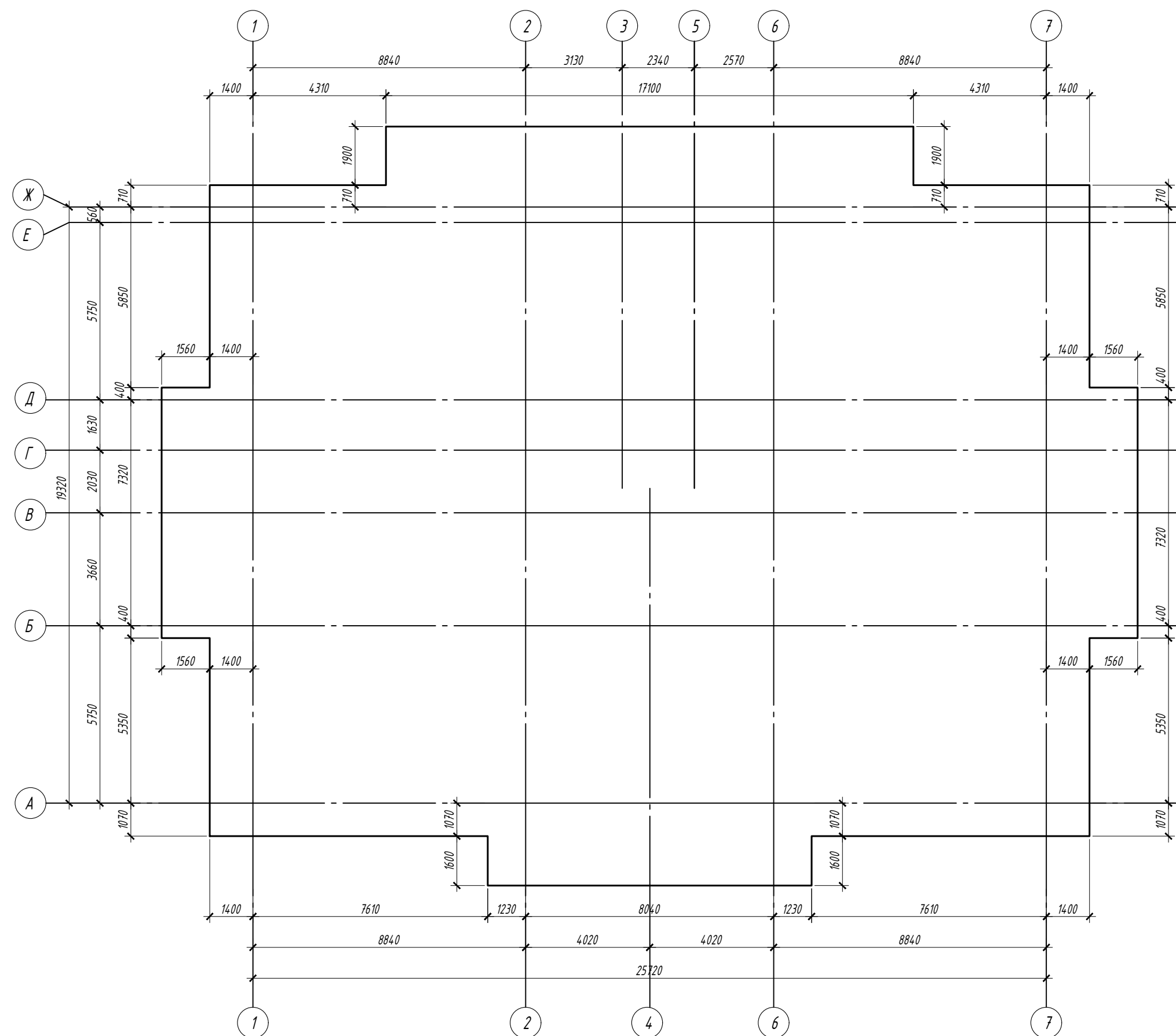
|             |             |  |  |                                                 |      |        |
|-------------|-------------|--|--|-------------------------------------------------|------|--------|
| Зав. каф.   | Лоскоб      |  |  | ВКР-2069059-08.03.01-130906-2017                |      |        |
| Руководит.  | Лаврова     |  |  | 17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями |      |        |
| Пр. констр. | Лаврова     |  |  | в г. Пензе                                      |      |        |
| Консульт.   |             |  |  |                                                 |      |        |
| Архитект.   | Викторова   |  |  |                                                 |      |        |
| Констр.     | Лаврова     |  |  |                                                 |      |        |
| ТСП         | Азаровичева |  |  |                                                 |      |        |
| Опф.        | Глухов      |  |  |                                                 |      |        |
| Зодч.       | Савинов     |  |  |                                                 |      |        |
| БЖД         | Резникова   |  |  |                                                 |      |        |
| Студент     | Викторова   |  |  |                                                 |      |        |
|             |             |  |  | Жилой дом                                       | Лист | Листов |
|             |             |  |  | ВКР                                             | 4    | 11     |
|             |             |  |  | Планировка, каф. ТСОА                           |      |        |
|             |             |  |  | ар. СТ.1-41                                     |      |        |



ПЛАН СВАЙНОГО ПОЛЯ



ПЛАН МОНОЛИТНОЙ ПЛИТЫ



## Спецификация С-1

| Марка | Поз. | Обозначение  | Наименование       | Кол-во, | Масса, кг |       | Прим. |
|-------|------|--------------|--------------------|---------|-----------|-------|-------|
|       |      |              |                    | шт.     | Едн.      | Всего |       |
|       |      |              | КП-1               | 205     |           | 106,1 |       |
| 1     |      | ГОСТ 5781-82 | Ф16 А400, L=8550мм | 6       | 13,5      | 81,0  |       |
| 2     |      | ГОСТ 5781-82 | Ф6 А240, L=52800мм | 1       | 11,7      | 11,7  |       |
| 3     |      | ГОСТ 2772-88 | - 1-5мм, 50х1100мм | 5       | 2,2       | 11,0  |       |
| 4     |      | ГОСТ 5781-82 | Ф6 А240, L=3500мм  | 30      | 0,8       | 24,0  |       |

Ведомость расхода стали, кг

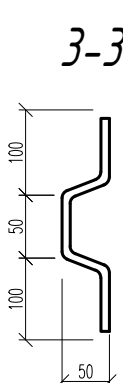
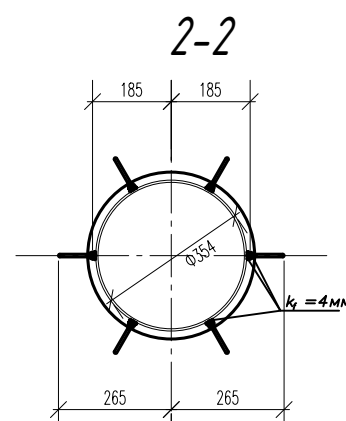
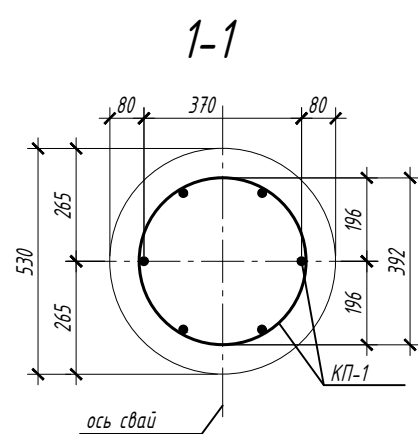
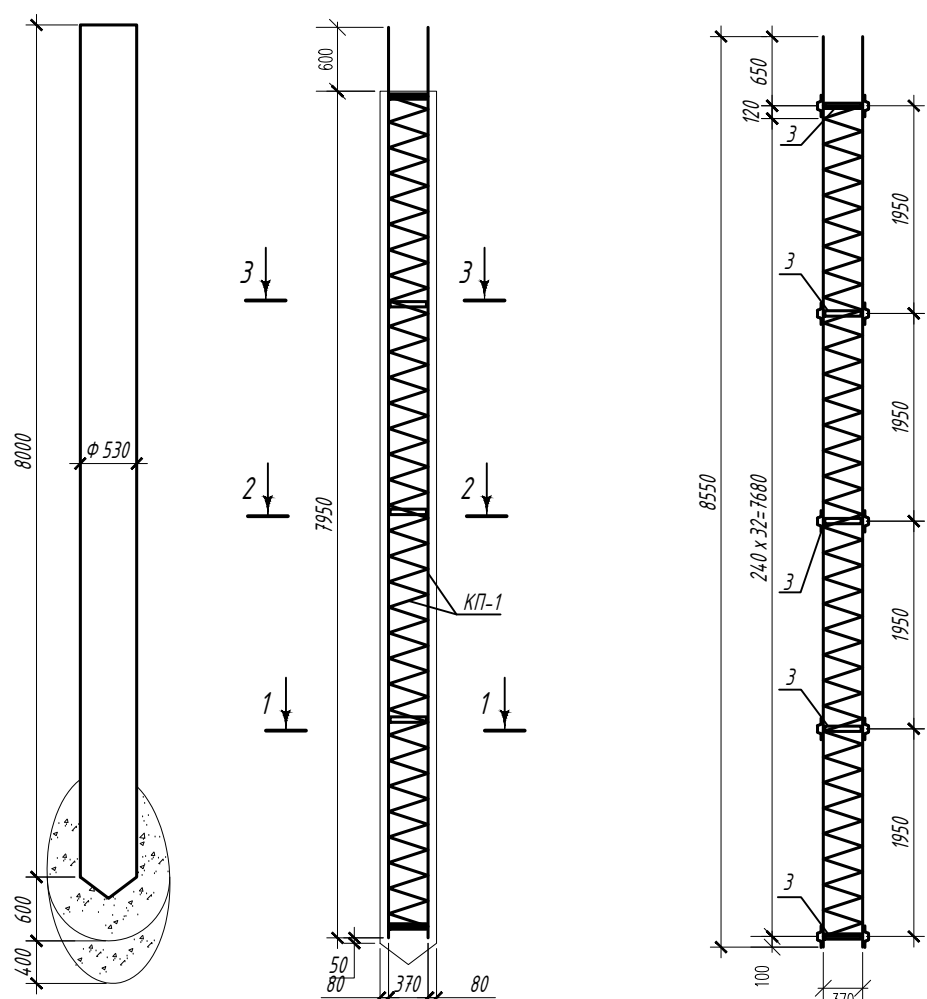
|                   |                    |       |                 |
|-------------------|--------------------|-------|-----------------|
| Марка<br>элемента | Изделия арматурные |       | Общий<br>расход |
|                   | Арматура класса    |       |                 |
|                   | A 240              |       |                 |
|                   | ГОСТ 5781-82*      |       |                 |
|                   | Ø6                 | Ø16   |                 |
| С-1               | 14,1               | 81,00 | 95,1            |

[illegible]

Условные обозначения:

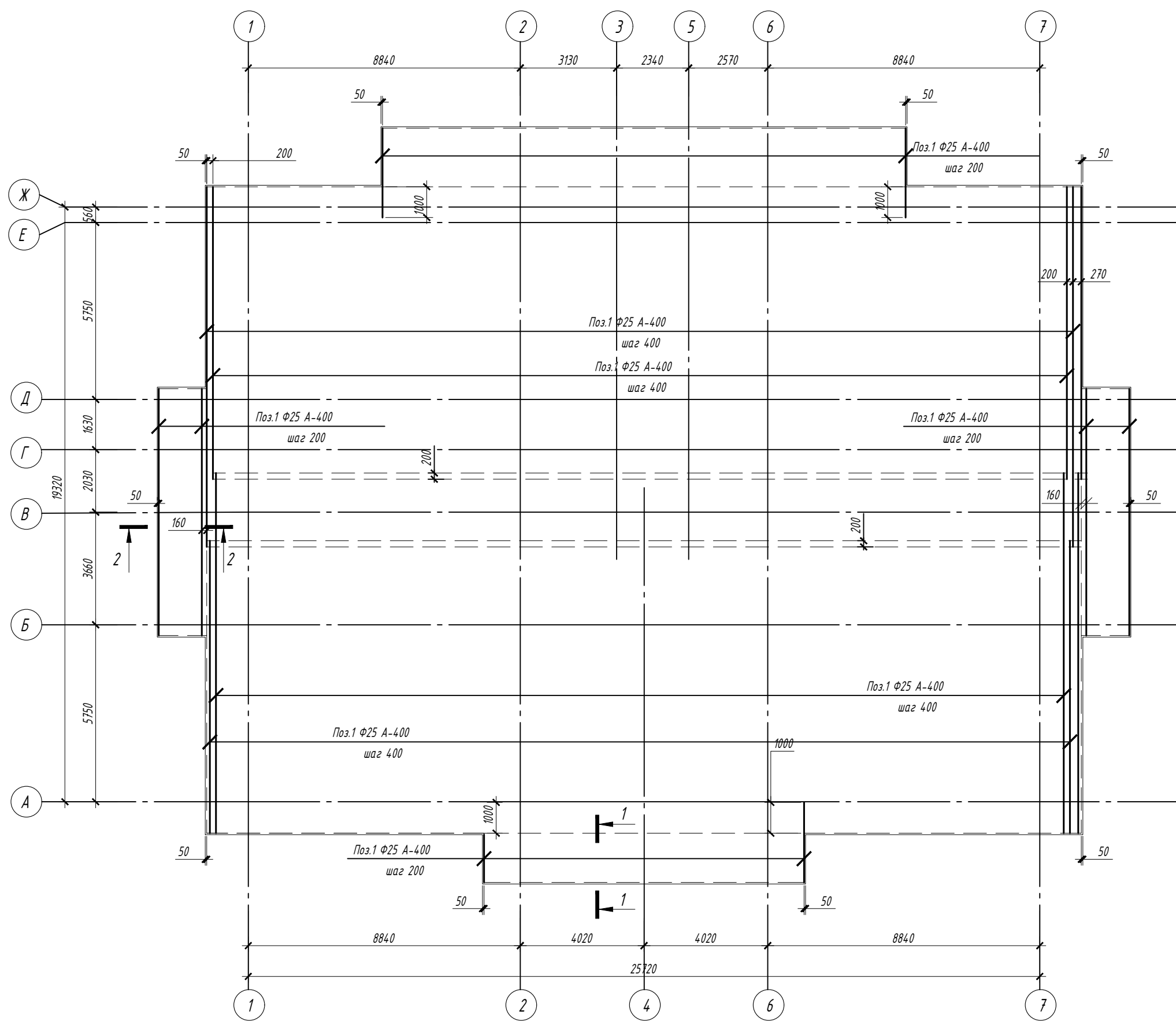
- ⊕ -набивная свая типа С-1 (L=8м);  
⊗ -сваи для проведения статических испытаний.

1. За условную отметку 0,000 принята отметка пола 1-ого этажа равная абсолютной отметке 200,1;
2. Надбные сваи выполнять из тяжелого бетона кл. В 20, W6;
3. Отметка головок свай -3,400 (196,7);
4. Все работы по изготовлению свай вести согласно требований СП 73.13330.2012;
5. Расчетная нагрузка на сваи типа С-1 принята 135 т.с.;

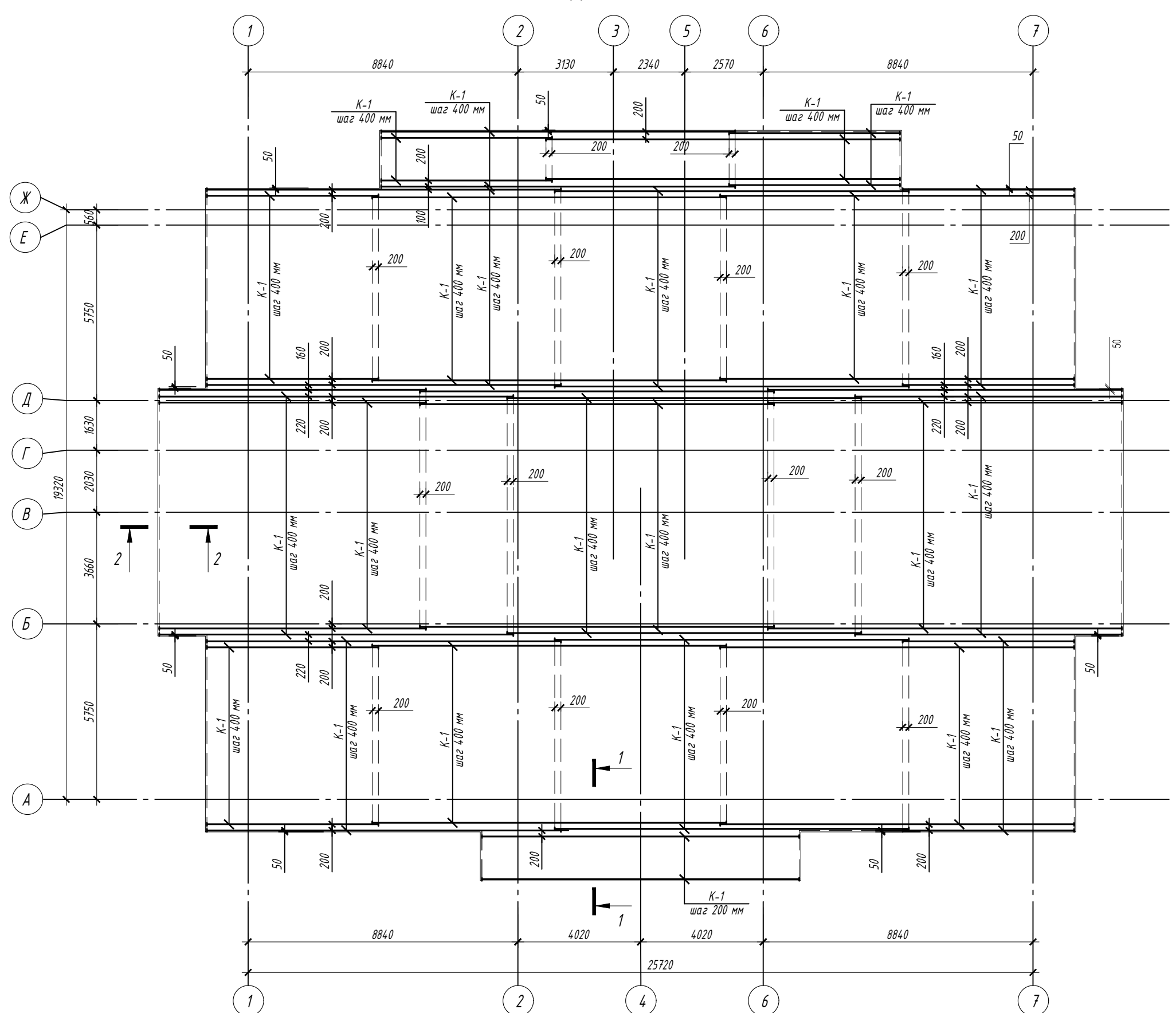




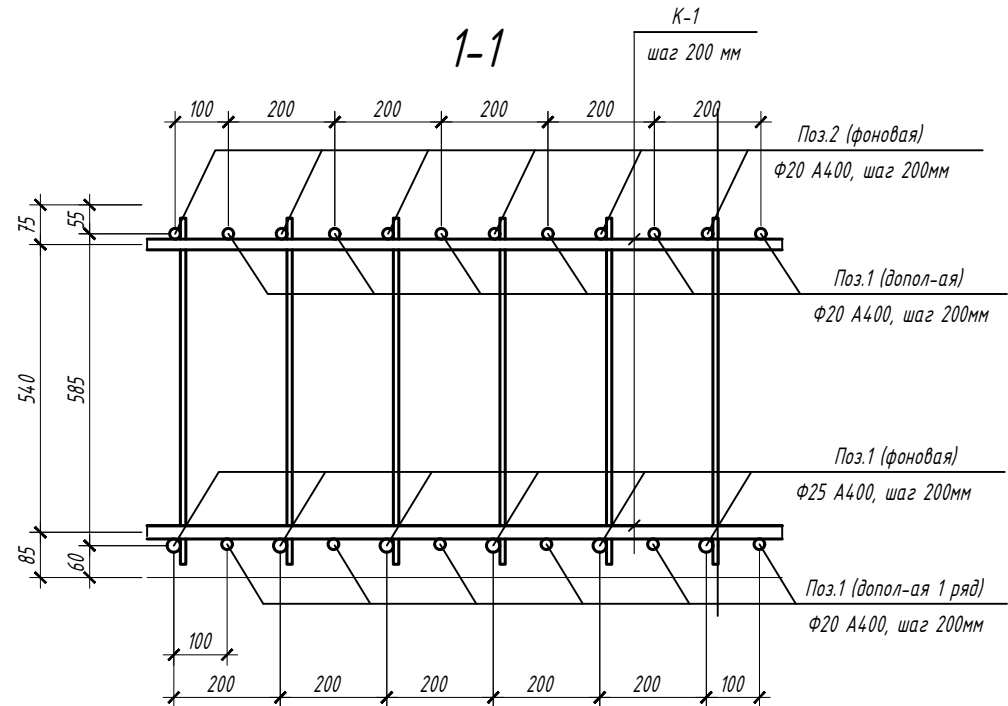
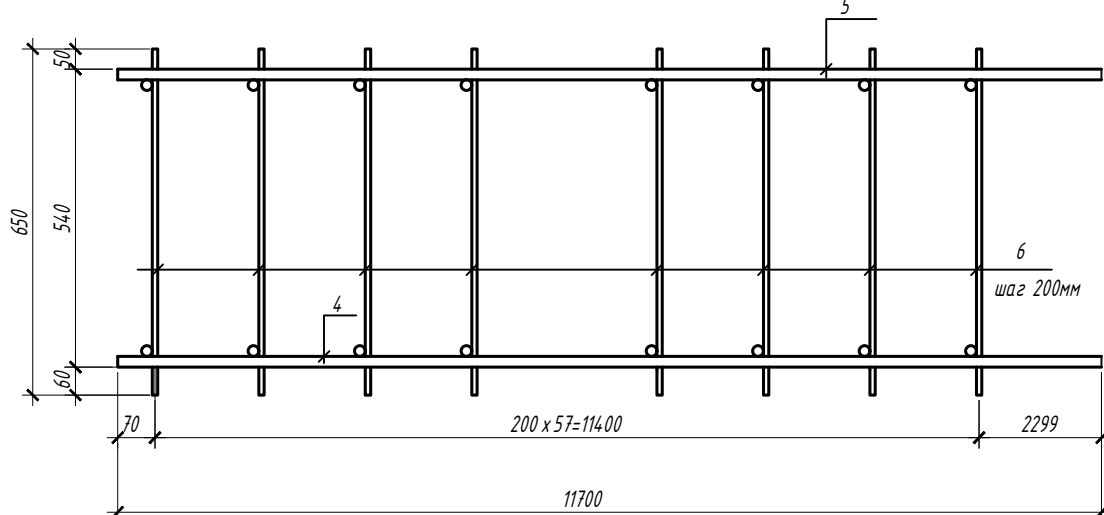
## План раскладки арматурных стержней плиты в вертикальном направлении



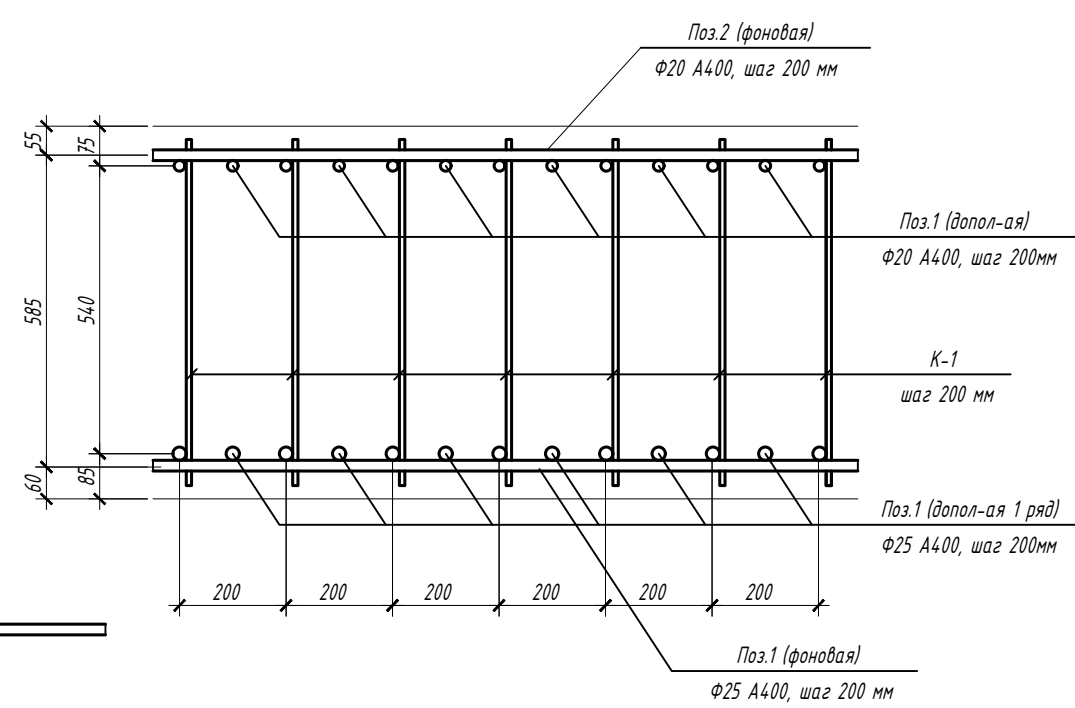
ПЛАН РАСКЛАДКИ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ К-1



1-1

 $K-i$ 

## 2-2



### Спецификация монолитной фундаментной плиты

| Поз. | Обозначение   | Наименование         | Кол. | Масса,<br>кг | Приме-<br>чание |
|------|---------------|----------------------|------|--------------|-----------------|
|      |               | Монолитная плита     |      |              |                 |
|      |               | Сварочные единицы    |      |              |                 |
|      | K 1           | Сварной каркас       | 295  | 28674        |                 |
|      |               | Итого:               |      | 28674        |                 |
|      |               | Детали               |      |              |                 |
| 1    | ГОСТ 5781-82* | Ф25 А400, L=11700мм  | 490  | 22050        |                 |
| 2    | ГОСТ 5781-82* | Ф20 А400, L=11700мм  | 920  | 26680        |                 |
| 3    | ГОСТ 5781-82* | Ф10 А400, L=11700мм  | 11   | 79,2         |                 |
|      |               | Итого:               |      | 46809        |                 |
|      |               | K 1                  |      |              |                 |
| 4    | ГОСТ 5781-82* | Ф25 А400, L=11700мм  | 1    | 45,0         |                 |
| 5    | ГОСТ 5781-82* | Ф20 А400, L=11700 мм | 1    | 29,0         |                 |
| 6    | ГОСТ 5781-82* | Ф10 А400, L=650мм    | 58   | 23,2         |                 |
|      |               | Бетон В20            |      | 480          | м <sup>3</sup>  |
|      |               | Бетон В7,5           |      | 70           | м <sup>3</sup>  |

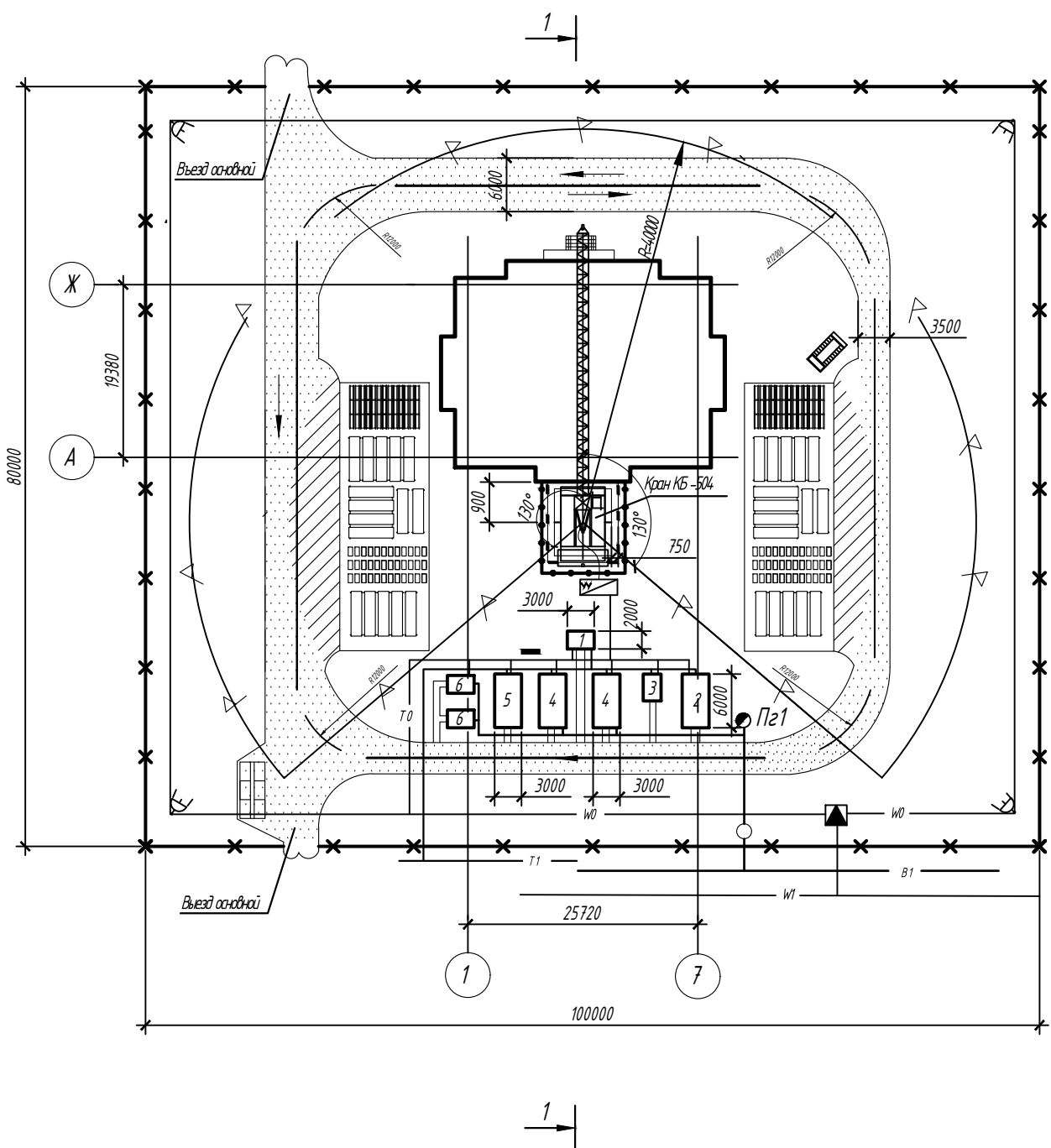
Ведомость расхода стали, кг

|                   |                    |       |       |                 |
|-------------------|--------------------|-------|-------|-----------------|
| Марка<br>элемента | Изделия арматурные |       |       | Общий<br>расход |
|                   | Арматура класса    |       |       |                 |
|                   | А 400              |       |       |                 |
|                   | ГОСТ 5781-82*      |       |       |                 |
|                   | Ø10                | Ø20   | Ø25   |                 |
| C-1               | 6923,2             | 35235 | 35235 | 77483           |

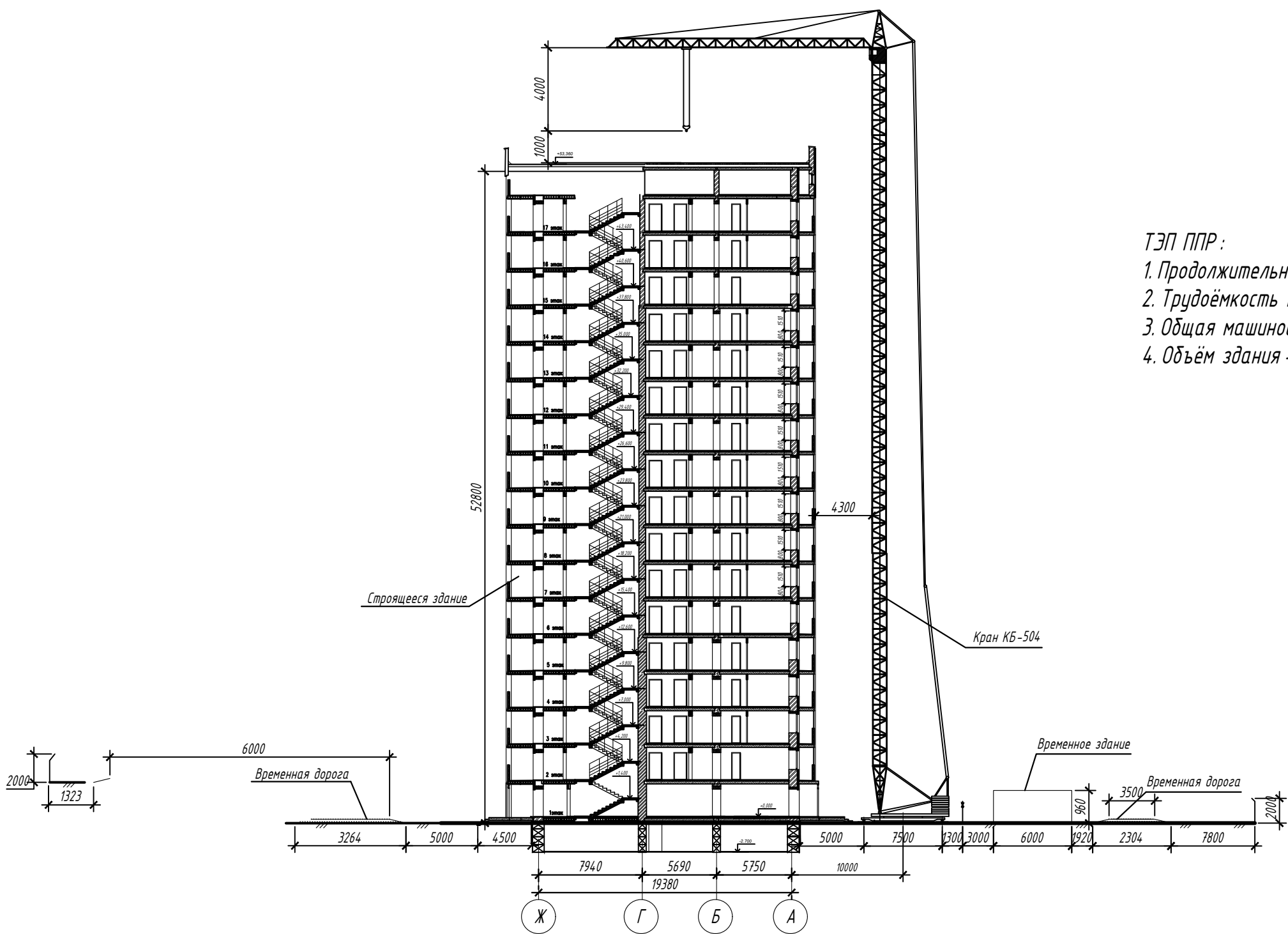
[illegible]



Стройгенплан М1:500



Разрез 1-1



ТЭП ППР:  
1. Продолжительность возведения надземной части здания - 541 дн.  
2. Трудоемкость на весь объем работ - 6855,07 чел / см.  
3. Общая машиноёмкость - 1052,3 маш. - см.  
4. Объем здания - 27415 м3

Условные обозначения

|      |                                 |       |                                       |
|------|---------------------------------|-------|---------------------------------------|
| — T0 | Временная теплосеть             | ○     | Колодец водопроводный                 |
| — T1 | Существующая теплосеть          | ▬     | Козырек над временным входом в здание |
| — W0 | Временное электроснабжение      | ⚡     | Шкаф электропитания крана             |
| — W1 | Существующее электроснабжение   | ⚡     | Строящееся здание                     |
| — B0 | Временный водопровод            | ▬     | Площадка для складирования            |
| — B1 | Существующий водопровод         | ▬     | Опасная зона работы крана             |
| ☹    | Пржекторные установки           | ×—×—× | Временные ограждения                  |
| ⚡    | Трансформатор СКТПБ 750         | ▬     | Приемный бункер                       |
| ☹    | Пожарный гидрант                | ▬     | Щит пожарной безопасности             |
| ▬    | Пост мойки колес автотранспорта | —●—   | Ограждение крана                      |

Характеристики грузоподъёмности механизма КБ-504

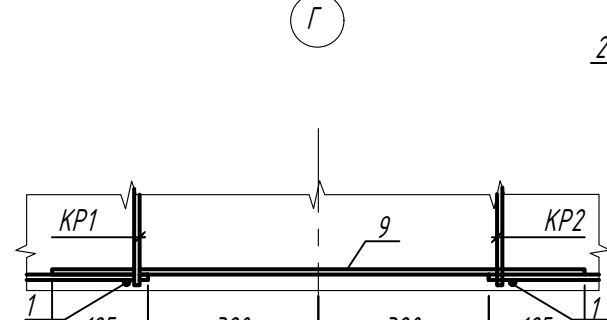
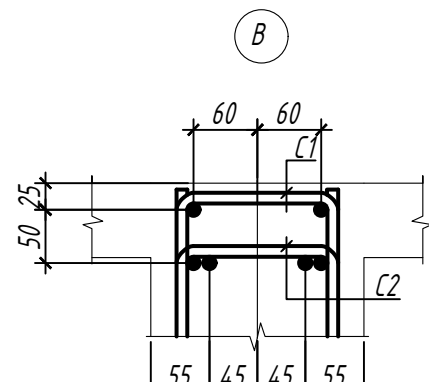
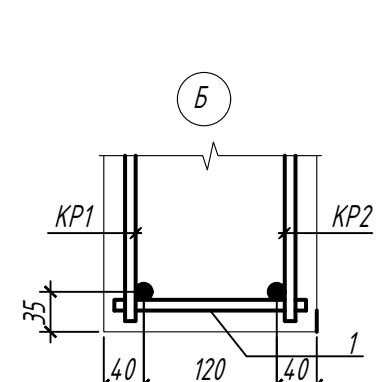
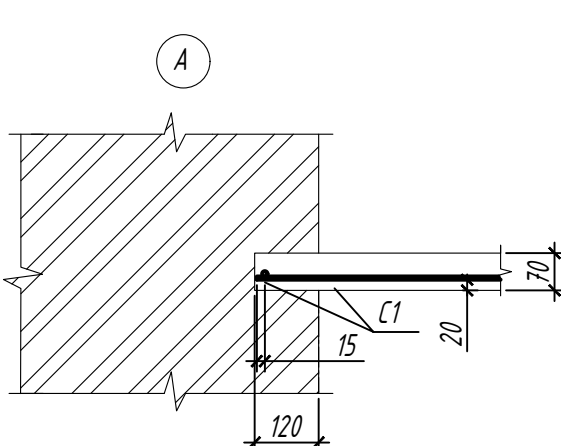
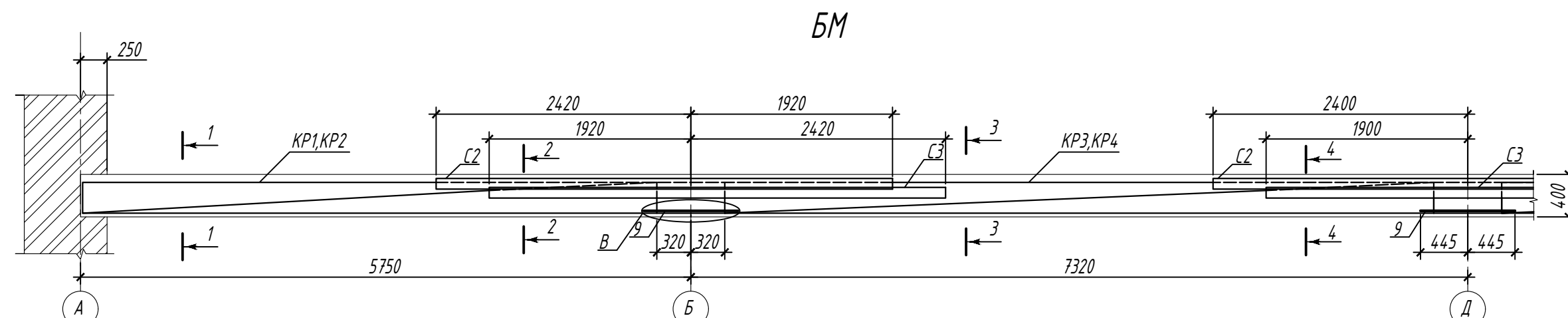
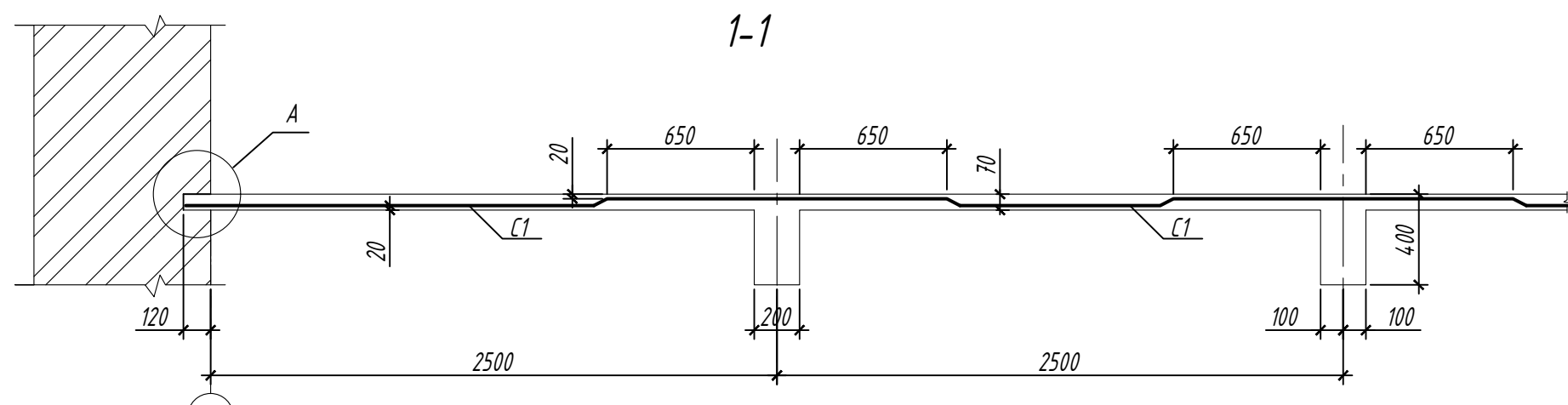
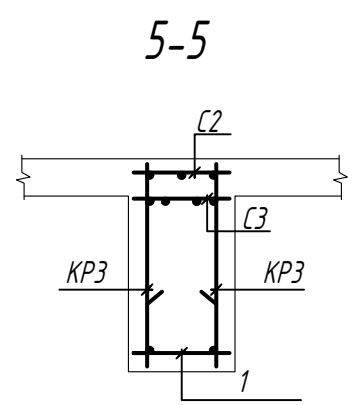
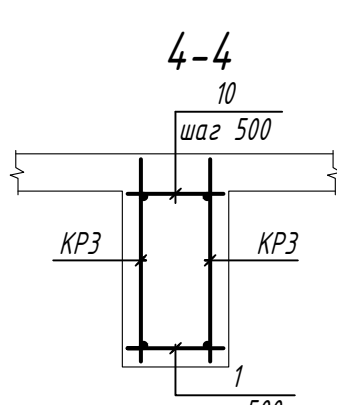
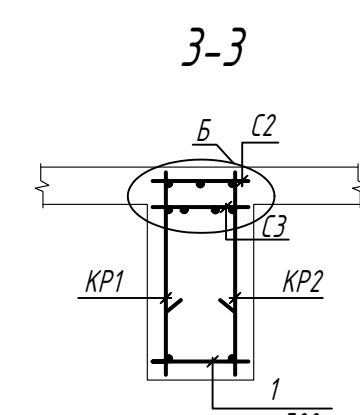
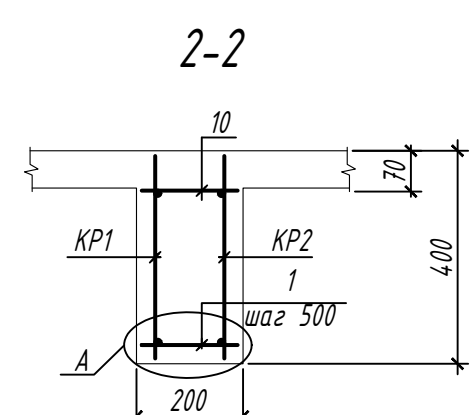
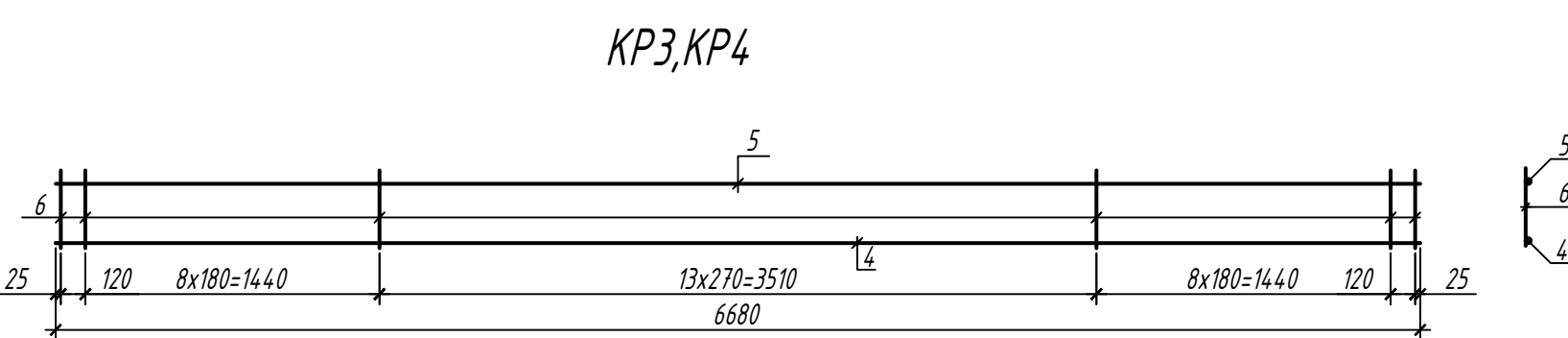
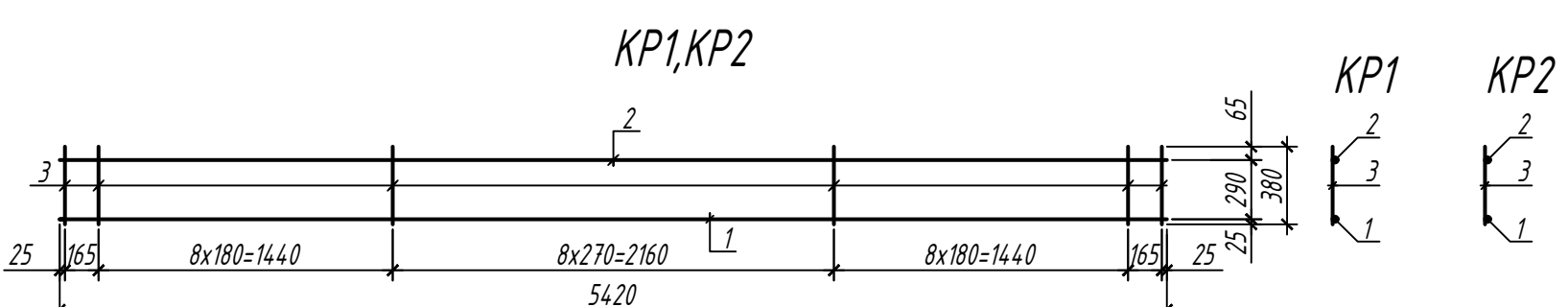
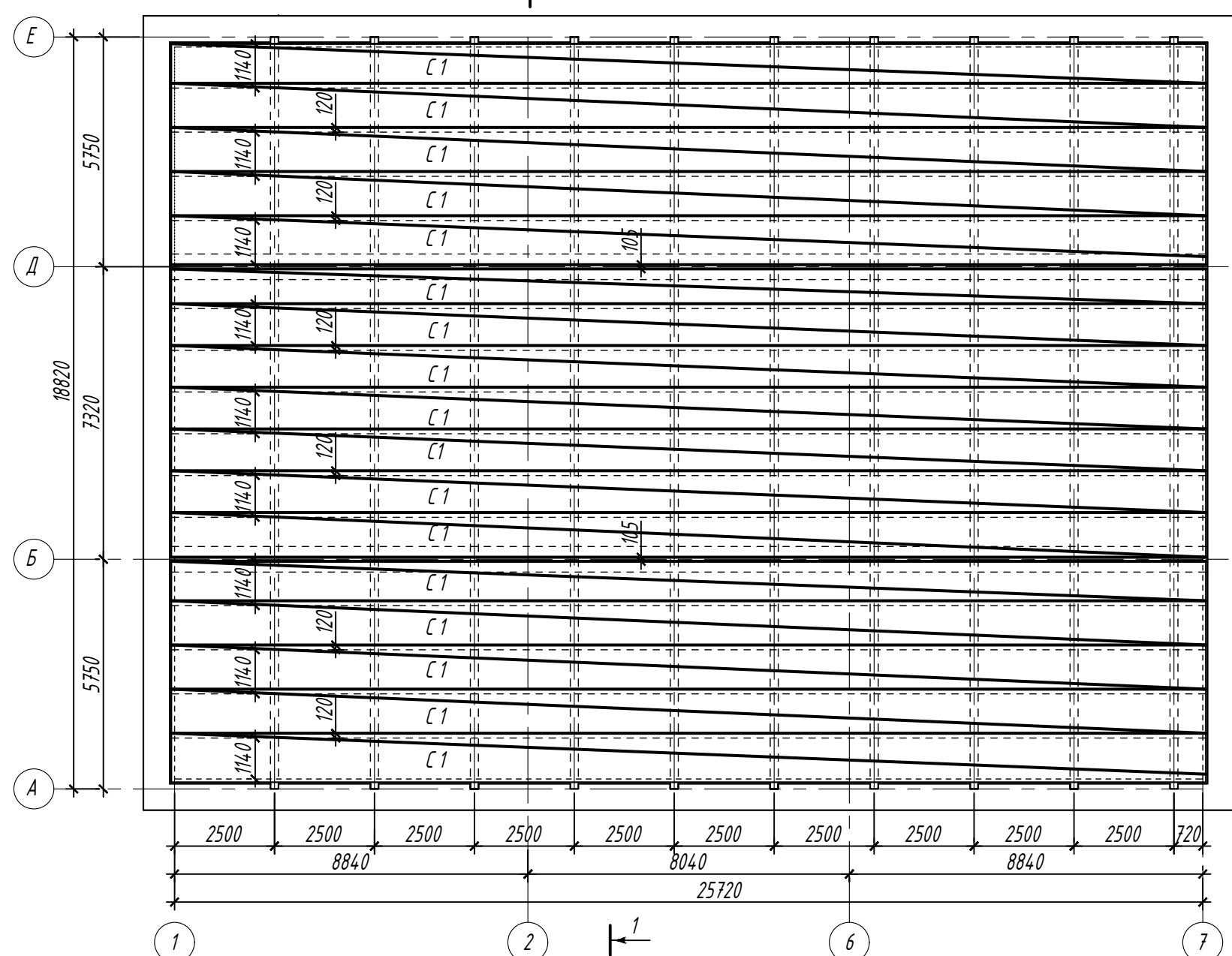
|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| Грузоподъёмность максимальная, т           | 10    |
| Грузоподъёмность на максимальном вылете, т | 8     |
| Вылет максимальный, м                      | 35    |
| Вылет при максимальной грузоподъёмности, м | 28    |
| Вылет минимальный, м                       | 7,5   |
| Высота подъёма максимальная, м             | 75    |
| Конструктивная масса крана, т              | 107,3 |
| Масса крана общая, т                       | 162,3 |

Экспликация временных зданий

| Поз. | Наименование                             | Ед. изм. | М.Жал-ба | Варшты, м.м | Тип здания |
|------|------------------------------------------|----------|----------|-------------|------------|
| 1    | Прорабская                               | 6        | 1        | 3 x 2       | Контейнер  |
| 2    | Гардеробная                              | 18       | 1        | 3 x 6       | Контейнер  |
| 3    | Сушильная                                | 6        | 1        | 3 x 2       | Контейнер  |
| 4    | Душевая / Умывальная (мужская и женская) | 18       | 2        | 3 x 6       | Контейнер  |
| 5    | Помещение для обогрева                   | 18       | 1        | 3 x 6       | Контейнер  |
| 6    | Туалет (мужской и женский)               | 6        | 2        | 3 x 2       | Контейнер  |

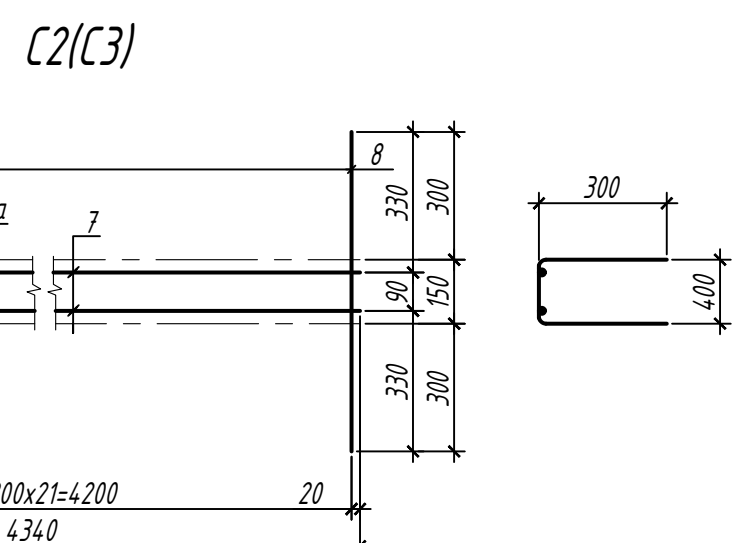
|             |             |  |  |                                                            |                    |              |
|-------------|-------------|--|--|------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| Зав. каф.   | Лоскоб      |  |  | ВКР - 2069059-08.03.01-130906-2017                         |                    |              |
| Руководит.  | Лоборова    |  |  | 17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями в г. Пензе |                    |              |
| Пр. констр. | Лоборова    |  |  |                                                            |                    |              |
| Консульт.   |             |  |  |                                                            |                    |              |
| Архитект.   | Викторова   |  |  |                                                            |                    |              |
| Констр.     | Лоборова    |  |  |                                                            |                    |              |
| ТСП         | Азаровичева |  |  | Жилой дом                                                  | Лоборова           | Лист 11      |
| ОФ          | Глухов      |  |  |                                                            |                    |              |
| ЭО          | Савинов     |  |  |                                                            |                    |              |
| БЖД         | Резжикина   |  |  | Стройгенплан                                               | ПЧ-4С, каф. 304/УП | ар. СТ. 1-41 |
| Студент     | Викторова   |  |  |                                                            |                    |              |





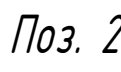
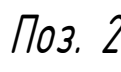
| Поз. | Обозначение   | Наименование                           | Кол. | Масса, кг | Примечание     |
|------|---------------|----------------------------------------|------|-----------|----------------|
|      |               | Второсортенная балка                   |      | 0,16      |                |
|      |               | Сварочные единицы                      |      |           |                |
|      | КР 1          | Сварной каркас                         | 20   | 216,6     |                |
|      | КР 2          | Сварной каркас                         | 20   | 216,6     |                |
|      | КР 3          | Сварной каркас                         | 10   | 157,8     |                |
|      | КР 4          | Сварной каркас                         | 10   | 157,8     |                |
|      | С 2           | Сварная сетка                          | 20   | 138,94    |                |
|      | С 3           | Сварная сетка                          | 20   | 138,94    |                |
|      |               | Итого:                                 |      | 1026,68   |                |
|      |               | Детали:                                |      |           |                |
| 9    | ГОСТ 5781-82* | Ø10 А 400 l=890                        | 40   | 21,97     |                |
| 10   | ГОСТ 5781-82* | Ø10 А 400 l=180                        | 1152 | 127,94    |                |
|      |               | Итого:                                 |      | 149,91    |                |
|      |               | КР 1, КР 2                             |      |           |                |
| 1    | ГОСТ 5781-82* | Ø14 А 400 l=5420                       | 1    | 6,55      |                |
| 2    | ГОСТ 5781-82* | Ø10 А 400 l=5420                       | 1    | 3,34      |                |
| 3    | ГОСТ 6727-80* | Ø4 Вр 500 l=380                        | 27   | 0,94      |                |
|      |               | Итого:                                 |      | 10,83     |                |
|      |               | КР 3, КР 4                             |      |           |                |
| 4    | ГОСТ 5781-82* | Ø16 А 400 l=6680                       | 1    | 10,54     |                |
| 5    | ГОСТ 5781-82* | Ø10 А 400 l=6680                       | 1    | 4,12      |                |
| 6    | ГОСТ 6727-80* | Ø4 Вр 500 l=380                        | 32   | 1,12      |                |
|      |               | Итого:                                 |      | 15,78     |                |
|      |               | С1, С2                                 |      |           |                |
| 7    | ГОСТ 5781-82* | Ø10 А 400 l=4340                       | 2    | 5,36      |                |
| 8    | ГОСТ 6727-80* | Ø4 Вр 500 l=750                        | 23   | 1,587     |                |
|      |               | Итого:                                 |      | 6,947     |                |
|      |               | Бетон тяжелый В 25                     |      | 3,8       | н <sup>3</sup> |
|      |               | Монолитная плита                       |      |           |                |
|      |               | Сборочные единицы                      |      |           |                |
|      | С 1           | Сварная сетка                          | 17   | 1260,89   |                |
|      |               | Итого:                                 |      |           |                |
|      |               | С 1                                    |      |           |                |
|      | ГОСТ 6727-80* | 5 Вр 500-200-х1800-200<br>5 Вр 500-150 | 1    | 74,17     |                |
|      |               | Бетон тяжелый В 25                     |      | 63,95     | н <sup>3</sup> |

|                   |                    |     |       |               |         |                 |
|-------------------|--------------------|-----|-------|---------------|---------|-----------------|
| Марка<br>элемента | Изделия арматурные |     |       |               |         | Общий<br>расход |
|                   | Арматура класса    |     |       |               |         |                 |
|                   | А 400              |     |       | Вр 500        |         |                 |
|                   | ГОСТ 5781-82*      |     |       | ГОСТ 6727-80* |         |                 |
|                   | Ø10                | Ø14 | Ø16   | Ø4            | Ø5      |                 |
|                   | 580,31             | 262 | 210,8 | 123,48        | 1260,89 | 2437,48         |



|             |            |                                                                           |                                                               |        |      |        |
|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|------|--------|
| Зав. Каф.   | Лоскоя     | ВКР - 2069059-08.03.01-130906-2017                                        | 17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями<br>в г. Пензе | Статус | Лист | Листов |
| Рисовальщик | Лаврова    |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Э. инженер  | Лаврова    |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Конструктор |            |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Архитектор  | Викторова  |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Конструктор | Лаврова    | Жилой дом                                                                 | ВКР                                                           | 5      | 11   |        |
| ТСП         | Азарошкина |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Оув         | Луговой    |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| ЗКС         | Соболева   |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| СЖД         | Резникова  |                                                                           |                                                               |        |      |        |
| Бухгалтер   | Бондарева  | Монолитные перекрытия в осях 1-2,6-7;<br>Арматурные сетчатые конструкции. | ПНЭС, каф. СК<br>ер. СТ 1-41                                  |        |      |        |





## Спецификация плиты П1

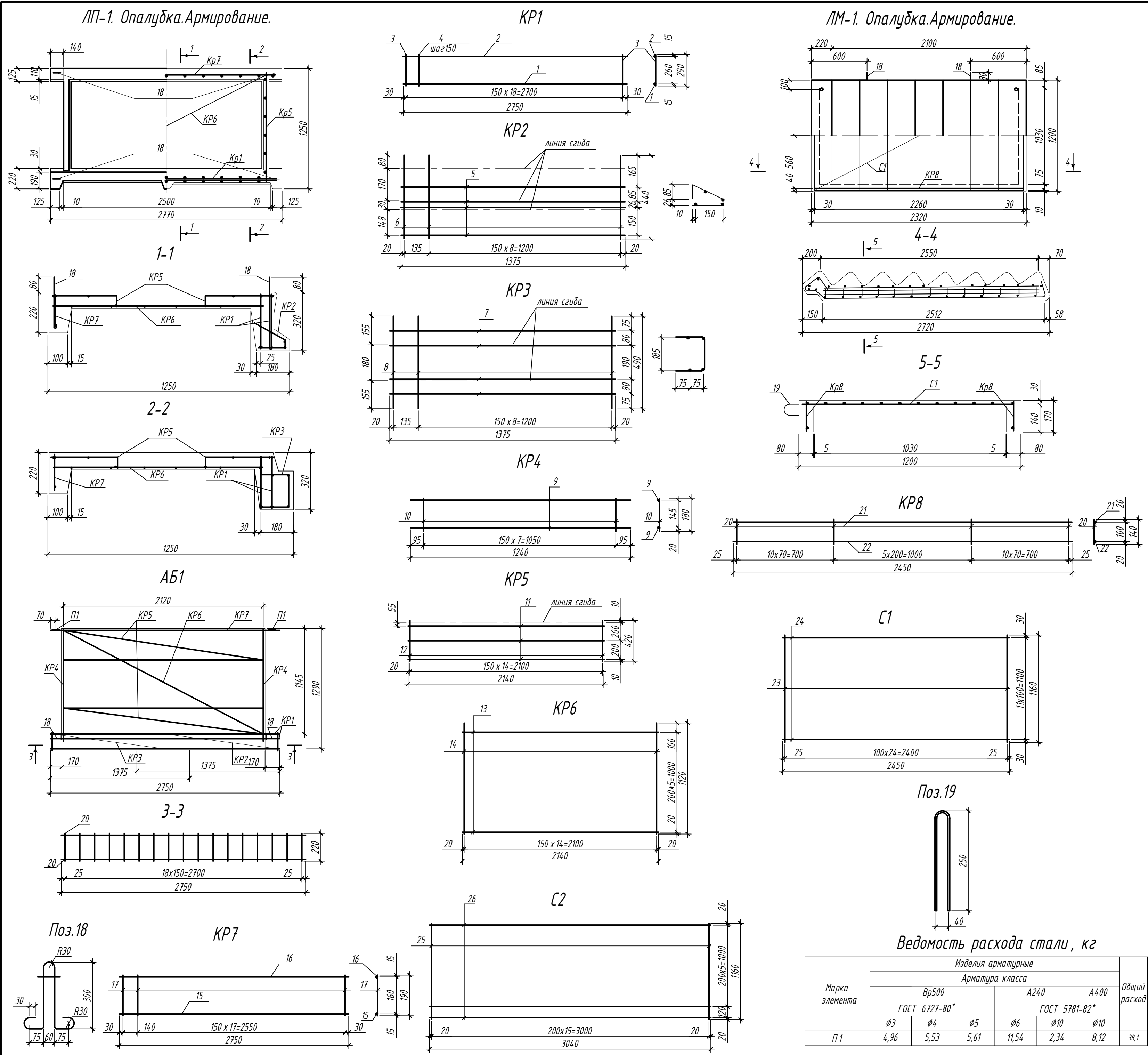
Ведомость расхода стали, кг

Примечание:

1. Все сварочные работы выполнять согласно ГОСТ 14098-2014.
2. Все работы выполнять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012
3. Панели перекрытий армируются стержнями из проволоки, упрочнённой выжатой, класса Вр 1200.
4. Метод натяжения рабочей арматуры принят электротермический.

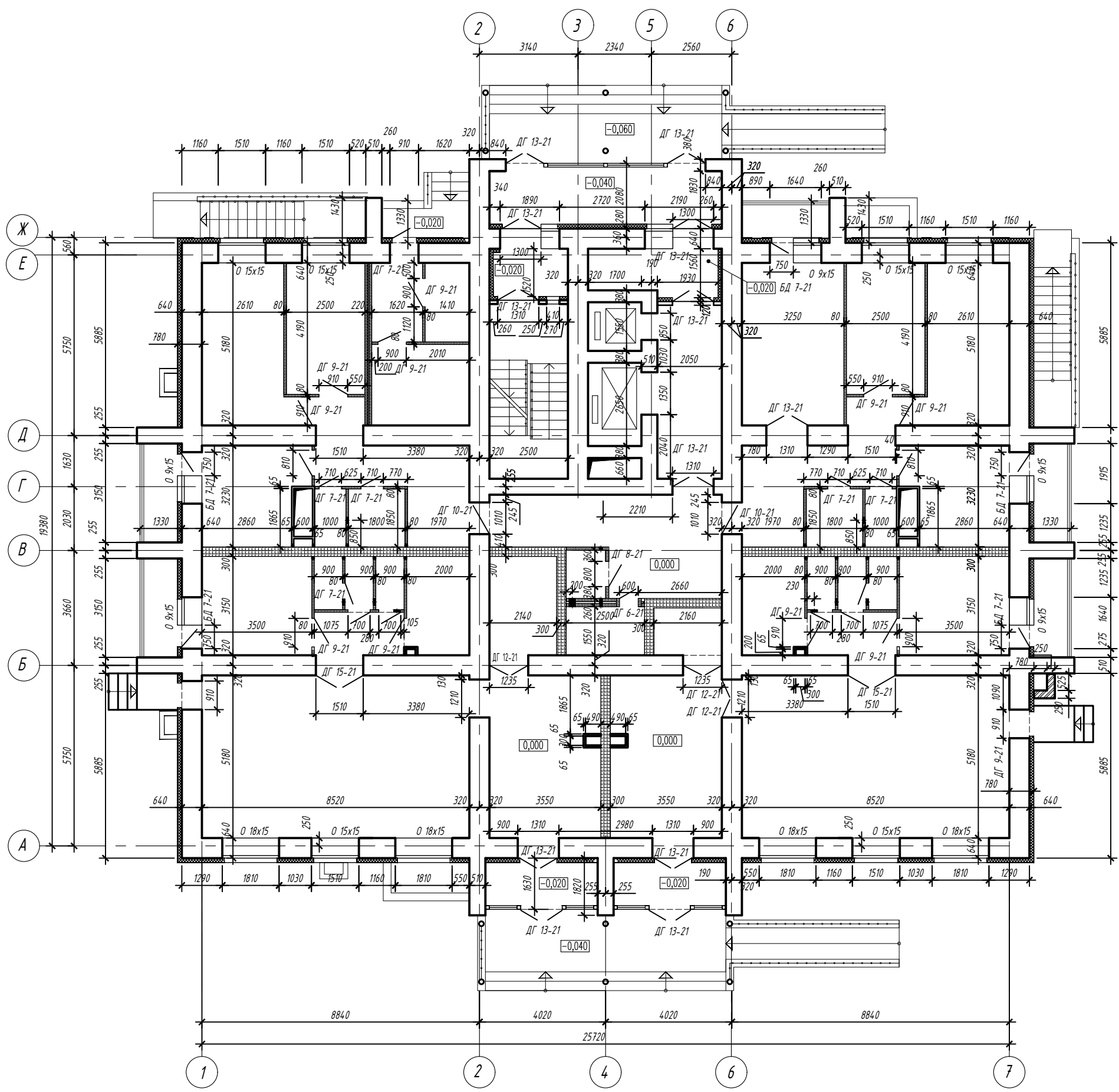
|            |             |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
|------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|--------|-----|---|----|
| Зад. Карт. | Ляхова      | <b>ВКР - 2060598-08.03.01-130906-2017</b><br><br><b>17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями</b><br><b>в г. Пензе</b>               | <table><tr><td>Станд.</td><td>Лист</td><td>Листов</td></tr><tr><td>ВКР</td><td>6</td><td>11</td></tr></table> | Станд. | Лист | Листов | ВКР | 6 | 11 |
| Станд.     | Лист        |                                                                                                                                            |                                                                                                               | Листов |      |        |     |   |    |
| ВКР        | 6           |                                                                                                                                            |                                                                                                               | 11     |      |        |     |   |    |
| Руководит. | Ляхова      |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Н. контр.  | Ляхова      |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Консульт.  |             |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Архитект.  | Викторова   | <b>Жилой дом</b><br><br><i>плиты перекрытия</i><br><i>Опалубка, армирование, разъемы,</i><br><i>сетки, каркас, спецификация, атрибуты.</i> | <b>ПУАС, каф. СК</b><br><b>гр. СТ 1-41</b>                                                                    |        |      |        |     |   |    |
| Констр.    | Ляхова      |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| ТП         | Авдеева     |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Диф.       | Григорьев   |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Экс.       | Резниченко  |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Б.КД       | Резниченко  |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |
| Специ.     | Виноградова |                                                                                                                                            |                                                                                                               |        |      |        |     |   |    |



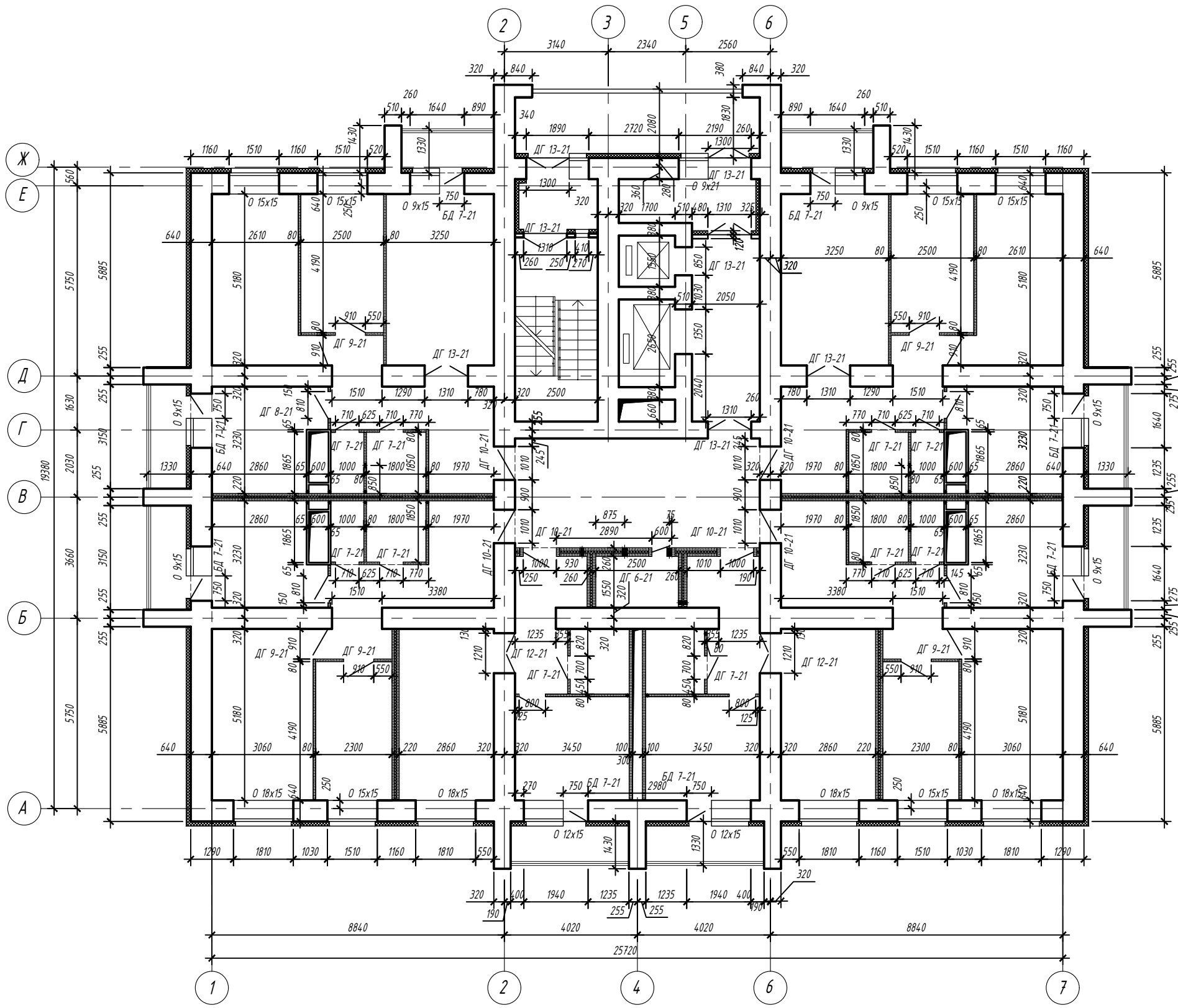




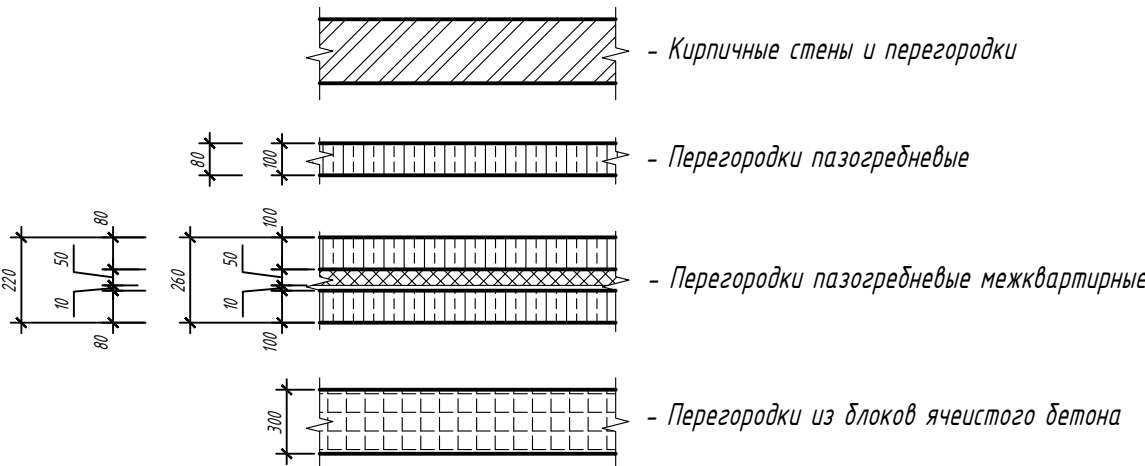
ПЛАН ПЕРВОГО ЭТАЖА



ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА



Условные обозначения:



ДГ 9-21 - Дверь глухая  
БД 7-2 - Дверь балконная  
О 15х15 - Окно

Примечания:

- Кирпичная кладка с 1-го по 17-ый этажи запроектирована из силикатного утепленного рядового полнотелого кирпича по ГОСТ 379-2015 размером 250х120х88 мм., чердак и машинное помещение из кирпича керамического одинарного полнотелого по ГОСТ 530-2012 размером 250х120х65 мм. Не допускается применять свежесделанный силикатный кирпич из-за большой его усадки. Утепление плитami пенополистирольными ПСБС-25 Ф толщиной 120 мм по ГОСТ 15588-2014 (система Saragol WDVS BI) со штукатуркой со сетке с расщечками из полужестких минераловатных плит.
- Запрещается использовать жесткие строительные растворы без добавок извести и глины.
- Запрещается использовать в растворе органические пластификаторы.
- Продольные и поперечные стены по всему периметру здания должны выполняться из одной марки кирпича и раствора.

|             |             |  |  |                                                 |                 |        |
|-------------|-------------|--|--|-------------------------------------------------|-----------------|--------|
| Зав. каф.   | Лоскоб      |  |  | ВКР-2069059-08.03.01-130906-2017                |                 |        |
| Руководит.  | Лоборова    |  |  | 17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями |                 |        |
| Пр. констр. | Лоборова    |  |  | в г. Пензе                                      |                 |        |
| Консульт.   |             |  |  |                                                 |                 |        |
| Архитект.   | Викторова   |  |  |                                                 |                 |        |
| Констр.     | Лоборова    |  |  | Жилой дом                                       | Листа           | Листов |
| ТСП         | Азаровичева |  |  | ВКР                                             | 1               | 11     |
| Опф.        | Глухов      |  |  |                                                 |                 |        |
| ЗОО         | Савиной     |  |  |                                                 |                 |        |
| БЖД         | Резжикина   |  |  | План первого этажа,                             | ПЧАС, каф. ГСИА |        |
| Студент     | Викторова   |  |  | план типового этажа.                            | ар. СТ.1-41     |        |







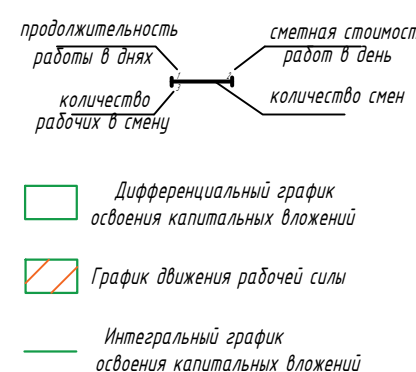




### Календарный план

[illegible]

Условные обозначения



Технико-экономические показатели  
календарного плана

Сметная стоимость строительно-монтажных работ  
на 2001г. :  
Сср = 13138,66 т.р.

Продолжительность строительства - 620 дн.

Общая трудоемкость - 6855,07 чел.-см

Общая машиноёмкость - 1052,3 маш.-см.

Удельная трудоемкость – 0,25 чел-дн / м<sup>3</sup>

Удельная машиноёмкость - 0,04 чел-дн / м

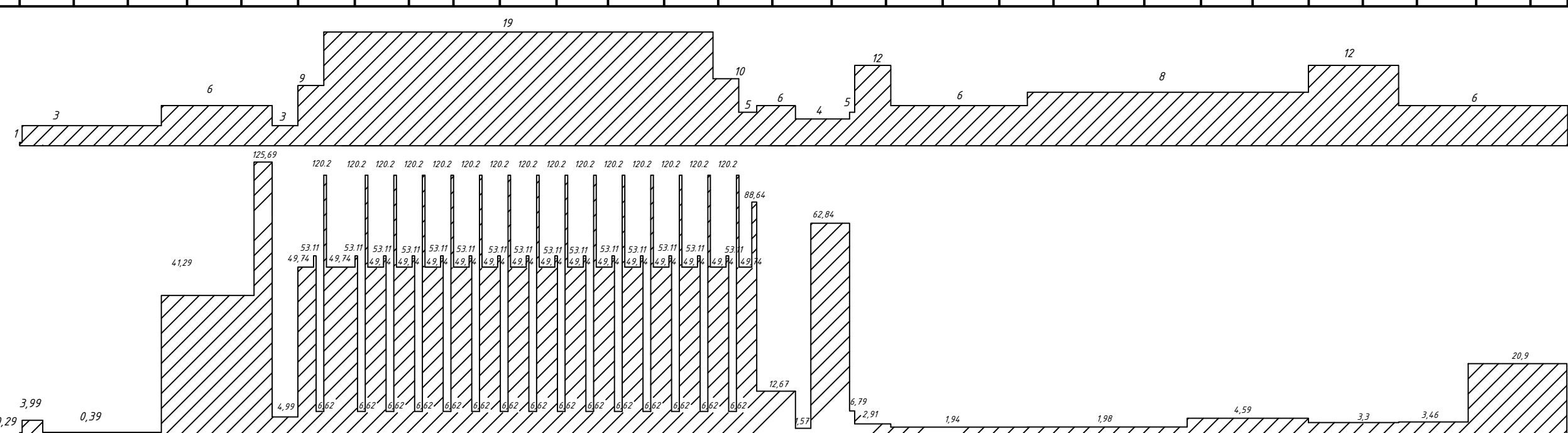
Выработка - 249

Уровень собранности - 37%

Уровень механизации - 2,5%

Коэффициент неравномерности движения ра  
счит. 135

Корэффициент совмещения работ - 1,03



|           |            |                                    |                                                               |         |      |        |
|-----------|------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|------|--------|
| Зав. Кпр. | Лавров     | ВКР - 2069059-08.03.01-130906-2017 | 17-этажный жилой дом с монолитными перекрытиями<br>в г. Пензе | Сметчик | Лист | Листов |
| Руковод.  |            |                                    |                                                               |         |      |        |
| Н. комп.  | Лавров     |                                    |                                                               |         |      |        |
| Консульт. |            |                                    |                                                               |         |      |        |
| Архитект. | Викторова  |                                    |                                                               |         |      |        |
| Констр.   | Лаврова    | Жилой дом                          | ВКР                                                           | 10      | 11   |        |
| ТСП       | Азаровкина |                                    |                                                               |         |      |        |
| Офф.      | Григор     |                                    |                                                               |         |      |        |
| Зос.      | Савельев   |                                    |                                                               |         |      |        |
| Б.И.      | Павлов     |                                    |                                                               |         |      |        |
| Проект.   | Рудков     | Календарный план                   | П/УАС каф. ЗодУП<br>зр. СТ 1-41                               |         |      |        |
|           |            |                                    |                                                               |         |      |        |

# Отчет о проверке № 1

дата загрузки: 16.06.2017 03:27:30  
пользователь: [obikunova@mail.ru](mailto:obikunova@mail.ru) / ID: 4643273  
отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»  
на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

## Информация о документе

№ документа: 36  
Имя исходного файла: диплом4.docx  
Размер текста: 4816 кБ  
Тип документа: Не указано  
Символов в тексте: 90625  
Слов в тексте: 10297  
Число предложений: 546

## Информация об отчете

Дата: Отчет от 16.06.2017 03:27:30 - Последний готовый отчет  
Комментарии: не указано  
Оценка оригинальности: 70.22%  
Заимствования: 29.78%  
Цитирование: 0%



Оригинальность: 70.22%  
Заимствования: 29.78%  
Цитирование: 0%

## Источники

| Доля в тексте | Источник                                                                | Ссылка                                                  | Дата       | Найдено в              |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------|------------------------|
| 6.25%         | [1] Пособие по проектированию МПЗ для заочников (КП-1)                  | <a href="http://tsuab.ru">http://tsuab.ru</a>           | 17.12.2016 | Модуль поиска Интернет |
| 4.95%         | [2] Всё на 5 баллов - Проектирование железобетонной конструкции скачать | <a href="http://all5ballov.ru">http://all5ballov.ru</a> | 28.03.2016 | Модуль поиска Интернет |
| 4.61%         | [3] АРХИТЕКТУРНО – СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ - 9-этажный жилой дом - n1.doc    | <a href="http://pervivdoc.ru">http://pervivdoc.ru</a>   | 28.05.2016 | Модуль поиска Интернет |