



**Закрытое акционерное общество  
«Строительно-Проектная Компания  
«СПК»**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**По теме:**

**«Обследование строительных конструкций в осях «\_\_\_\_\_»  
здания, расположенного по адресу: \_\_\_\_\_  
на предмет определения несущей способности перекрытия и  
колонн в осях «\_\_\_\_\_».**

Директор:

Горский А.В.

Санкт-Петербург

\_\_\_\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	4
2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	5
3. СВЕДЕНИЯ О РАССМОТРЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ДОКУМЕНТАХ .....	6
4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ. ....	7
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	11
5. 1. Фундаменты.....	11
5. 2. Стены.....	19
5. 3. Колонны.....	19
5. 4. Ригели перекрытия на отм. +1,2м. ....	22
5. 5. Плиты перекрытия на отм. +1,2м.....	23
5. 5. Стропильные фермы.....	25
5. 8. Покрытие.....	25
5. 9. Предоставленные данные по нагрузке на перекрытие склада на отм. +1,2м. ....	25
6. ВЫВОДЫ.....	26
7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ВЫЯВЛЕННЫХ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ. ....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	29
8. 1. ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ.....	29
8. 2. КАРТА ДЕФЕКТОВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ.....	47
8.3. ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ .....	53
8.4. КАРТА ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ. ....	59
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА .....	61
9.1. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА КОЛОНН.....	63
9.2. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ .....	65
9.3. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА РИГЕЛЕЙ.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	68
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ. ....	68
10.1. Снеговая нагрузка.....	69
10.2. Ветровая нагрузка.....	70
10.3. Собственный вес конструкций.....	71
10.4. Краткая характеристика методики расчета .....	72
11. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ .....	78
11.1. Поверочный расчет колонн.....	78
11.1.1. Расчет колонны КП II–23А.....	78

11.1.2. Расчет колонны НК 10–1.....	84
11.2. Поверочный расчет ригеля Р 1–5.....	93
11.2.1. Определение усилий в ригеле Р 1–5 при действии погрузчика г/п 1т. ....	93
11.2.2. Определение усилий в ригеле Р 1–5 при сплошном загрузении склада. ....	93
12.1.3. Определение усилий в ригеле Р 1–5 загрузении с учетом проходов. ....	96
11.3. Поверочный расчет плиты перекрытия П 1–7.....	97
11.4. Поверочный расчет плиты перекрытия П 1–7 на действие погрузчика г/п 2,5т. .....	102
11.5. Поверочный расчет фундаментов.....	104
11.5.1. Инженерно–геологические условия площадки.....	104
11.5.2. Расчет несущей способность сваи.....	105
11.5.3. Поверочный расчет фундаментов Ф-1.....	106
11.5.4. Поверочный расчет фундаментов Ф–8.....	106
11.5.5. Поверочный расчет фундаментов Ф–3.....	107
12. ЭСКИЗ ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ КОЛОННЫ НК10–1.....	110
13. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	111

# 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

## НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО ТЕМЕ:

«Проведение обследования, расчета несущей способности, оценки технического состояния строительных конструкций на отм. +1,200 м в осях «4–6/А–К» и сопряженных с ними колонн, элементов стенового ограждения ферм, плит перекрытия помещения склада товаров народного потребления (детали машиностроения), ОСХ, расположенного: ОАО «», г. , обл.».

### Заказчик и поручает Исполнителю выполнить следующие работы:

- Анализ архивных данных треста ГРИИ по скважинам, пробуренным ранее в районе обследуемых зданий. Анализ существующей проектной документации по обследуемому зданию.
- Откопка шурфов с целью определения геометрических размеров фундаментов, наличие под ними и свай, их состояния и прочностных свойств тела фундаментов.
- Составление ведомости и карт дефектов несущих элементов здания.
- Фото– и видео– фиксации дефектов здания.
- Инструментальное (ультразвуковым прибором) определение прочностных и деформационных характеристик кирпичной кладки стен и бетонных несущих элементов.
- Определение усилий в основных элементах здания с учетом существующих дефектов (трещины, прогибы, выгибы. В отчете привести:
- Расчетную схему в общем виде,
  - Эпюры напряжений и деформаций наиболее загруженной части здания (несколько пролетов),
  - Эпюры напряжений и деформаций наиболее загруженных пролетов,
  - Значения усилий наиболее загруженных элементов здания.
  - Лицензию на право пользования программным комплексом, сертификаты соответствия.
- Оценка несущей способности основных несущих элементов надземных конструкций.
- Поверочные расчеты наиболее загруженных несущих элементов здания и оснований в соответствии со СНиП.
- Определение возможности складирования на существующие конструкции на отм. +1,200 м в осях «4–6/А–К»:
  - готовой продукции массой 600 тонн;
  - работы погрузчика г/п 2,5тн.
- Составление выводов по результатам экспертизы строительных конструкций. В разделе «Выводы» указать на соответствующие пункты отчета (расчеты, ведомость дефектов, лабораторные испытания, натурные испытания и пр.) откуда эти выводы следуют.

- Разработка рекомендаций по мероприятиям, обеспечивающим безопасную эксплуатацию здания.
- Составление заключения в соответствии, отчета, выводов, рекомендаций и технических решений (при необходимости усиления) по обследуемому объекту.
- Оформление отчета.

## **2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ.**

Методика проведения обследования здания базировалась на СП 13-102-2003.

Проведение обследования предусматривает выполнение следующих видов работ:

- исследование конструктивных решений зданий с учетом фактического состояния несущих конструкций, их сечений и взаимных соединений;
- выявление дефектов и повреждений конструкций и узлов их сопряжений с составлением ведомости дефектов;
- определения фактического распределения действующих нагрузок с учетом географического расположения объекта, размещения оборудования и состава перекрытий и покрытий;
- поверочный расчет конструкций с уточнением при необходимости фактических свойств материалов и анализ поврежденных конструкций.

### **3. СВЕДЕНИЯ О РАССМОТРЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ДОКУМЕНТАХ**

1. Заключение «Об инженерно–геологических условиях площадки реконструкции производства пластика на п/о «», г., обл., выполнен п/о «», г., 1991г.
2. Технический паспорт здания.
3. Справочные данные на погрузчик грузоподъемностью 2,5т.
4. Рабочие чертежи, разработанные предприятием п/я В–2913, г. Львов, 1984г.
5. Типовые серии на сборные ж/б конструкции.

#### 4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ.

Здания склада товаров народного потребления представляет собой двухэтажное многопролетное промышленное здание длиной в осях «А–К» – 48 м, шириной в осях «1–7» – 144 м, высотой 7,2м, построенное в 1973г. Относительная отметка:

- пола первого этажа -2,4м;
- низа ригеля перекрытия первого этажа 0,45 м;
- чистого пола первого этажа 1,15м;
- низа стропильной фермы 4,8 м.

Шаг колонн равен 6, 0 м, пролет – 24, 0 м. Стропильные фермы установлены с шагом 6, 0 м. Покрытие устроено без светоаэрационных фонарей и перепада высот, с внутренним водоотводом.

В осях «Д–К» пролета «5–6» смонтирована, на самонесущих конструкциях, кран–балка грузоподъемностью 1т, на отметке 0,45м.

Все несущие конструкции здания железобетонные. Навесные стеновые панели толщиной 300 мм.

Покрытие выполнено из сборных железобетонных плит ребристого сечения размерами 6, 0\*1,2 м.



Вид здания по оси «А».



Вид здания по оси «К»



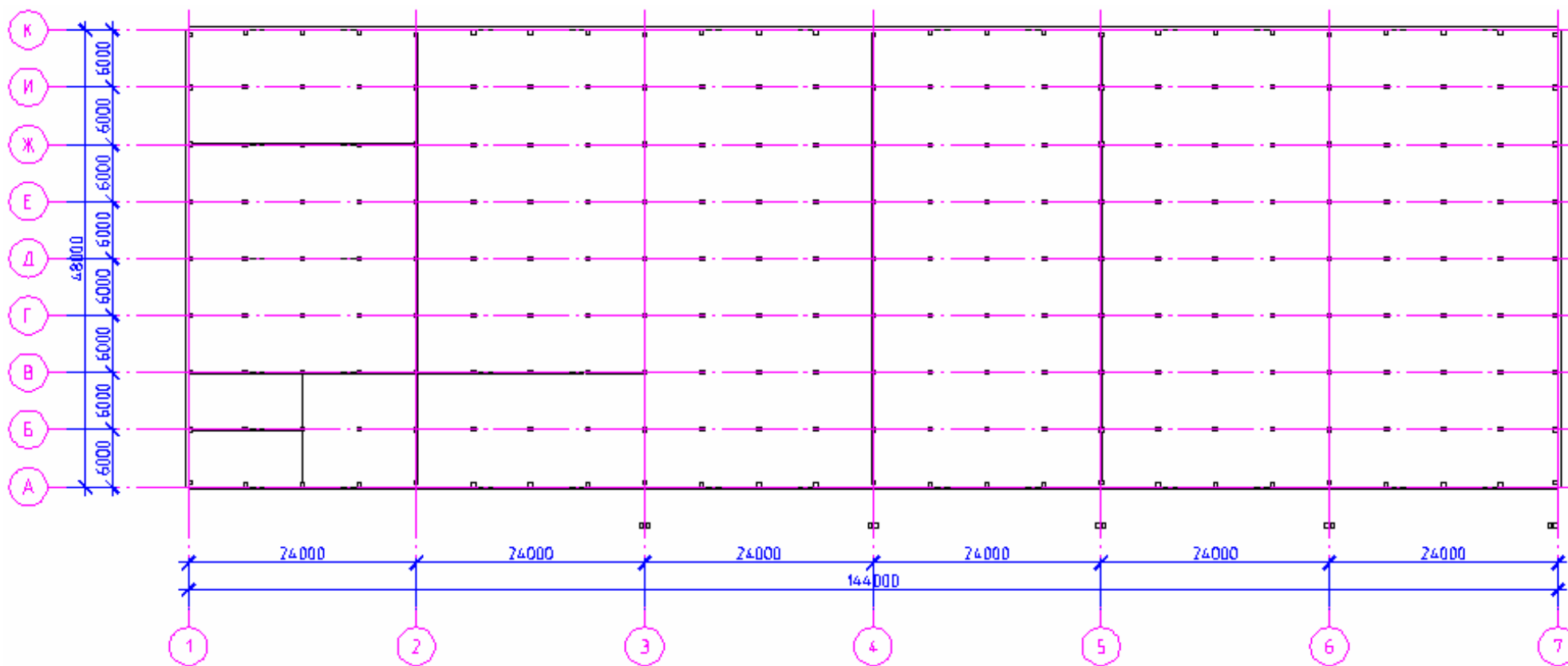


Рис. 4. 1. 1. Схема плана здания.

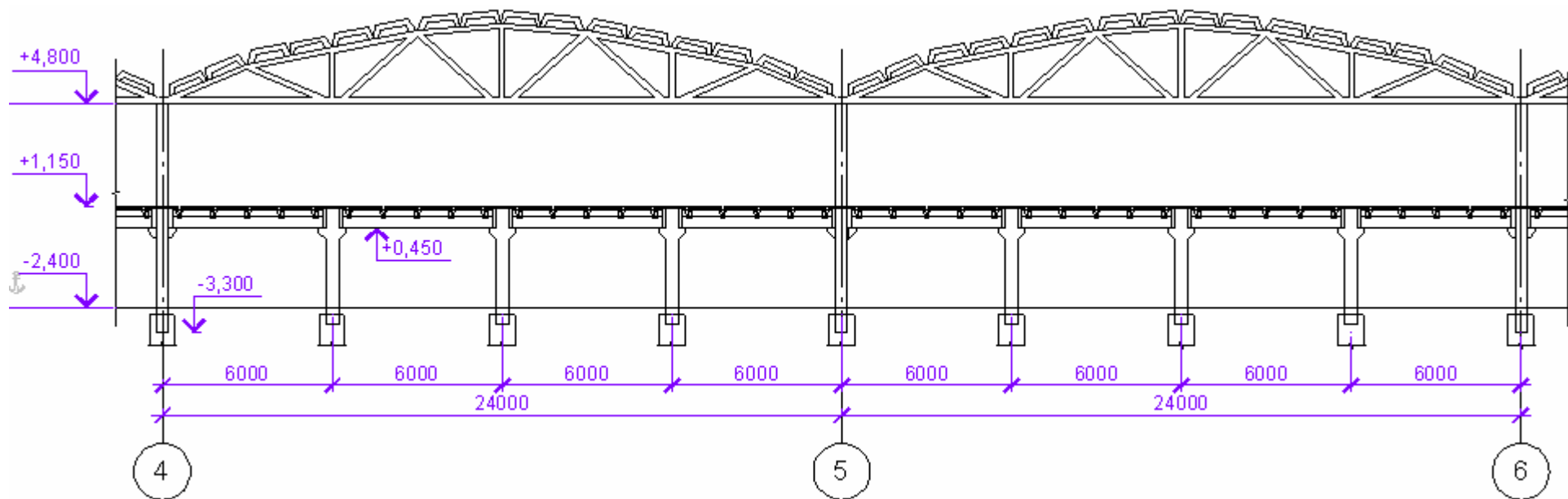


Рис. 4. 1. 2. Разрез обследуемой части здания.

## 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ.

### 5. 1. Фундаменты

В процессе выполнения обследования для осмотров фундаментов были выполнены проходка и освидетельствование 2-х шурфов. В соответствии с программой работ определены конструкции и конфигурации фундаментов здания, а также их состояние.

Работы проводились в феврале 2009 года.

Расположение мест разработки шурфов показано на рис. 5.1.1.

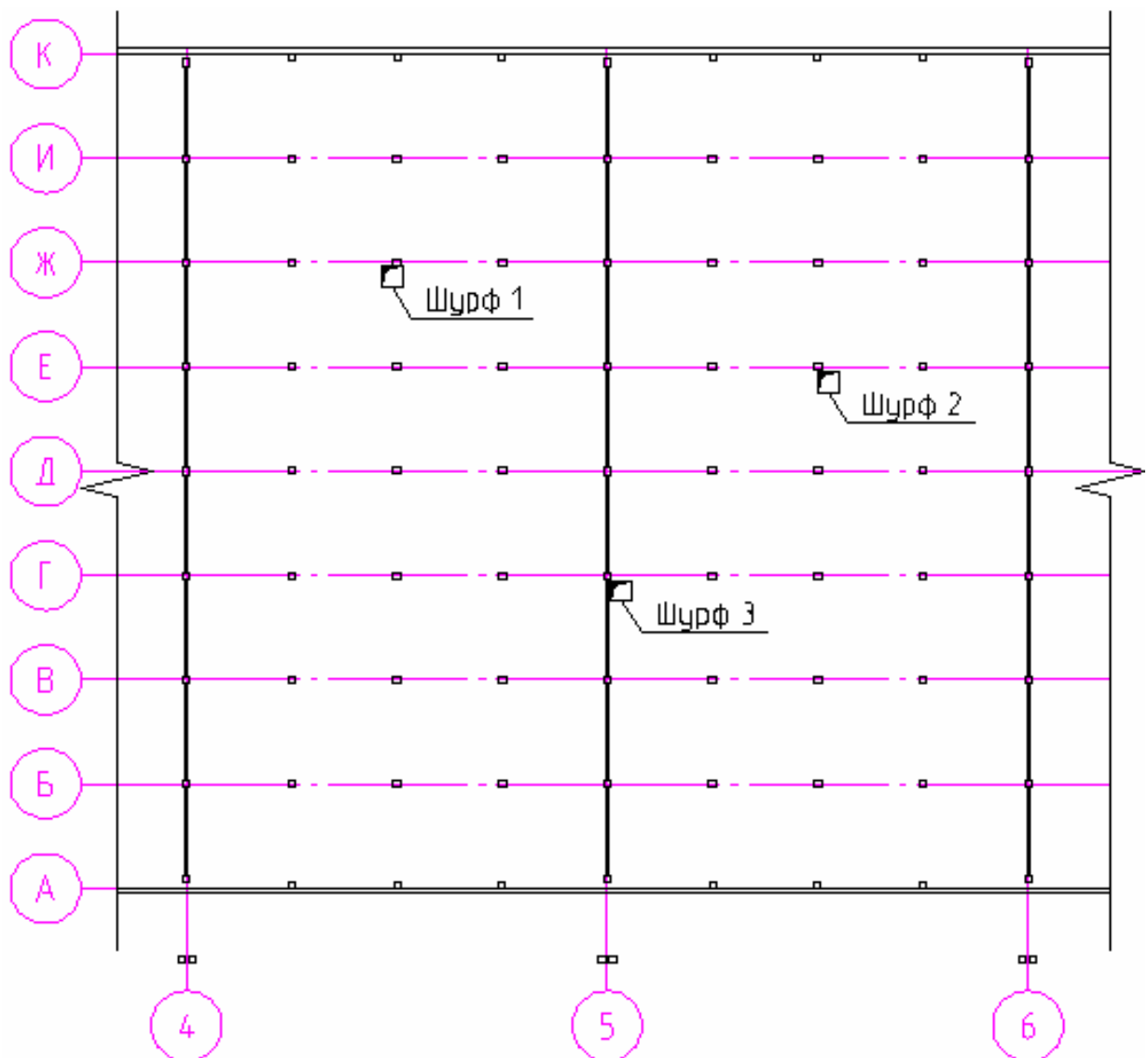


Рис. 5. 1. 1. Схема шурфов

**Шурф 1.** Шурф был выкопан внутри здания под среднюю колонну перекрытия на отм. +1,2м в осях «4-5/Ж». Размеры шурфа в плане 1,5х1,5 м, глубина от уровня пола – 1,2м.

При шурфовании обнаружен отдельностоящий железобетонный монолитный, с одной ступенью, ростверк на свайном основании.

В плане ростверк прямоугольной формы с шириной подошвы 0,9 м и длиной 1,5 м, высота – 1,05 м, глубина заложения – 1,2 м от уровня поверхности пола. Ростверк выполнен по свайному кусту из двух ж/б свай сечением 0,3х0,3м. Конфигурация фундамента соответствует проектным данным.

Обнаружено следующее напластование грунтов:

- бетонный пол толщиной 0,15м;
- насыпной слой мощностью 1 м;
- глина тугопластичная.

Грунтовые воды не обнаружены.

Фундамент не имеет видимых дефектов и повреждений.



Фото 5. 1. Шурф 1

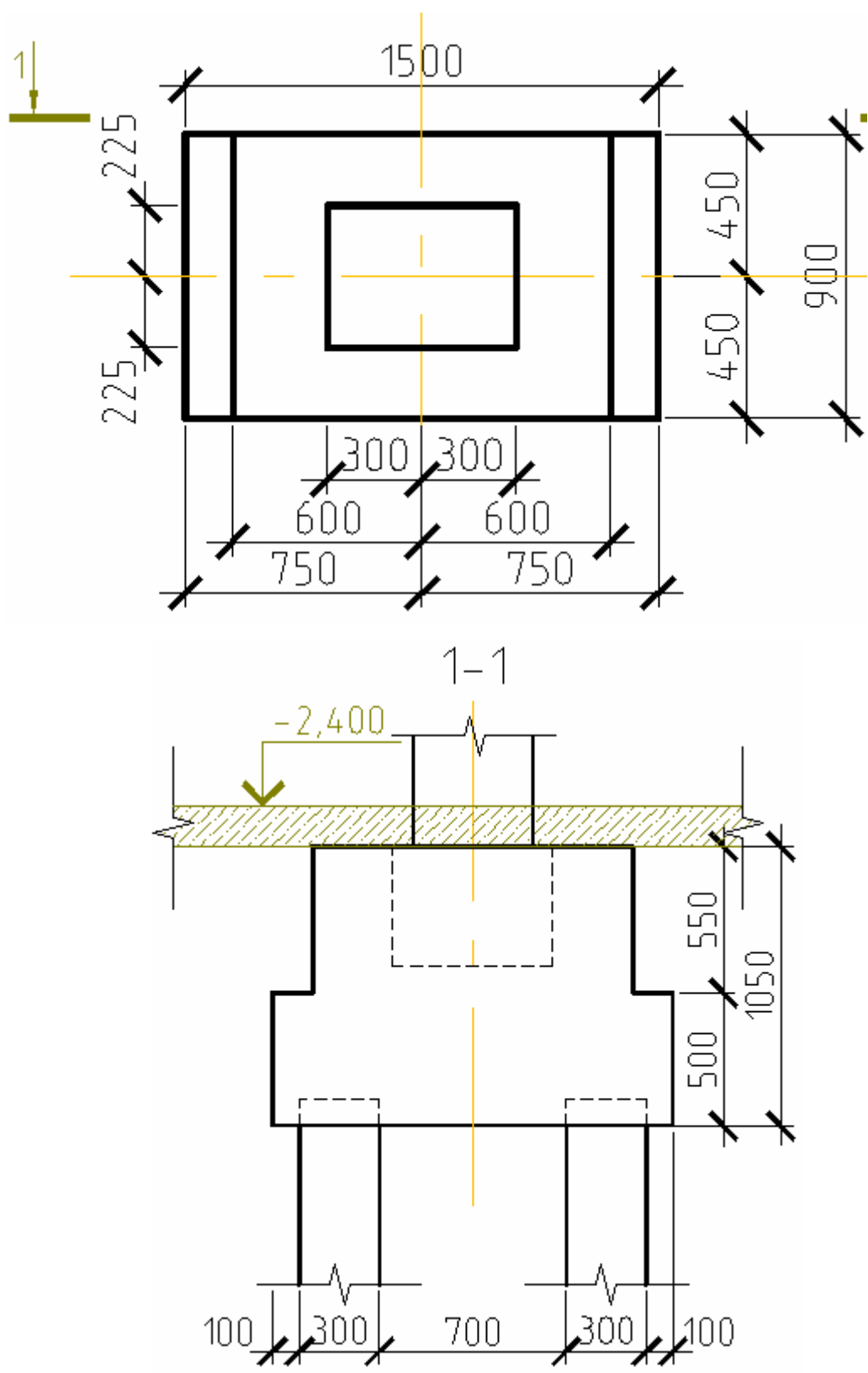


Рис. 5. 1. 2. Эскиз шурфа 1

**Шурф 2.** Шурф был выкопан внутри здания под среднюю колонну перекрытия на отм. +1,2м в осях «5–6/Е». Размеры шурфа в плане 1,5х1,5 м, глубина от уровня пола – 1,2м.

При шурфовании обнаружен отдельностоящий железобетонный фундамент прямоугольной формы с одной ступенью. Ширина подошвы фундамента 1,6м, длина подошвы – 2,0 м, высота фундамента – 1,05 м, глубина заложения – 1,2 м от уровня поверхности пола. Конфигурация фундамента соответствует проектным данным.

Обнаружено следующее напластование грунтов:

- бетонный пол толщиной 0,15м;
- насыпной слой мощностью 1 м;
- глина тугопластичная.

Грунтовые воды не обнаружены.

Фундамент не имеет видимых дефектов и повреждений.



Фото 5. 2. Шурф 2

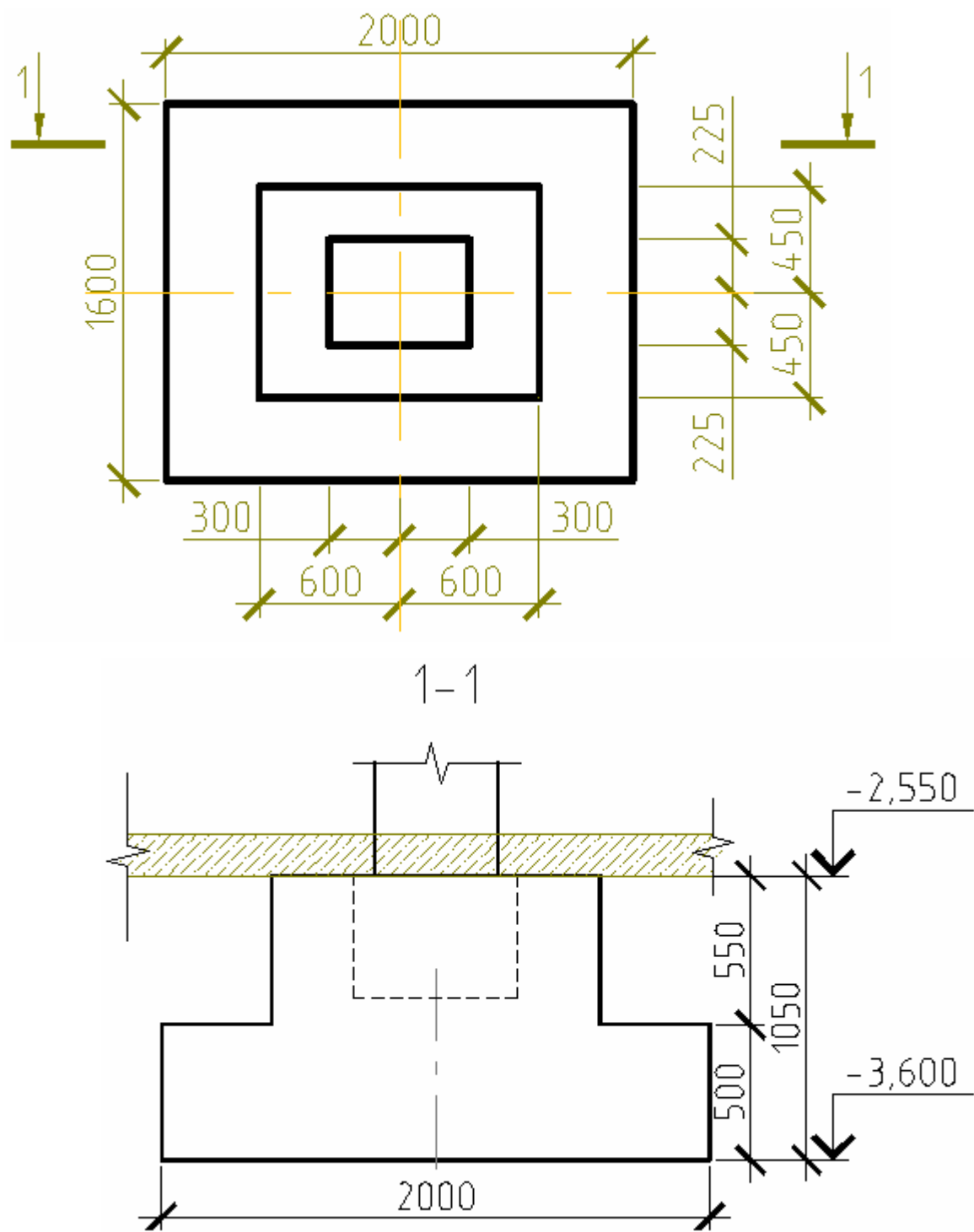


Рис. 5. 1. 3. Эскиз шурфа 2

**Шурф 3.** Шурф был выкопан внутри здания под колонну каркаса в осях «5/Г». Размеры шурфа в плане 1,5х1,5 м, глубина от уровня пола – 1,2 м.

При шурфовании обнаружен отдельностоящий железобетонный монолитный, с одной ступенью, ростверк на свайном основании.

В плане ростверк прямоугольной формы с шириной подошвы 0,9 м и длиной 1,5 м, высота – 1,05 м, глубина заложения – 1,2 м от уровня поверхности пола. Ростверк выполнен по свайному кусту из двух ж/б свай сечением 0,3х0,3 м. Конфигурация фундамента соответствует проектным данным.

Обнаружено следующее напластование грунтов:

- бетонный пол толщиной 0,15 м;
- насыпной слой мощностью 1 м;
- глина тугопластичная.

Грунтовые воды не обнаружены.

Фундамент не имеет видимых дефектов и повреждений.



Фото 5. 3. Шурф 3



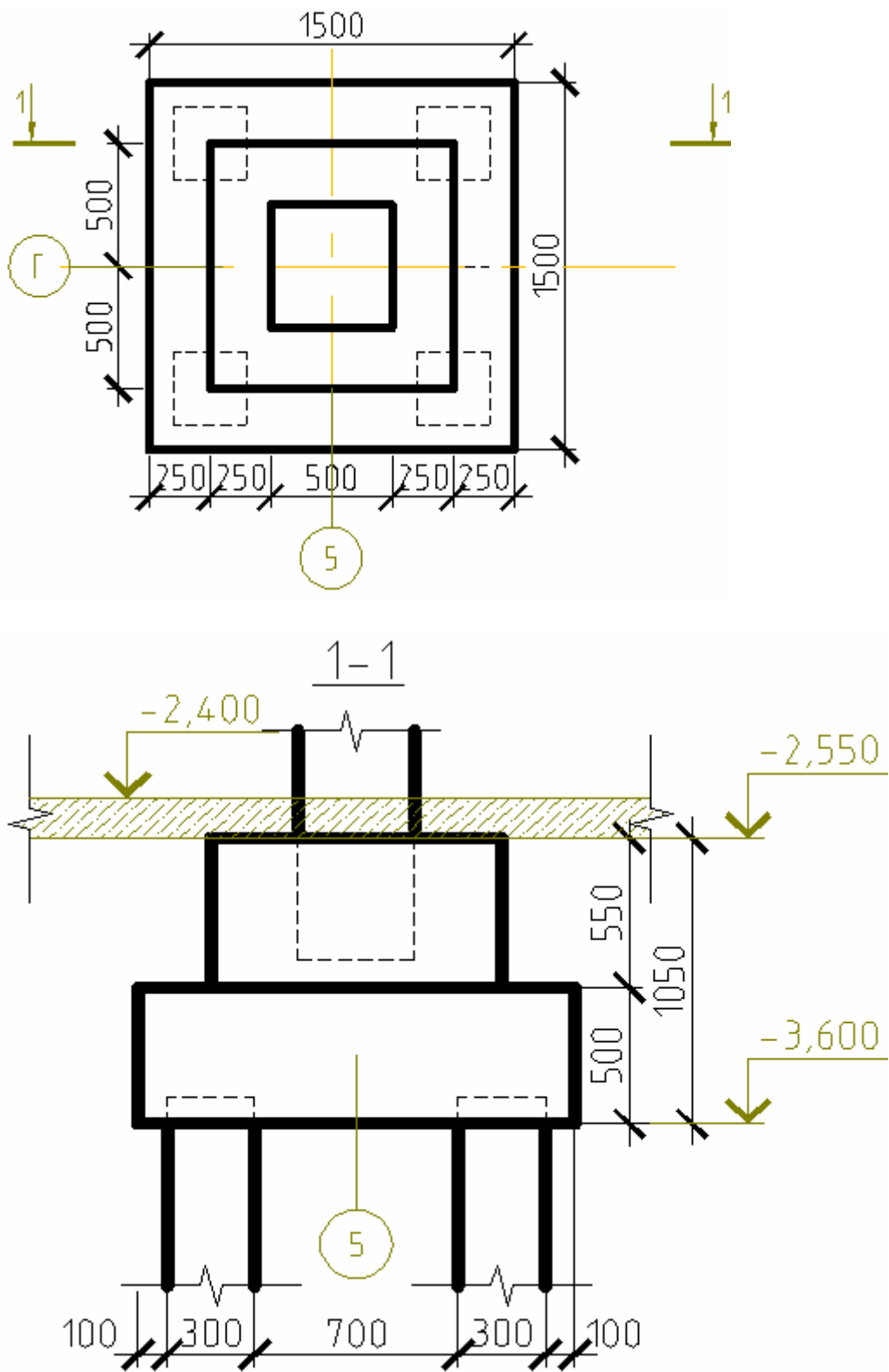


Рис. 5. 1. 4. Эскиз шурфа 3

Под колонны пандуса, сблокированного со зданием по оси «А» выполнены отдельностоящие железобетонные монолитные ростверки на свайном основании.

Подошва ростверка выполнена шириной 1,5 м и длиной 1,5 м, высота – 1,05 м, глубина заложения – 3,6 м в относительных отметках. Ростверк выполнен по свайному кусту из двух ж/б свай сечением 0,3х0,3м.

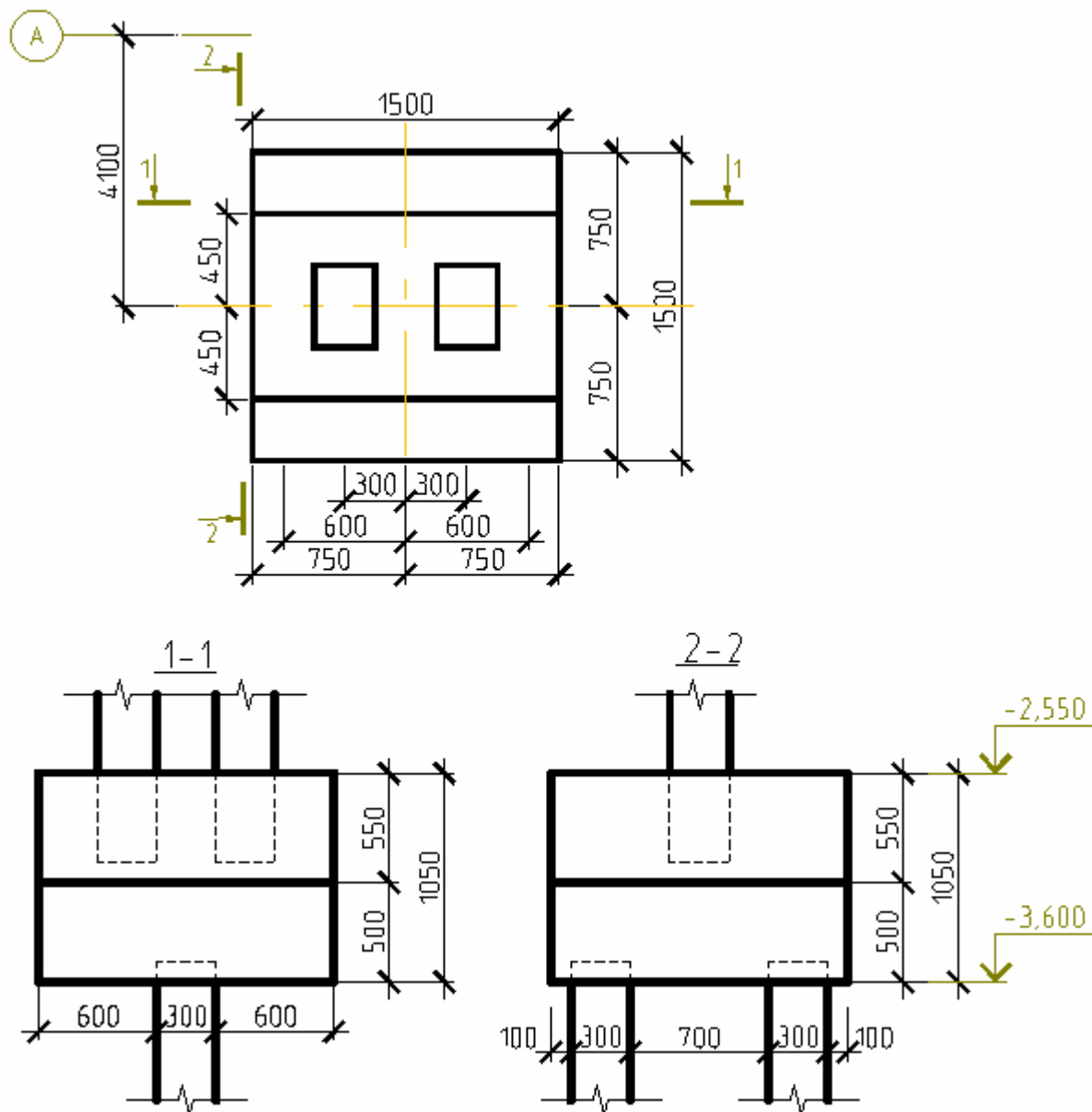


Рис. 5. 1. 5. Схема фундамента под колонны пандуса.

Дефектов в строительных конструкциях нулевого цикла, свидетельствующих о деформациях основания под фундаментами и самих фундаментах, не обнаружено.

## 5. 2. Стены

Навесные стеновые панели марки ПСЛ24–1(3)/1,2х6 выполнены по серии СТ–02–31 из керамзитобетона толщиной 300мм и весом 2,1т.

Отсутствует защитное лакокрасочное покрытие поверхности стеновых панелей. Отдельные панели имеют повреждения наружного слоя бетона, оголение и коррозию арматуры, а также коррозию закладных деталей (см. ведомость дефектов). Отдельные опорные участки стеновых панелей имеют повреждение закладных деталей.

## 5. 3. Колонны

Колонны под стропильные фермы покрытия марки КП II–23А по серии КЭ 01–49 в.2 имеют сечение 0,4х0,4м и выполнены из бетона марки 400. Армирование колонн выполнено стержневой арматурой периодического профиля  $\varnothing 22$  мм класса АШ, защитный слой бетона 30мм, поперечное армирование из стержней  $\varnothing 8$ мм класса АІ с шагом 200 мм. Опорными участками для ригелей перекрытия на отметке 1,2м служат консоли из металлических пластин толщиной 10мм, приваренных к закладным элементам колонн на отметке 0,45м. Размеры и армирование приведены на рис. 5.3.1÷5.3–4.

Внутренние колонны для перекрытия на отметке 1,2 м марки НК10–1 смонтированы с шагом бхб м, имеют поперечное сечение 0,3х0,45 м и выполнены из бетона марки М200. Колонны армированы стержневой арматурой периодического профиля  $\varnothing 14$  мм класса АШ. Размеры и армирование приведены на рис. 5.3.5÷5.3–8.

Дефектов влияющих на несущую способность колонн не обнаружено.

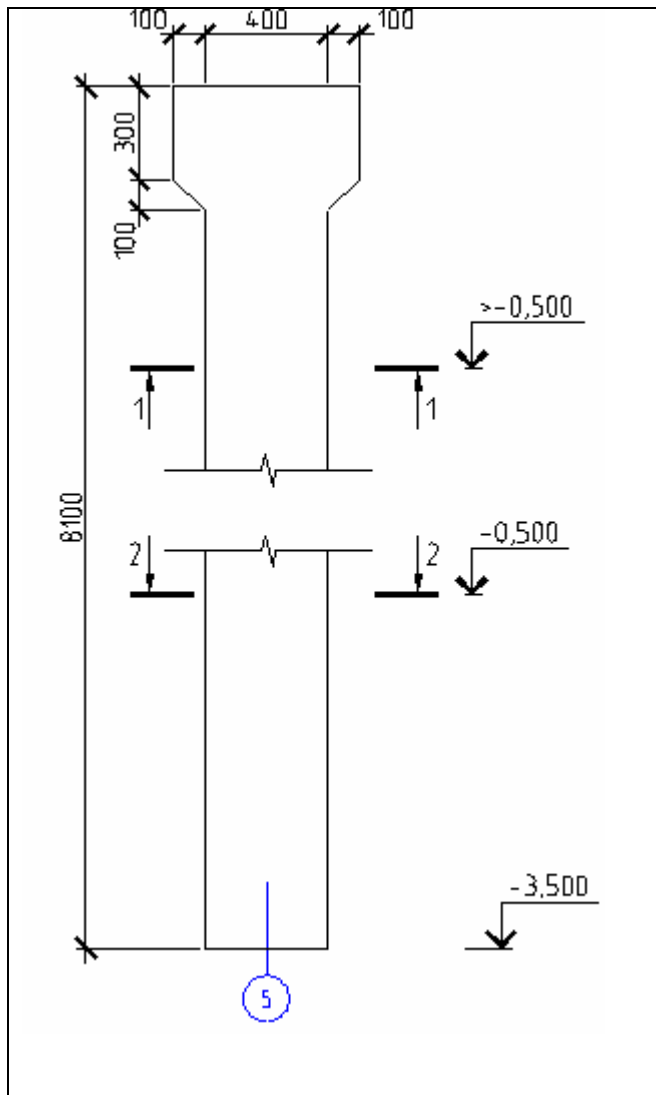


Рис. 5.3.1. Опалубочная схема колонны КП II-23А

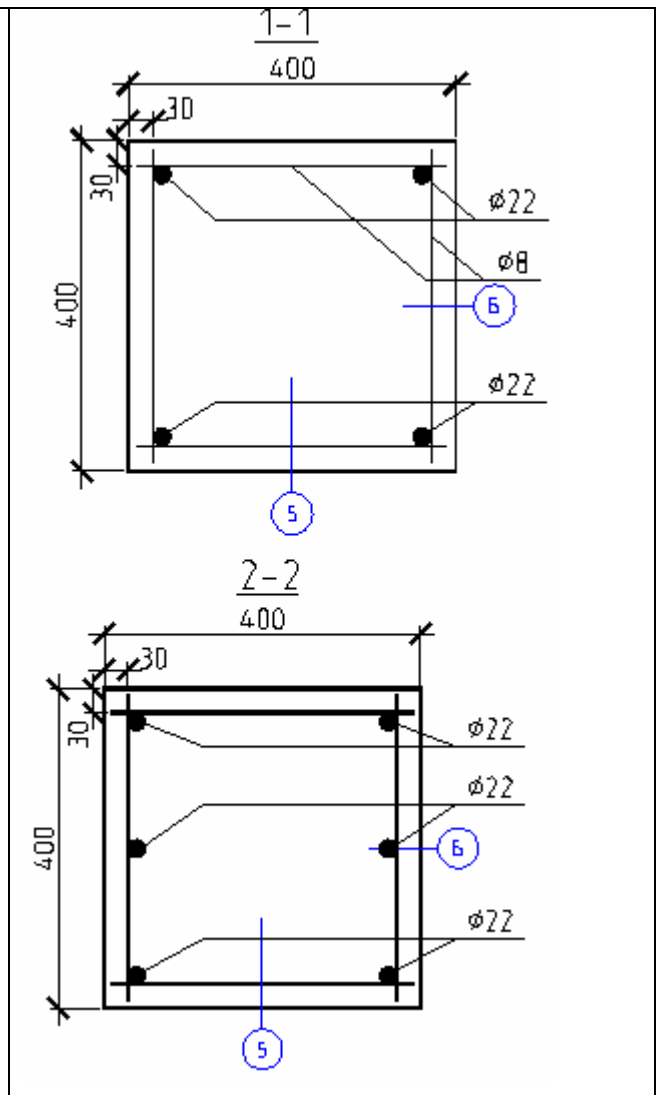


Рис. 5.3.2. Схема армирования колонны КП II-23А

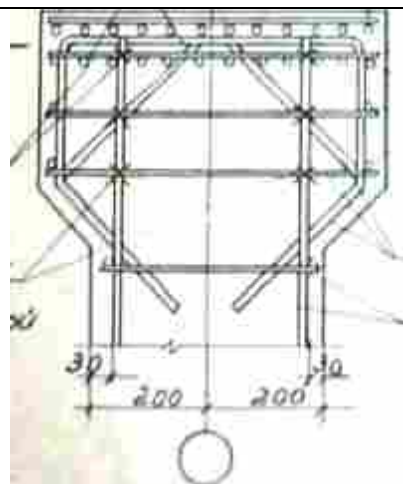


Рис. 5.3.3. Схема армирования оголовка колонны КП II-23А.

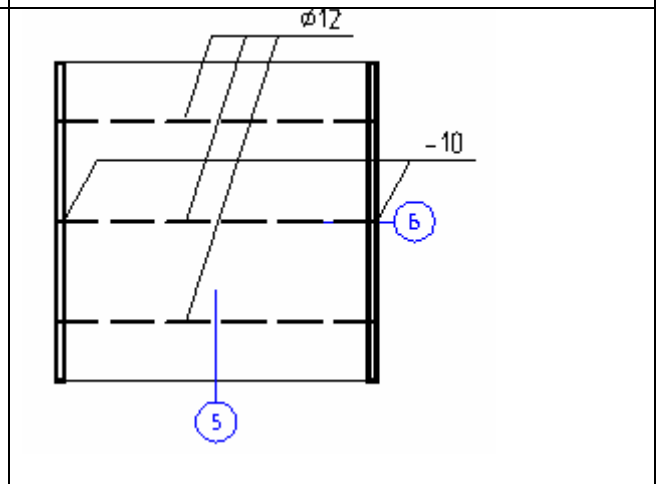


Рис. 5.3.4. Схема закладного элемента колонны КП II-23А для ригеля на отметке 0,45м.

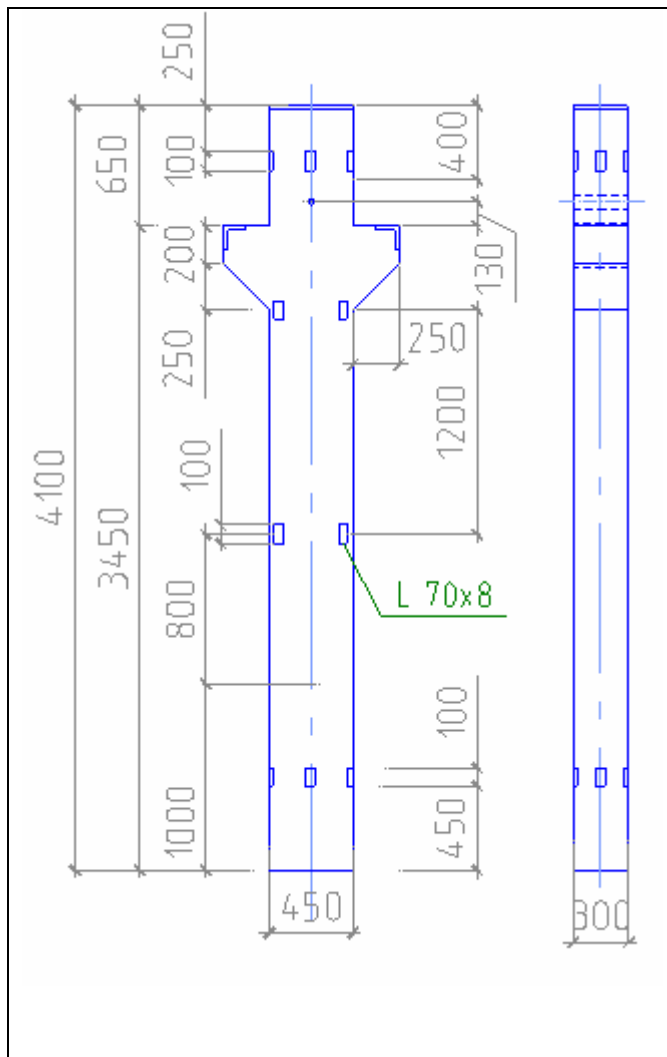


Рис. 5.3.5. Опалубочная схема колонны НК10-1

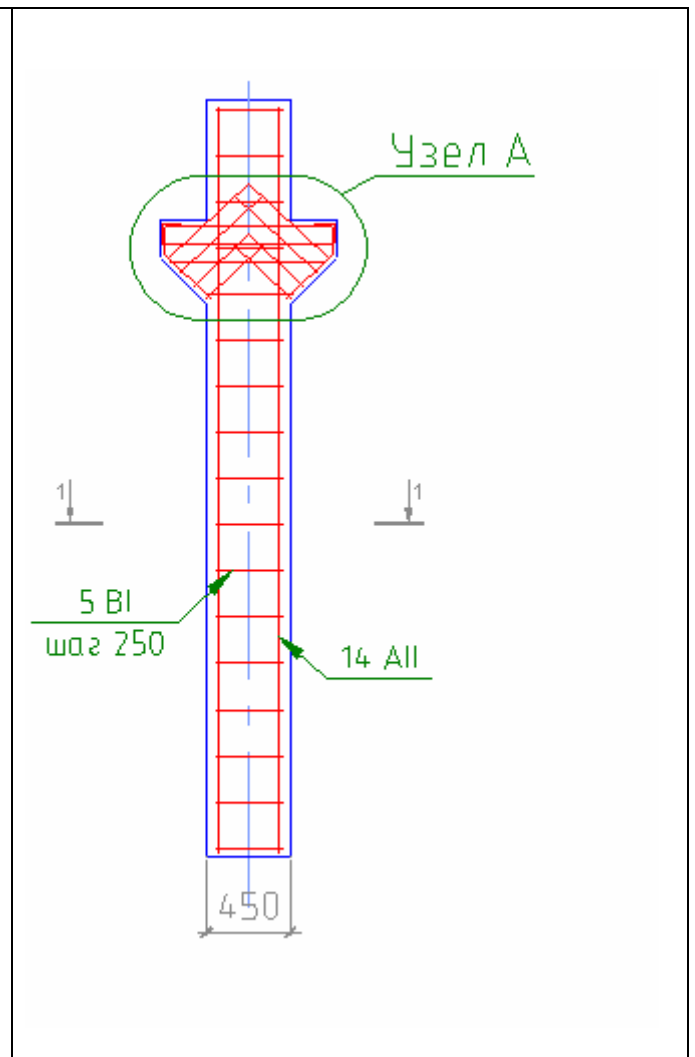


Рис. 5.3.6. Схема армирования колонны НК10-1

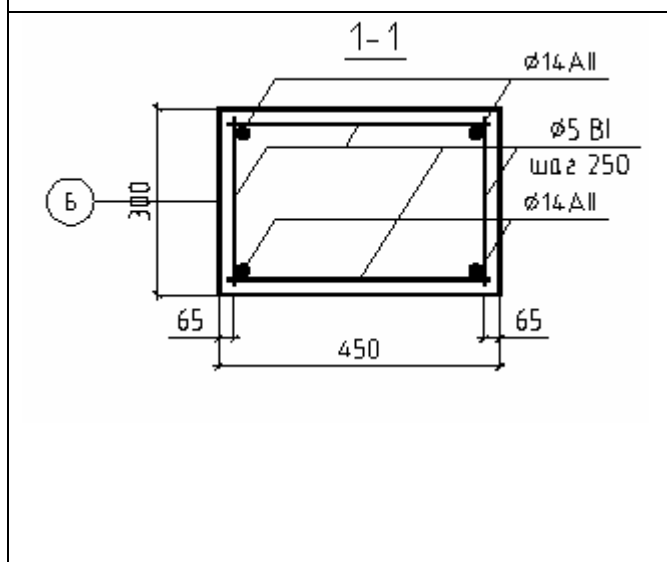


Рис. 5.3.6. Разрез 1-1 колонны НК10-1

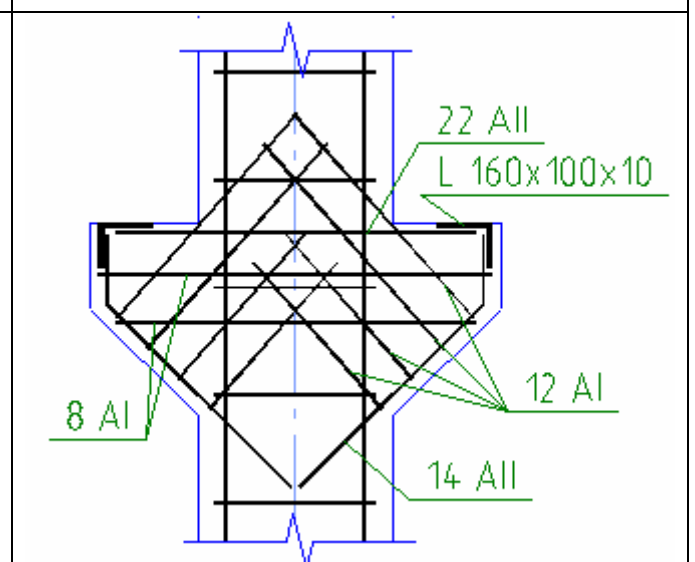


Рис. 5.3.6. Схема армирования консолей колонны НК10-1 (узел А).

## 5.4. Ригели перекрытия на отм. +1,2м.

Перекрытие склада на отметке +1,2 м выполнено по сборным железобетонным ригелям пролетом 5,35 м марки Р 1–5 по серии ИИ–63 в. 1. Ригели армированы стержневой арматурой периодического профиля из стали марки 25Г2С (Ат600). Согласно типовой серии в качестве рабочей арматуры применена арматура  $2\phi 22_{пл}$  и  $2\phi 20_{пл}$ . Поперечное армирование выполнено из арматуры  $\phi 10$  мм с шагом в опорной зоне 180 мм и 300 мм в средней части пролета, марка стали Ст.3. Бетон ригелей марки 200.

При выборочном вскрытии рабочей арматурой ригелей, по результатам замеров, является арматура  $\phi 25$  мм.

Согласно рабочей документации равномерно распределенная расчетная нагрузка на ригель 11,3 т/м.пог., включая вес ригеля ( $1,6 \text{ т/м}^2$  без учета веса плит перекрытия).

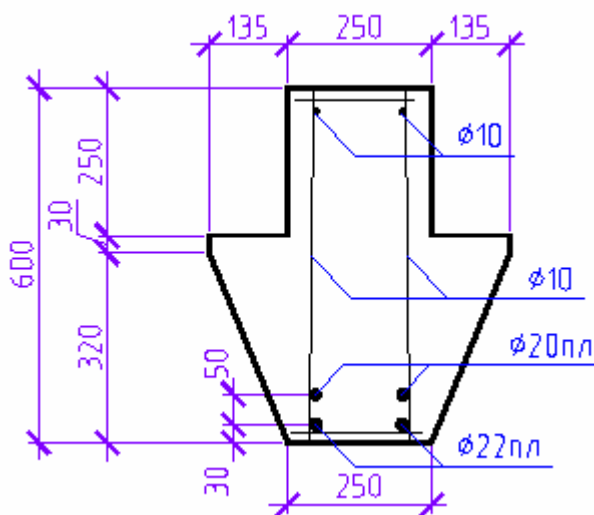


Рис. 5.4.1. Схема поперечного сечения ригеля Р1–5.

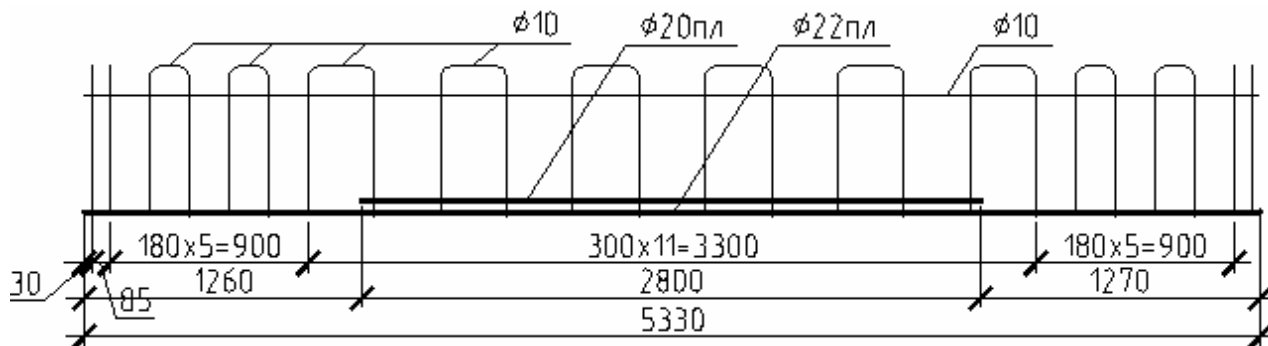


Рис. 5.4.2. Схема армирования ригеля Р1–5.

Перекрытие пандуса смонтировано на железобетонные ригели НР 1–6 пролетом 4,25м в соответствии с типоразмерами ригелей серии ИИ–63 в. 1. Ригели армированы стержневой арматурой периодического профиля АШ в количестве 4 $\phi$ 22мм. Поперечное армирование выполнено из арматуры  $\phi$ 10мм с шагом в приопорной зоне 200мм и  $\approx$ 250 мм в средней части пролета. Бетон ригелей марки 200.

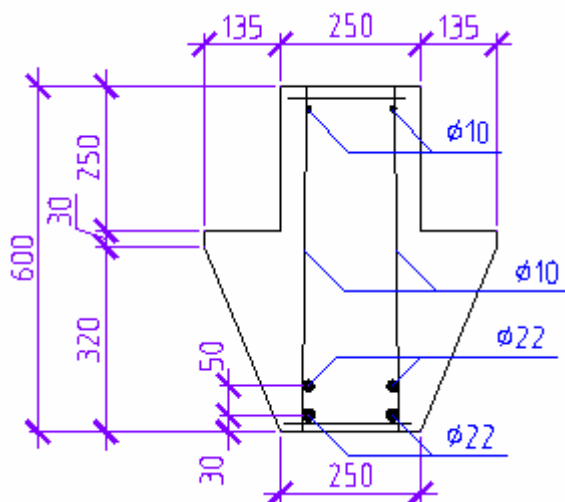


Рис. 5.4.3. Схема поперечного сечения ригеля НР 1–6.

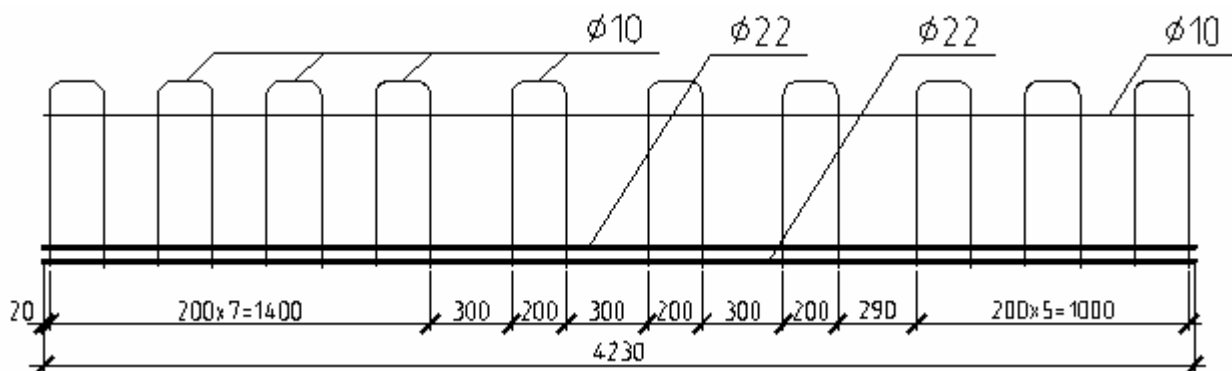


Рис. 5.4.4. Схема армирования ригеля НР 1–6.

## 5.5. Плиты перекрытия на отм. +1,2м.

Перекрытие на отметке +1,2 м выполнено из сборных железобетонных плит ребристого сечения марки П 1–7 по серии ИИ–64 в.1. Пролет плит 5,66 м, ширина 1,2 м, высота сечения 0,35 м. В качестве рабочей предварительно напряженной арматуры, применена арматура  $\phi$  18пл и  $\phi$ 16пл из стали марки 25 Г2С, поперечное армирование  $\phi$ 6мм с шагом в приопорной зоне 0,1м и 0,2 м в средней части пролета. Полка плиты армирована сеткой из арматуры  $\phi$ 5мм с шагом 0,1м. Бетон плит марки 200.

Согласно рабочей документации равномерно распределенная расчетная нагрузка, включая собственный вес плит с заливкой швов, равный  $0,305 \text{ т/м}^2$ :

- на полку плиты  $2,24 \text{ т/м}^2$ ;
- на ребро плиты  $1,78 \text{ т/м}^2$ .

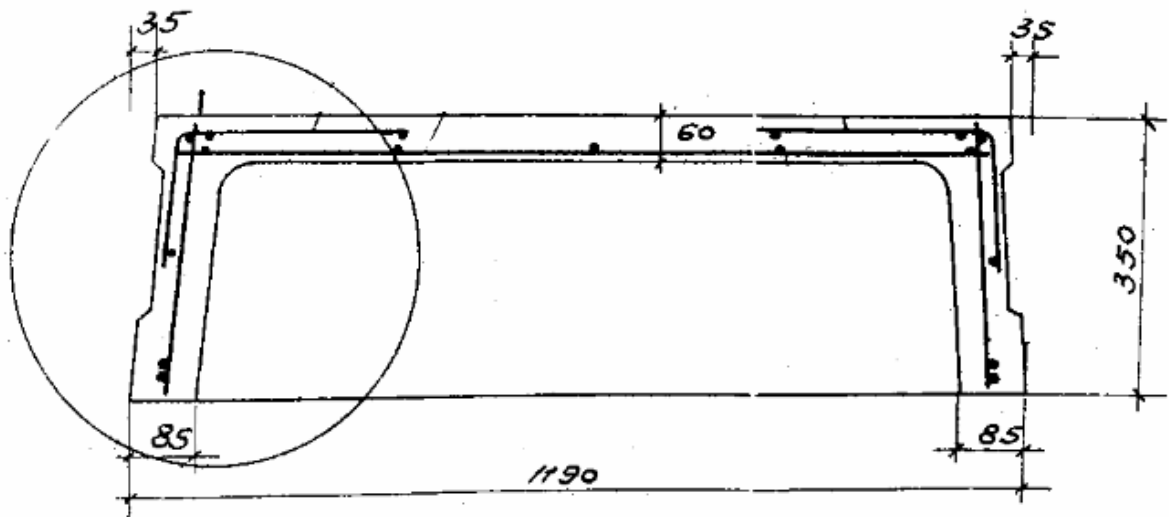


Рис. 5.5.1. Схема поперечного сечения плиты П1-7.

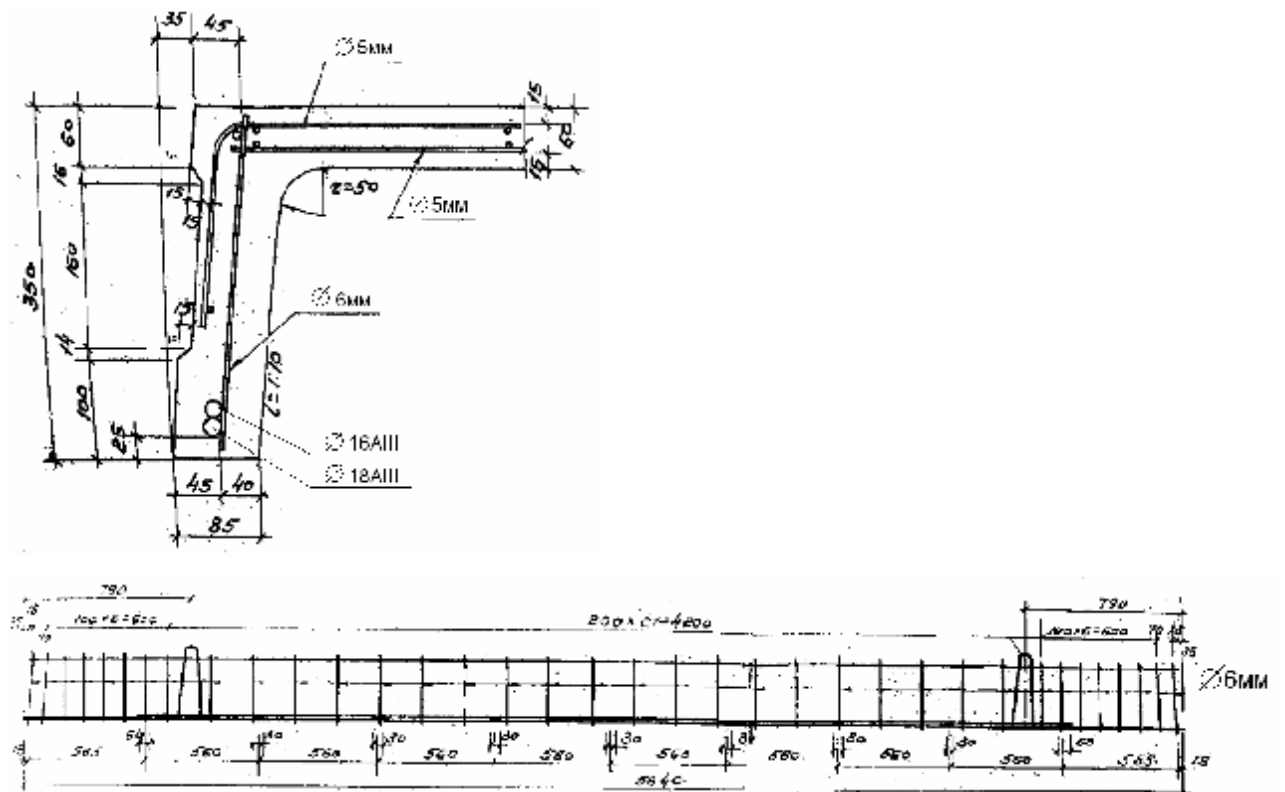


Рис. 5.5.2. Схема армирования плиты П1-7.



Плиты перекрытия склада на отдельных участках имеют повреждения полки, а еденичные плиты имеют повреждение бетона на участках анкеровки арматуры.

Большая часть плит перекрытия пандуса имеет значительные повреждения бетона и арматуры (имеют место еденичные обрушения плит) и требует замены.

### **5. 5. Стропильные фермы.**

Железобетонные фермы покрытия марки ФСУ 24–5А выполнены по серии ПК–01–27. Фермы с решеткой треугольного типа выполнены пролетом 24 м и смонтированы по колоннам каркаса с шагом 6м. Марка бетона ферм М500. Дефектов влияющих на несущую способность стропильных ферм покрытия не обнаружено.

### **5. 8. Покрытие**

Железобетонные плиты покрытия ребристого сечения марки ПНС–12 с размерами 1,5х6м выполнены по серии ПК–01–111. Плиты армированы рабочей предварительно напряженной арматурой периодического профиля  $\varnothing 16$ мм из низколегированной стали марки 35ГС. Допустимая расчетная равномерно распределенная нагрузка на покрытие  $0,650 \text{ т/м}^2$ , включая собственный вес плиты с заделкой швов, равный  $0,19 \text{ т/м}^2$ .

Отдельные плиты покрытия имеют повреждение бетона на участках анкеровки рабочей арматуры, коррозию арматуры до 10% поперечного сечения в результате длительных протечек кровли и требуют ремонта.

### **5. 9. Предоставленные данные по нагрузке на перекрытие склада на отм. +1,2м.**

В корпусе №144 имеется два складских помещения каждое размером  $1152 \text{ м}^2$ , из которых 20% выделяется на проходы.

Размер поддона 1,2х1,4м, площадь полета  $1,68 \text{ м}^2$ .

В одном складе помещается 411 полет общим весом 548 т.

Получаем нормативную нагрузку на перекрытие при складировании полет:

$$\text{– в один ряд } q = \frac{548}{(411 * 1,68)} = 0,79 \text{ т/м}^2,$$

$$\text{– в два ряда } q = 0,79 * 2 = 1,59 \text{ т/м}^2.$$

## 6. ВЫВОДЫ

**По результатам обследования и поверочного расчета несущих и ограждающих конструкций здания склада товаров народного потребления (детали машиностроения), ОАО «» можно сделать следующие выводы:**

6. 1. Фундаменты здания находятся в работоспособном состоянии.
6. 2. Навесные стеновые панели находятся в ограниченно работоспособном состоянии и требуют ремонта (см. п. 8. Ведомость дефектов)
6. 3. Состояние железобетонных колонн здания работоспособное.
6. 4. Состояние стропильных ферм покрытия работоспособное.
6. 5. Состояние плит покрытия работоспособное, за исключением отдельных плит, требующих ремонта.
- 6.6. Плиты перекрытия склада на отметке +1,2м находятся в работоспособном состоянии.
- 6.7. Плиты перекрытия пандуса требуют замены (см. п. 8 Ведомость дефектов).
- 6.8. Согласно предоставленных данных нормативная нагрузка при складировании полет в два ряда составляет  $q= 1,59\text{т}/\text{м}^2$ .
- 6.9. Работа погрузчика в здании склада на отметке +1,2м допускается при следующих условиях и мероприятиях:
  - а) максимальная нормативная нагрузка на колесо не должна превышать  $N_{\text{max}}=1,6\text{т}$  (грузоподъемность погрузчика ограничена одним полетом);
  - б) по всей площади склада в осях «4–6/А–К» выполнить железобетонный пол толщиной 80мм, армированный верхней и нижней арматурой А300  $\varnothing 8$  мм с шагом 200 мм по специально разработанному проекту.
- 6.10. Складирование готовой продукции с нормативной нагрузкой на перекрытие  $q= 0,79\text{т}/\text{м}^2$  (при установке полет в один ряд и общим весом 1096т) допустимо без усиления несущих конструкций с учетом мероприятий, указанных в п. 6.9.
- 6.10. Складирование готовой продукции с нормативной нагрузкой на перекрытие  $q= 1,59\text{т}/\text{м}^2$  (при установке полет в два ряда и общим весом 2192т) допустимо при соблюдении следующих требований:
  - а) Максимальная нормативная нагрузка на колесо погрузчика (из расчета ребра плиты) не должна превышать  $N_{\text{max}}=1,6\text{т}$ ;
  - б) демонтировать существующий асфальтовый пол;

- в) По всей площади склада в осях «4–6/А–К» выполнить железобетонный пол толщиной  $80\pm 10$  мм, армированный верхней и нижней арматурой А300  $\varnothing 8$  мм с шагом 200 мм по специально разработанному проекту.
- г) Колонны НК10–1 в осях «4–6/А–К» усилить (например – железобетонной обоймой толщиной 60 мм, армированной вертикальной арматурой А300 диаметром 16 мм или другими вариантами по расчету «см. пример п.12 Эскиз варианта усиления») на основании специально разработанного проекта.
- д) В направлении цифровых осей в средней части пролета ригелей выделить проход шириной не менее 0,6 м (отсутствует загрузка готовой продукцией).
- е) Согласно предоставленным данным нормативная нагрузка от двух полет составляет не более  $1,59 \text{ т/м}^2$ ;
- ж) 20% площади склада выделяется на проходы.
- з) В случае несоблюдения условий вышеуказанных пунктов, необходимо усиление или замена ригелей Р1–5 перекрытия на отметке +1,2 м.

6.11. Демонтаж кирпичных перегородок, расположенных по цифровым осям «4, 5, 6» допустим при устройстве вертикальных связей по специально разработанному проекту.


## **7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ВЫЯВЛЕННЫХ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЯ.**

**По результатам обследования, поверочного расчета и анализа технического состояния конструкций в целях обеспечения промышленной безопасности эксплуатации конструкций здания предлагается выполнить следующие мероприятия:**

- 7.1. Восстановить защитный слой бетона для арматуры навесных стеновых панелей, поверхность панелей окрасить защитными материалами.
- 7.2. Заменить плиты перекрытия пандуса на сборные или монолитные конструкции.
- 7.3. Выполнить мероприятия по защите строительных конструкций пандуса от воздействия атмосферных вод.
- 7.4. Устранить протечки кровли.
- 7.5. Отремонтировать плиты перекрытия и покрытия, указанные в п. 8 Ведомость дефектов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А.

### 8. 1. ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ.

№	Наименование конструкции и место расположения	Фотофиксация дефекта.	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
1	Плита №3 перекрытия пандуса в осях «б-3'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 10% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиту.

2	Плита №4 перекрытия пандуса в осях «б-3'/А»		Разрушение полки, разрушение ребер плиты, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.
3	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «б-3'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

4	Плиты №1 и 2 перекрытия пандуса в осях «3'–2'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 10% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиты.
5	Плита №3 перекрытия пандуса в осях «3'–2'/А»		Разрушение полки, разрушение ребер плиты, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

6	Плита №4 перекрытия пандуса в осях «З' – 2'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 10% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиту.
7	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «З' – 2'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.



8	Плиты №3 и 4 перекрытия пандуса в осях «2'–1'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиты.
9	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «2'–1'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

10	Плиты №1–4 перекрытия пандуса в осях «1’–5/А»		Открытие рабочей и поперечной арматуры ребер плит перекрытия, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Отсутствует сцепление арматуры и бетона	Усилить или заменить плиты.
11	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «1’–5/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

12	Плиты №2–4 перекрытия пандуса в осях «5–3'/А»		Открытие рабочей и поперечной арматуры ребер плит перекрытия, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Отсутствует сцепление арматуры и бетона	Усилить или заменить плиты.
13	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «5–3'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

14	Плиты №1–3 перекрытия пандуса в осях «3'–2'/А»		Открытие рабочей и поперечной арматуры ребер плит перекрытия, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Разрушение полки и ребер плиты №3. Отсутствует сцепление арматуры и бетона	Усилить или заменить плиты.
15	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «3'–2'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.

16	Плита №2 перекрытия пандуса в осях «2' – 1'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиту.
17	Плита №4 перекрытия пандуса в осях «2' – 1'/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона. Превреждение поперечного сечения бетона ребер.	Усилить или заменить плиту.

18	Плита №5 перекрытия пандуса в осях «2'–1'/А»		Разрушение ребра плиты, трещины в полке, коррозия арматуры 20% поперечного сечения	Усилить или заменить плиту.
19	Плита №2 перекрытия пандуса в осях «1'–4/А»		Разрушение защитного слоя бетона для арматуры, коррозия арматуры 20% поперечного сечения. Значительное снижение сцепления арматуры и бетона.	Усилить или заменить плиту.


20	Плита №3 перекрытия пандуса в осях «1'-4/А»		Демонтировано ребро плиты, вырезана рабочая арматура.	Усилить или заменить плиту.
21	Плита 6-7 в осях «6-5/Г-Д»		Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.



22	Плита 1-2 в осях «б-5/Д-Е»		Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.
23	Плита 1-2 в осях «б-5/Е-Ж»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры. Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.
24	Плита 16-17 в осях «б-5/Д-Е»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры. Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.



25	Плита 16-17 в осях «б-5/Е-Ж»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры. Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.
26	Плита 16-17 в осях «б-5/Ж-И»		Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.
27	Плита 1-2 и стена в осях «б-5/Ж-И»		Протечки инженерных вод.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.

28	Плита 1-2 в осях «4-5/Б-В»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры. Протечки инженерных вод.	Очистить стальные элементы от ржавчины. Обработать защитными составами, и восстановить защитный слой бетона. Устранить причину протечек. Окрасить плиту.
29	Плита 1-2 в осях «4-5/Г-Д»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры. Протечки инженерных вод.	Очистить стальные элементы от ржавчины. Обработать защитными составами, и восстановить защитный слой бетона. Устранить причину протечек. Окрасить плиту.
30	Плита 1-2 в осях «4-5/Ж-И»		Повреждение защитного слоя бетона в опорной заоне плиты.	Отремонтировать кровлю. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.

31	Плита 16-17 в осях «4-5/Ж-И»		Протечки инженерных вод.	Устранить причину протечек. Окрасить плиту.
32	Плита 1-2 в осях «1'-2'/Б-В»		Сколы защитного слоя бетона.	Оставить без изменений.
33	Плита 3-4 в осях «3'-2'/В-Г»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Оставить без изменений.

34	Плита в осях «2'/Ж-И»		Открытие участка арматуры ребра. Подвес элементов.	Демонтировать подвесы. Восстановить сечение ребра Бетоном В20.
35	Плита 1-2 в осях «2'-3'/4-5»		Сколы защитного слоя бетона.	Оставить без изменений.
36	Плита 2-3 в осях «2'-3'/Б-В»		Сколы защитного слоя бетона. Выполнена окраска поверхности.	Оставить без изменений.

37	Плита 1-2 в осях «4-1'/Ж-И»		Продавлена полка плиты.	Усилить полку плиты.
38	Плита 1-2 и стена в осях «4-1'/Ж-И»		Протечки инженерных вод.	Устранить воздействие инженерных вод на строительные конструкции. Окрасить поверхность бетона плиты и арматуры защитными материалами.

39	Плита 3-4 в осях «1'-2'/Б-В»		Продавлена полка плиты.	Усилить полку плиты.
40	Плита 3-4 и стена в осях «1'-2'/Б-В»		Сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Оставить без изменений.

## 8. 2. КАРТА ДЕФЕКТОВ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

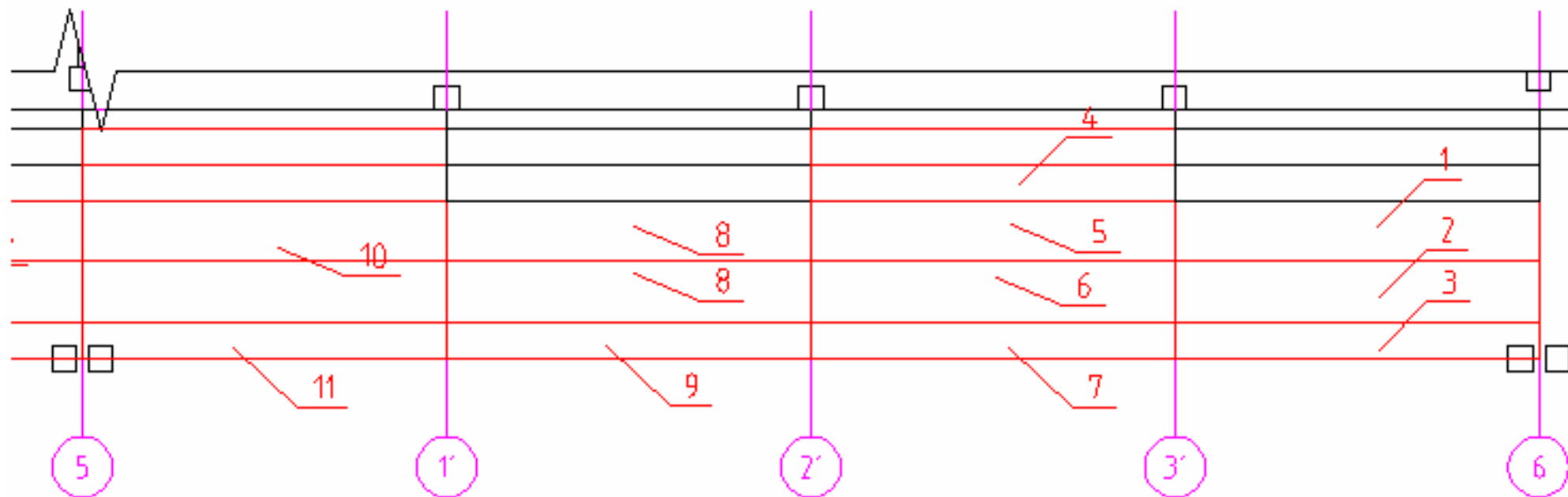


Рис. 8.2.1. Карта дефектов плит перекрытия пандуса с осях «5–6/А».

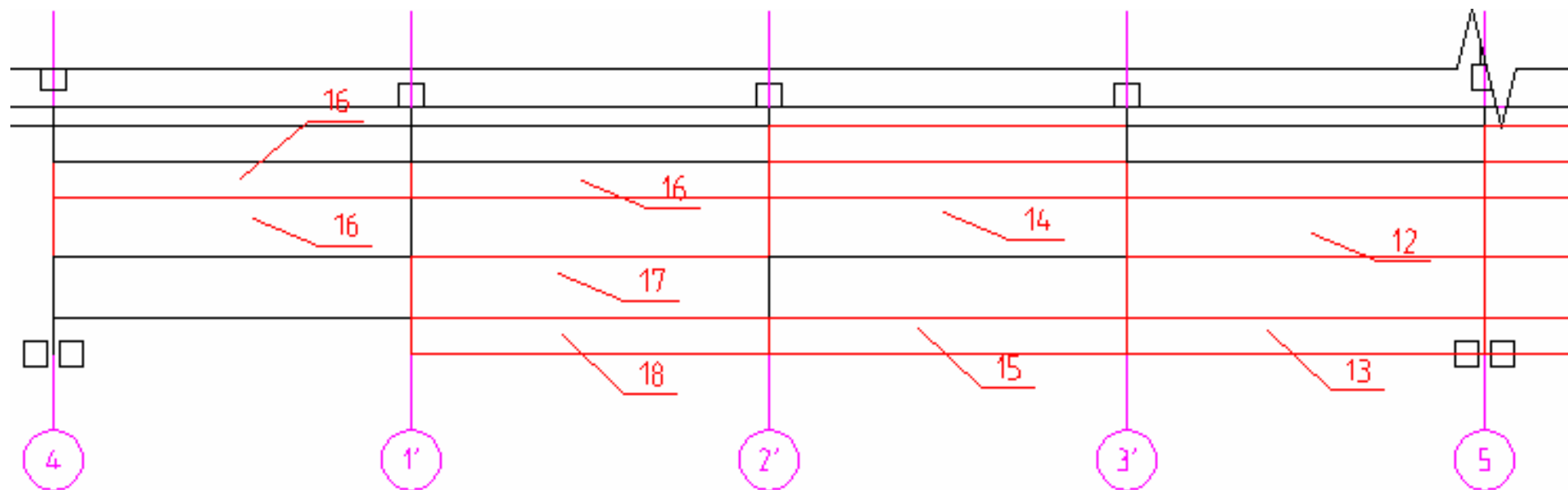


Рис. 8.2.2. Карта дефектов плит перекрытия пандуса с осях «4–5/А».



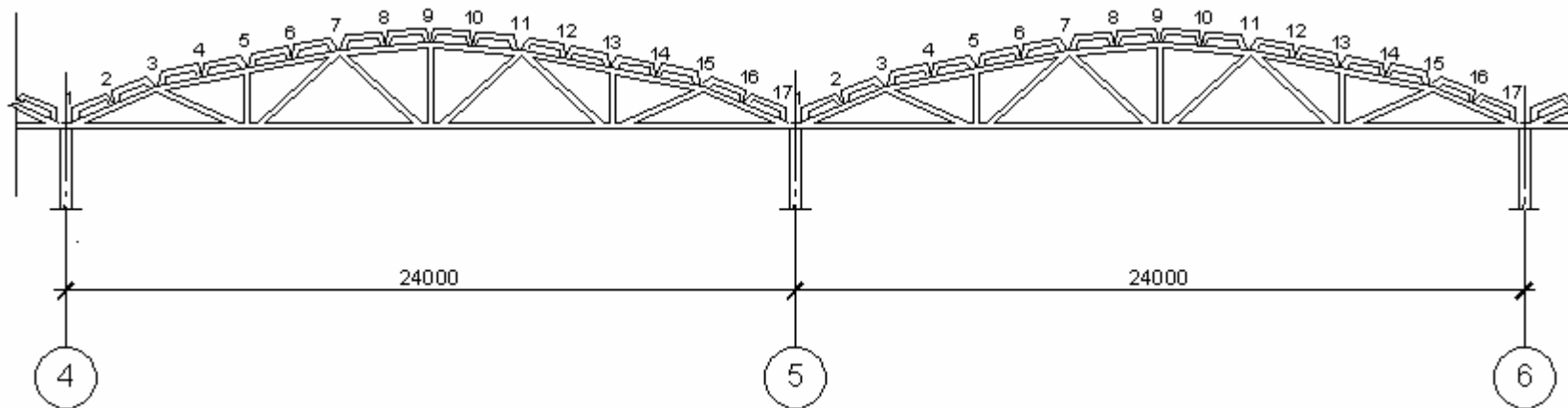


Рис. 8.2.3. Схема номерации плит покрытия.

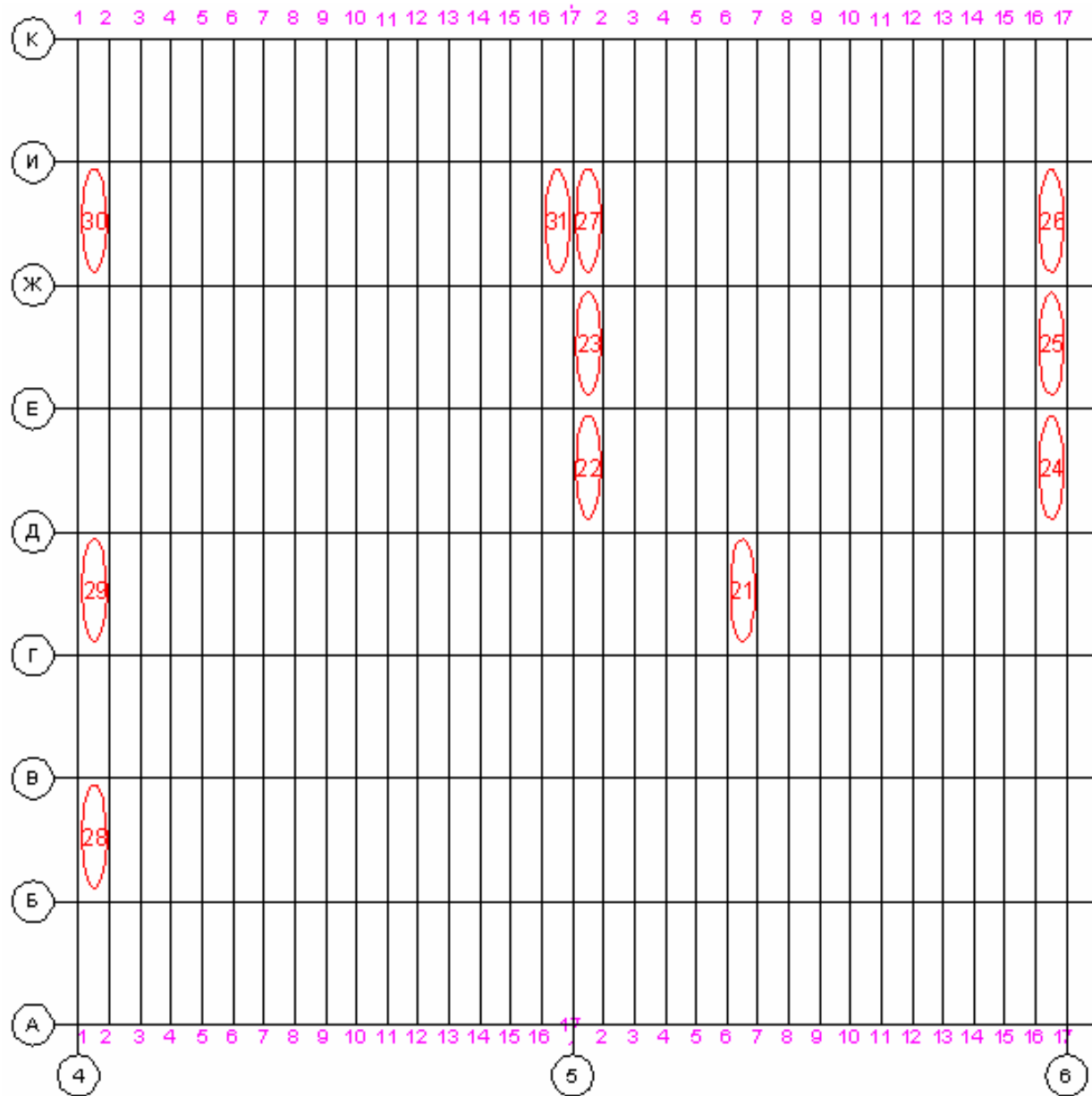


Рис. 8.2.4. Карта дефектов плит покрытия в осях «4-6/А-К».

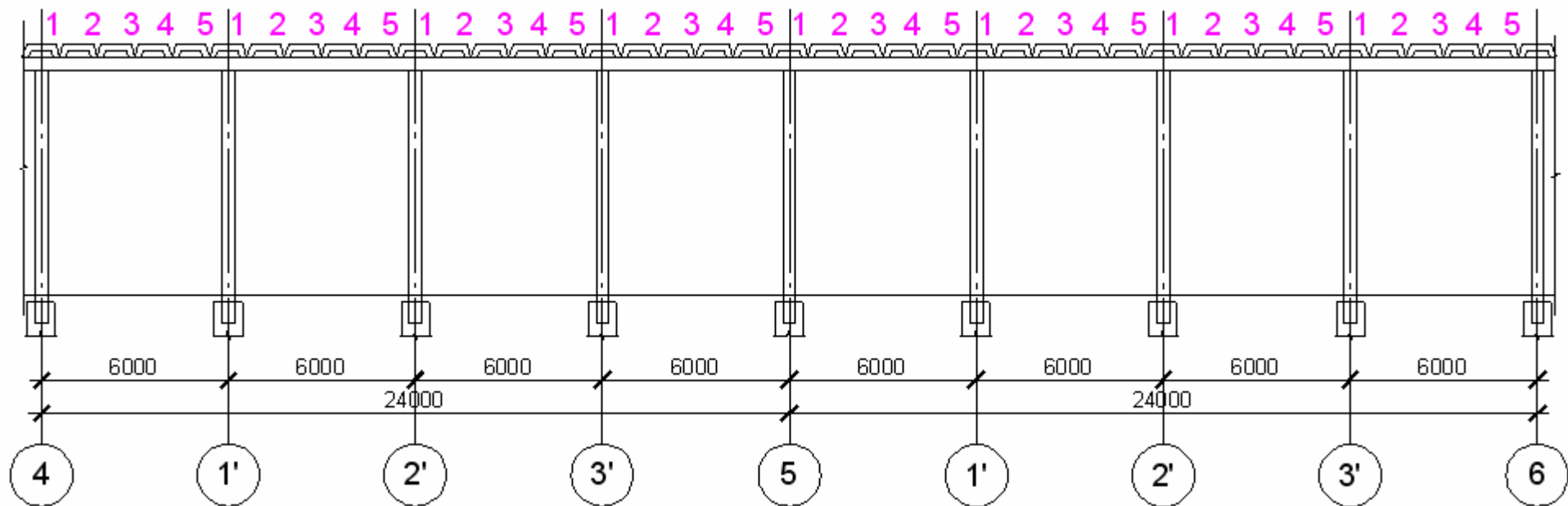


Рис. 8.2.5. Схема номерации плит перекрытия на отметке +1,2м.

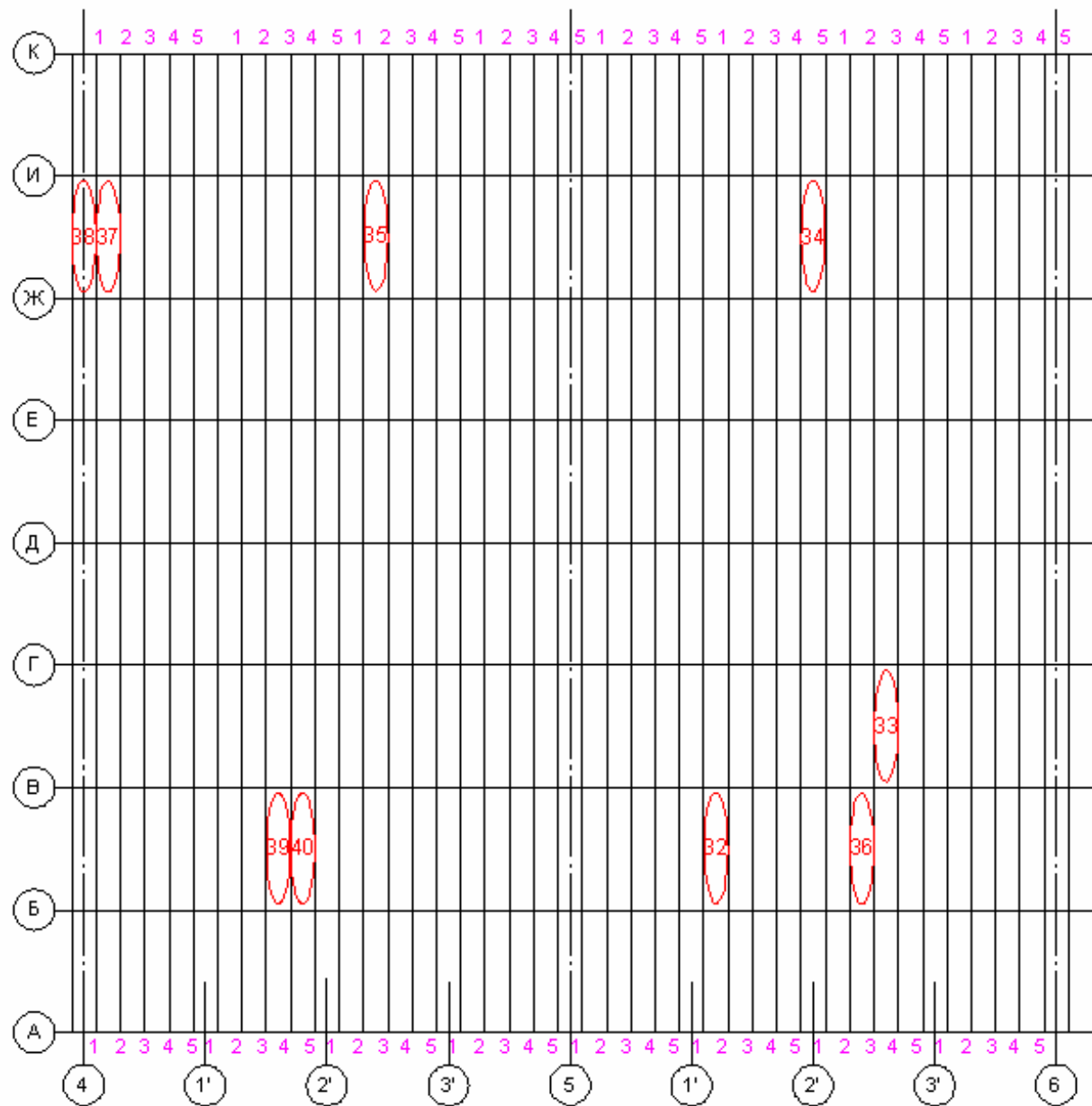
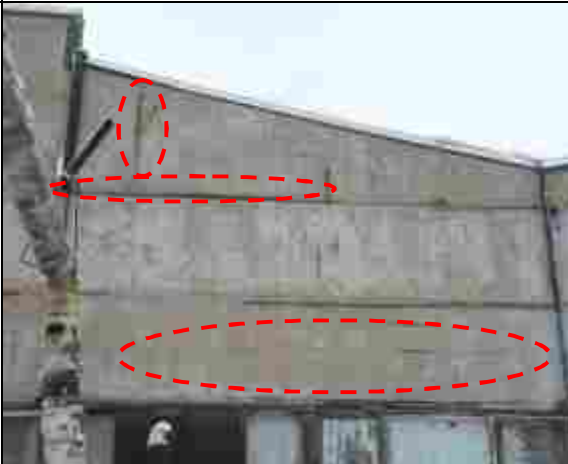
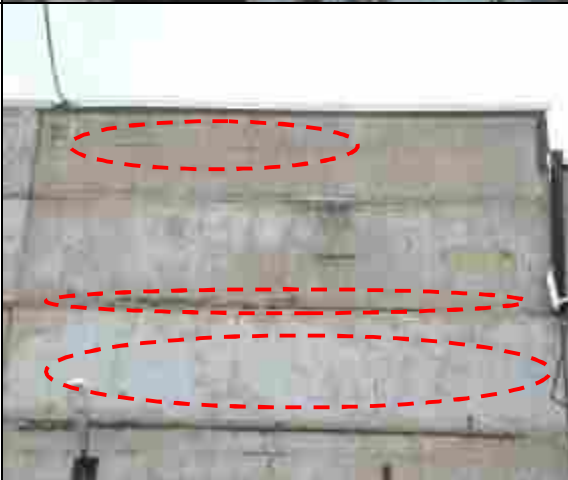

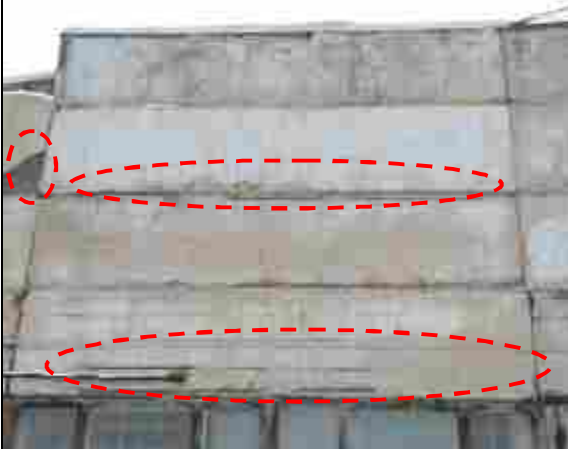

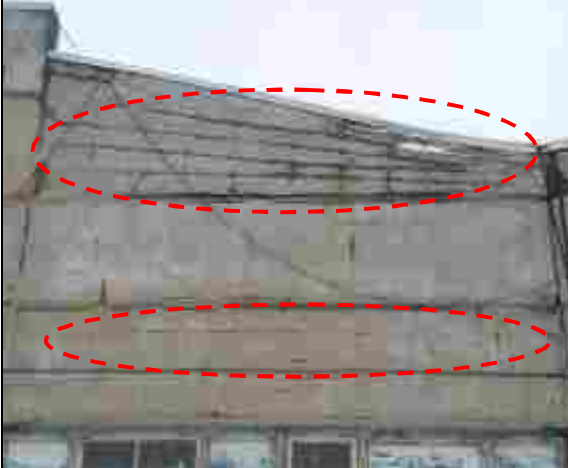


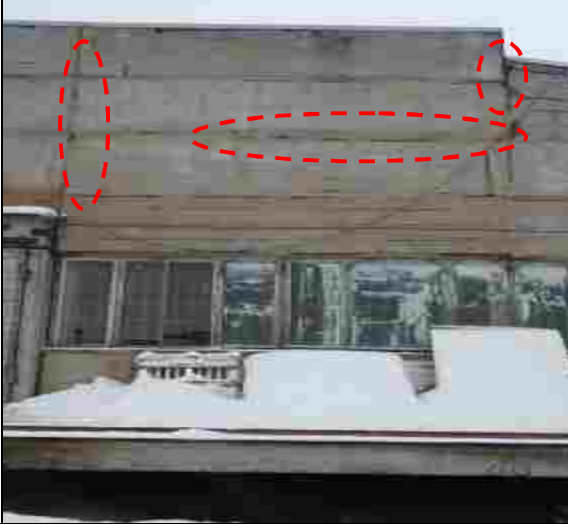

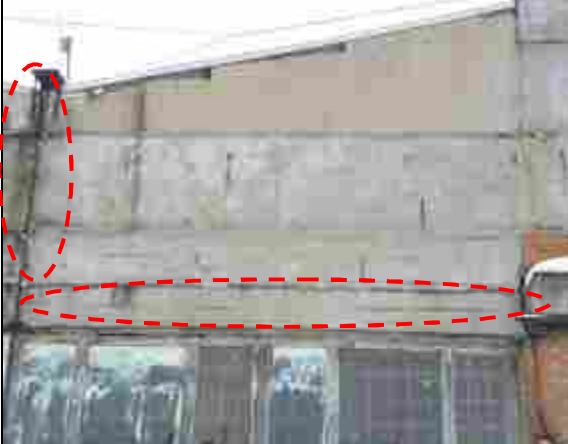
Рис. 8.2.6. Карта дефектов плит перекрытия в осях «4–6/А–К»




### 8.3. ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

по состоянию на февраль 2009 г.




№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
1	Фрагмент фасада в осях «5–6/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
2	Фрагмент фасада в осях «5–6/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
3	Фрагмент фасада в осях «5–6/А»		Поверхностная коррозия стальных элементов конструкций стеновых панелей.	Очистить стальные элементы от ржавчины. Восстановить защитный слой бетона для арматуры панели. Окрасить поверхность панелей защитными материалами.


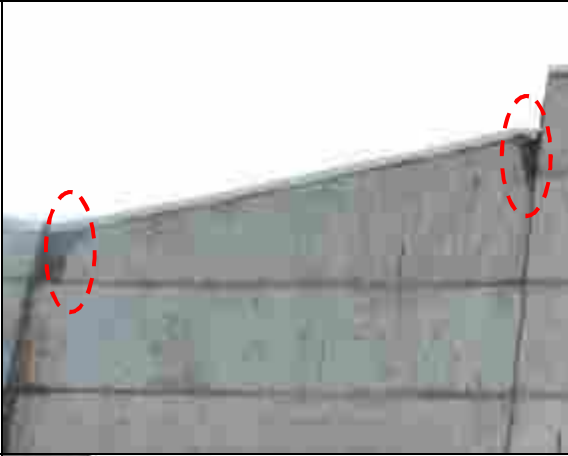

№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
4	Фрагмент фасада в осях «5–6/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
5	Фрагмент фасада в осях «5–6/А»		Повреждение защитного слоя бетона.	Восстановить защитный слой бетона для арматуры панели. Окрасить поверхность панелей защитными материалами.
6	Фрагмент фасада в осях «4–5/А»		Повреждение защитного слоя бетона.	Восстановить защитный слой бетона для арматуры панели. Окрасить поверхность панелей защитными материалами.

№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
7	Фрагмент фасада в осях «4–5/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
8	Фрагмент фасада в осях «4–5/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
9	Фрагмент фасада в осях «4–5/А»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.

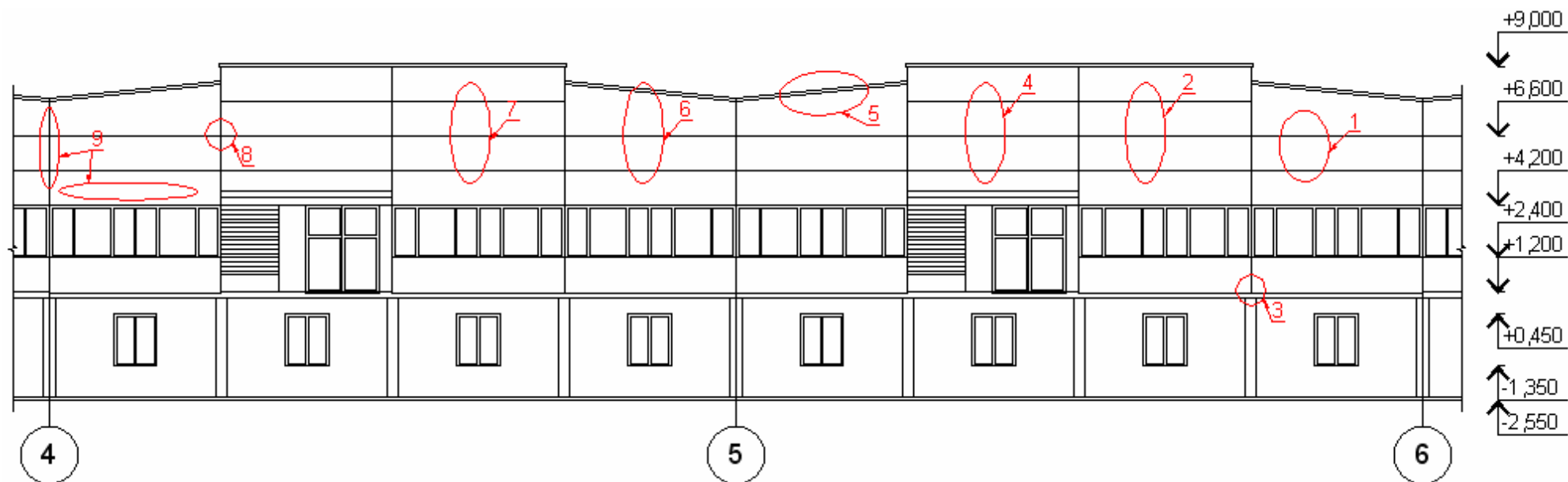
№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
10	Фрагмент стены в осях «5/Б–В»		Трещины в кирпичной кладке стены.	Расчистить трещины и заделать цементно–песчаным раствором.
11	Стена в осях «5/В–Г»		Повреждение кирпичной кладки.	Выполнить ремонт кирпичной кладки.
12	Фасад в осях «5–6/К»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.



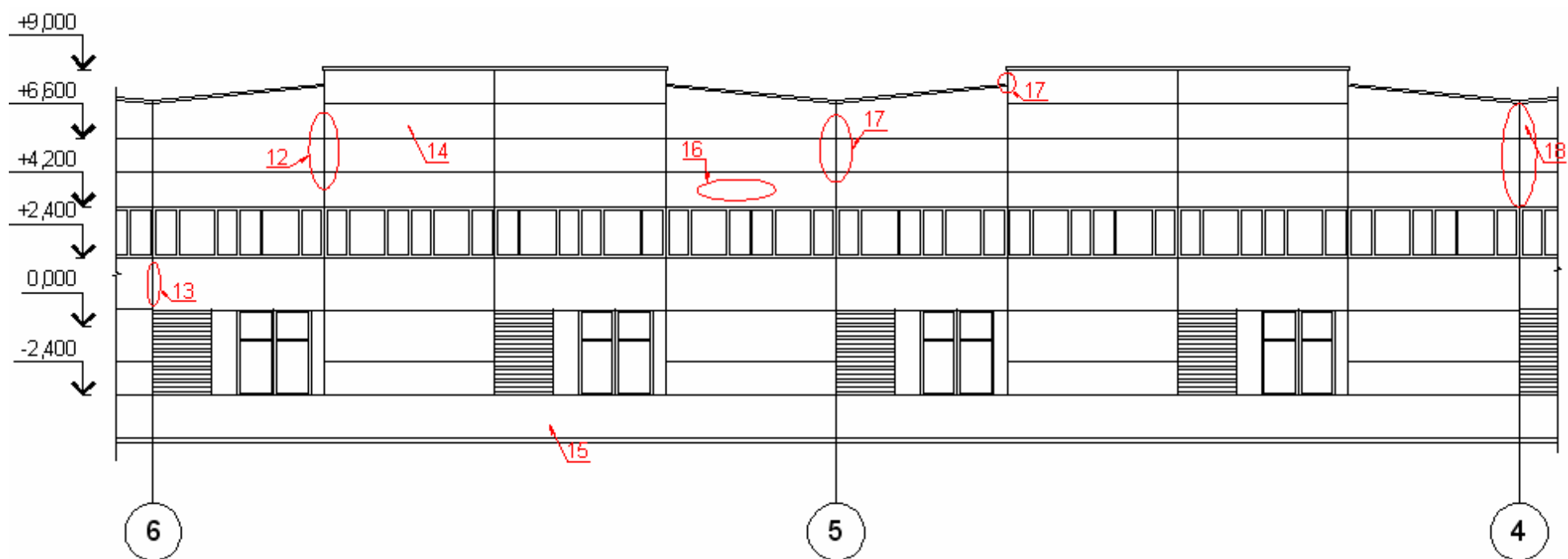
№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
13	Фасад в осях «5–6/К»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
14	Фасад в осях «5–6/К»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
15	Пандус в осях «5–6/К»		Разрушение бетонных блоков пандуса.	Восстановить сечение блоков.

№	Наименование и место расположения	Фотофиксация дефекта (повреждения)	Описание дефекта (повреждения)	Заключение (рекомендуемый способ устранения)
16	Фасад в осях «5–6/К»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
17	Фасад в осях «4–5/К»		Повреждение бетона на участке анкерных элементов.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.
18	Фасад в осях «4–5/К»		Выпадение материала заполнения швов между стеновыми панелями, сколы защитного слоя бетона, поверхностная коррозия арматуры.	Очистить швы и сколы от отслаивающегося материала и зачеканить цементно–песчаным раствором.

## 8.4. КАРТА ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ.



8.4.1. Повреждения фасада здания в осях «А/4–6».



8.4.2. Повреждения фасада здания в осях «К/6-4».

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

Определение прочности бетона производилось неразрушающим методом, основанном на зависимости скорости распространения ультразвуковых колебаний (УЗК) в бетоне от их прочностных свойств. В качестве формул для определения прочности бетона на сжатие использовались нелинейные зависимости “время прохождения ультразвуковых колебаний через испытываемый материал – прочность”, полученные при испытании серии образцов. Для данного прибора и методики испытаний, по опыту предыдущих обследований, оптимальной зависимостью является экспоненциальная:

$$\text{для кирпича } R_1 = a \cdot \exp(b(x - t_1)),$$

$$\text{для раствора } R_2 = a \cdot \exp(1/bt_2 - c).$$

При обследовании использовался прибор “Бетон–8УР” с датчиками, настроенными на частоту 60 кГц, с коническими насадками для точечного контроля.

Прибор «Бетон–8УР» представляет собой совмещенный измеритель времени прохождения ультразвука через исследуемый материал объекта и радиоизотопный измеритель средней плотности. Принцип работы прибора в режиме измерения времени распространения ультразвуковых колебаний основан на измерении с высокой точностью временного интервала, между моментом ввода в исследуемый материал переднего фронта ультразвуковых колебаний и моментом приема переднего фронта этих колебаний, прошедших через материал. Прибор работает по двухщуповой системе измерений и реализует способы сквозного и поверхностного прозвучивания.

Прибор «Бетон–8УР» состоит из следующих основных узлов:

преобразователя измерительного радиоизотопного;

преобразователя ультразвукового приемного, предназначенного для преобразования механических колебаний, прошедших через контролируемую среду, в электрический сигнал с последующим их усилением в предварительном усилителе;

Схема УЗ измерения прочности бетона



преобразователя ультразвукового излучающего, предназначенного для преобразования электрических импульсов, подаваемых на него, в механические колебания ультразвуковой частоты, которые затем вводятся в контролируемую среду;

блока импульсного усилителя радиоизотопного преобразователя;

блока импульсного усилителя сигналов ультразвукового преобразователя излучателя, возбуждающего преобразователь по сигналу с выхода блока управления и временной привязки;

оконечного усилителя, предназначенного для дальнейшего усиления и формирования импульсов по амплитуде и переднему фронту;

блока управления и временной привязки, предназначенного для выработки синхронизирующих импульсов, управляющих запуском генератора зондирующих импульсов, сбросом в «0» счетных декад цифрового счетчика и таймера, переключением режимов работы и рода запуска в ручной пуск или автоматический;

блока цифрового счетчика, предназначенного для отсчета количества импульсов, поступающих с выхода временного селектора, индикации результатов измерений и момента разряда аккумуляторного блока питания;

блока питания, предназначенного для питания прибора при работе.

Контроль прочности был выполнен в десяти точках. В каждой точке производилось по 5 измерений времени прохождения УЗ колебаний в бетоне. В качестве параметров для определения прочности использовались средние арифметические этих значений. Скорость УЗ в бетоне измерялась на постоянной базе для каждого материала, определенных в процессе тарировочных испытаний материалов.

## 9.1. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА КОЛОНН

Таблица результатов испытания бетона колонны КП II–23А.

№	$t_1$ , мкс	R, кг/см <sup>2</sup>	$R_{cp}-R'$ , кг/см <sup>2</sup>	$(R_{cp}-R')^2$
1	36,8	405,696	-1,353	1,8
2	37,4	391,478	12,865	165,5
3	36,7	410,353	-6,011	36,1
4	36,0	428,587	-24,244	587,8
5	36,8	405,696	-1,353	1,8
6	37,3	394,091	10,252	105,1
7	37,4	391,478	12,865	165,5
8	37,0	400,998	3,345	11,2
9	36,5	414,050	-9,708	94,2
10	37,0	400,998	3,345	11,2
		404,3		1180,3

Среднеквадратическая погрешность

$$\delta = (\Sigma/(n-1))^{1/2} = 11,45$$

Для оценки достоверности результатов выбираем  $R_{min}$  и  $R_{max}$ .

Если  $t_1 = (R_{cp} - R_{min})/\delta < t$  и  $t_2 = (R_{max} - R_{cp})/\delta < t$ , то результаты достоверны.

$$R_{min} = 391,5 \text{ кг/см}^2$$

$$R_{max} = 428,6 \text{ кг/см}^2$$

$$t = 2,77$$

$$t_1 = 1,1$$

$$t_2 = 2,1$$

Результаты испытания бетона достоверны.

$$R = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot \eta) = 314,8 \text{ кг/см}^2$$

где  $\eta$  - коэффициент вариации прочности бетона, равный 0,135.

Призмное сопротивление бетона сжатию

$$R_{bn} = R \cdot (0,77 - 0,0001 \cdot R) = 232,50 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона сжатию

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc} = 178,85 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению

$$R_{bt} = 0,5(R_{bn})^{2/3} / \gamma_{bt} = 12,21 \text{ кг/см}^2$$

**Расчетное сопротивление бетона сжатию  $R_b = 178,85 \text{ кг/см}^2$**

Таблица результатов испытания бетона колонны НК 10–1.

№	$t_1$ , мкс	$R$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{cp}-R'$ , кг/см <sup>2</sup>	$(R_{cp}-R')^2$
1	46,1	216,758	-8,593	73,8
2	46,7	208,661	-0,495	0,2
3	46,1	217,815	-9,649	93,1
4	47,1	203,517	4,649	21,6
5	46,7	208,661	-0,495	0,2
6	46,5	211,004	-2,838	8,1
7	46,6	210,628	-2,462	6,1
8	47,1	203,271	4,895	24,0
9	46,9	206,094	2,072	4,3
10	47,7	195,248	12,917	166,9
		208,2		398,3

Среднеквадратическая погрешность

$$\delta = (\Sigma / (n-1))^{1/2} = 6,65$$

Для оценки достоверности результатов выбираем  $R_{\min}$  и  $R_{\max}$ .

Если  $t_1 = (R_{cp} - R_{\min}) / \delta < t$  и  $t_2 = (R_{\max} - R_{cp}) / \delta < t$ , то результаты достоверны.

$$R_{\min} = 195,2 \text{ кг/см}^2$$

$$R_{\max} = 217,8 \text{ кг/см}^2$$

$$t = 2,77$$

$$t_1 = 1,9$$

$$t_2 = 1,5$$

Результаты испытания бетона достоверны.

$$R = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot \eta) = 162,1 \text{ кг/см}^2$$

где  $\eta$  - коэффициент вариации прочности бетона, равный 0,135.

Призмное сопротивление бетона сжатию

$$R_{bn} = R \cdot (0,77 - 0,0001 \cdot R) = 122,17 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона сжатию

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc} = 93,98 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению

$$R_{bt} = 0,5(R_{bn})^{2/3} / \gamma_{bt} = 7,95 \text{ кг/см}^2$$

**Расчетное сопротивление бетона сжатию  $R_b = 93,98 \text{ кг/см}^2$**



## 9.2. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Таблица результатов испытания бетона плиты перекрытия П 1–7.

№	$t_1$ ,	R,	$R_{cp}-R'$ ,	$(R_{cp}-R')^2$
	мкс	кг/см <sup>2</sup>	кг/см <sup>2</sup>	
1	46,9	206,094	-1,420	2,0
2	47,0	203,724	0,951	0,9
3	47,3	200,694	3,980	15,8
4	47,4	198,956	5,718	32,7
5	46,7	208,661	-3,986	15,9
6	47,0	203,724	0,951	0,9
7	47,0	203,900	0,775	0,6
8	47,7	195,248	9,426	88,9
9	46,3	213,763	-9,088	82,6
10	46,5	211,982	-7,307	53,4
		204,7		293,7

Среднеквадратическая погрешность

$$\delta = (\Sigma / (n-1))^{1/2} = 5,71$$

Для оценки достоверности результатов выбираем  $R_{min}$  и  $R_{max}$ .

Если  $t_1 = (R_{cp} - R_{min}) / \delta < t$  и  $t_2 = (R_{max} - R_{cp}) / \delta < t$ , то результаты достоверны.

$$R_{min} = 195,2 \text{ кг/см}^2$$

$$R_{max} = 213,8 \text{ кг/см}^2$$

$$t = 2,77$$

$$t_1 = 1,7$$

$$t_2 = 1,6$$

Результаты испытания бетона достоверны.

$$R = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot \eta) = 159,4 \text{ кг/см}^2$$

где  $\eta$  - коэффициент вариации прочности бетона, равный 0,135.

Призмное сопротивление бетона сжатию

$$R_{bn} = R \cdot (0,77 - 0,0001 \cdot R) = 120,17 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона сжатию

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc} = 92,44 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению

$$R_{bt} = 0,5(R_{bn})^{2/3} / \gamma_{bt} = 7,86 \text{ кг/см}^2$$

**Расчетное сопротивление бетона сжатию  $R_b = 92,44 \text{ кг/см}^2$**

### 9.3. ИСПЫТАНИЕ БЕТОНА РИГЕЛЕЙ

Таблица результатов испытания бетона ригеля Р 1–5.

№	$t_1$ , мкс	$R$ , кг/см <sup>2</sup>	$R_{cp}-R'$ , кг/см <sup>2</sup>	$(R_{cp}-R')^2$
1	46,9	206,094	-3,119	9,7
2	47,0	203,900	-0,925	0,9
3	46,4	212,632	-9,658	93,3
4	47,3	200,152	2,823	8,0
5	47,4	198,956	4,018	16,1
6	47,5	197,588	5,387	29,0
7	47,3	200,694	2,281	5,2
8	46,5	211,982	-9,007	81,1
9	48,0	191,655	11,319	128,1
10	46,9	206,094	-3,119	9,7
		203,0		381,2

Среднеквадратическая погрешность

$$\delta = (\Sigma / (n-1))^{1/2} = 6,51$$

Для оценки достоверности результатов выбираем  $R_{min}$  и  $R_{max}$ .

Если  $t_1 = (R_{cp} - R_{min}) / \delta < t$  и  $t_2 = (R_{max} - R_{cp}) / \delta < t$ , то результаты достоверны.

$$R_{min} = 191,7 \text{ кг/см}^2$$

$$R_{max} = 212,6 \text{ кг/см}^2$$

$$t = 2,77$$

$$t_1 = 1,7$$

$$t_2 = 1,5$$

Результаты испытания бетона достоверны.

$$R = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot \eta) = 158,0 \text{ кг/см}^2$$

где  $\eta$  - коэффициент вариации прочности бетона, равный 0,135.

Призмное сопротивление бетона сжатию

$$R_{bn} = R \cdot (0,77 - 0,0001 \cdot R) = 119,19 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона сжатию

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc} = 91,68 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению

$$R_{bt} = 0,5(R_{bn})^{2/3} / \gamma_{bt} = 7,82 \text{ кг/см}^2$$

**Расчетное сопротивление бетона сжатию  $R_b = 91,68 \text{ кг/см}^2$**

Таблица результатов испытания бетона ригеля НР 1–6.

№	$t_1$ ,	$R$ ,	$R_{cp}-R'$ ,	$(R_{cp}-R')^2$
	мкс	кг/см <sup>2</sup>	кг/см <sup>2</sup>	
1	47,8	194,154	3,751	14,1
2	47,2	201,855	-3,951	15,6
3	47,9	191,854	6,050	36,6
4	47,5	197,588	0,316	0,1
5	47,0	203,724	-5,819	33,9
6	47,5	197,588	0,316	0,1
7	47,4	198,956	-1,052	1,1
8	47,4	198,332	-0,428	0,2
9	47,3	199,946	-2,042	4,2
10	47,7	195,046	2,858	8,2
		197,9		114,0

Среднеквадратическая погрешность

$$\delta = (\Sigma/(n-1))^{1/2} = 3,56$$

Для оценки достоверности результатов выбираем  $R_{min}$  и  $R_{max}$ .

Если  $t_1 = (R_{cp} - R_{min})/\delta < t$  и  $t_2 = (R_{max} - R_{cp})/\delta < t$ , то результаты достоверны.

$$R_{min} = 191,9 \text{ кг/см}^2$$

$$R_{max} = 203,7 \text{ кг/см}^2$$

$$t = 2,77$$

$$t_1 = 1,7$$

$$t_2 = 1,6$$

Результаты испытания бетона достоверны.

$$R = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot \eta) = 154,1 \text{ кг/см}^2$$

где  $\eta$  - коэффициент вариации прочности бетона, равный 0,135.

Призменное сопротивление бетона сжатию

$$R_{bn} = R \cdot (0,77 - 0,0001 \cdot R) = 116,27 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона сжатию

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc} = 89,44 \text{ кг/см}^2$$

Расчетное сопротивление бетона растяжению

$$R_{bt} = 0,5(R_{bn})^{2/3} / \gamma_{bt} = 7,69 \text{ кг/см}^2$$

**Расчетное сопротивление бетона сжатию  $R_b = 89,44 \text{ кг/см}^2$**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

### 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ.

Для определения несущей способности конструкций каркаса здания необходимо определить усилия в них от действующих нагрузок.

Определение усилий выполнялось с использованием интегрированной системы анализа конструкций «SCAD 11.1».

При выборе расчетной схемы и сборе нагрузок были применены следующие допущения:

1. Расчетная схема пространственная, задана стержневыми и пластинчатыми конечными элементами. Собственный вес элементов учтен при задании их геометрических характеристик и средней плотности материалов.

2. Кратковременные нагрузки без коэффициентов сочетания:

– на кровлю (снеговая для III-го района по «СНиП 2.01.07-85\*» с изменением №2, принятым и введенным в действие с 01 июля 2003 г. постановлением Госстроя РФ №45 от 29 мая 2003 г.) – расчетная нагрузка  $180 \text{ кг/м}^2$  горизонтальной поверхности;

– ветровая (для I-го района по СНиП 2.01.07-85\*) – нормативная нагрузка  $23 \text{ кг/м}^2$ .

3. Коэффициенты надежности к постоянным и временным нагрузкам и коэффициенты сочетания нагрузок учитывались отдельно в разделе расчета “Комбинации загружений” и приняты в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия»:

– для ветровых нагрузок – 1, 4;

4. Однотипные элементы расчетной схемы объединялись в группы и для каждой группы были определены максимальные усилия. Усилия для максимально нагруженных элементов представлены отдельно. Результаты расчета представлены в табличной форме.

5. В исходных данных:

– линейные единицы измерения: "м",

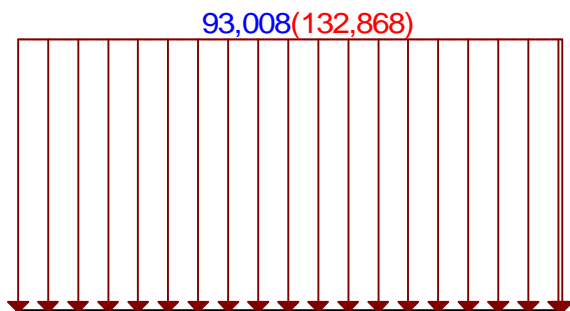
– единицы измерения размеров сечения: "см",

– единицы измерения сил: "Кгс"

## 10.1. Снеговая нагрузка

Расчет выполнен по нормам проектирования "СНиП 2.01.07-85\* с изменением №2"

Параметр	Значение	Единицы измерения
<b>Местность</b>		
Снеговой район	III	
Нормативное значение снеговой нагрузки	126	кг/м <sup>2</sup>
Тип местности	В - Городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м	
Средняя скорость ветра зимой	5	м/сек
Средняя температура января	-10	°С
<b>Здание</b>		
		
Высота здания Н	7,2	м
Ширина здания В	48	м
h	1,2	м
α	0,982	град
L	140	м
Неутепленная конструкция с повышенным тепловыделением	Нет	
Коэффициент надежности по нагрузке γ <sub>f</sub>	1,429	



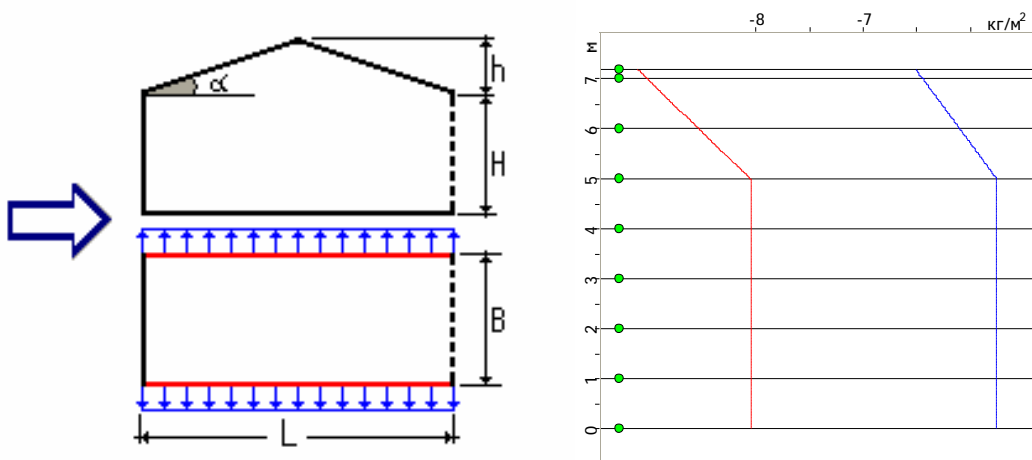
Единицы измерения : кг/м<sup>2</sup>  
— Нормативное значение  
— Расчетное значение

## 10.2. Ветровая нагрузка

Расчет выполнен по нормам проектирования "СНиП 2.01.07-85\* с изменением №2"

Исходные данные	
Ветровой район	I
Нормативное значение ветрового давления	23 кг/м <sup>2</sup>
Тип местности	В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м
Тип сооружения	Однопролетные здания без фонарей, постоянно открытые с одной стороны

Параметры		
Поверхность	Боковые стены	
Шаг сканирования	1 м	
Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	1,4	
H	7,2	М
B	124	М
h	2	М
L	48	М



Высота (м)	Нормативное значение (кг/м <sup>2</sup> )	Расчетное значение (кг/м <sup>2</sup> )
0	-5,75	-8,05
1	-5,75	-8,05
2	-5,75	-8,05
3	-5,75	-8,05
4	-5,75	-8,05
5	-5,75	-8,051
6	-6,095	-8,533
7	-6,44	-9,016
7,2	-6,509	-9,113

### 10.3. Собственный вес конструкций

элемент	размер, м	Нормат. соб. вес, т	Расч. с.вес, (к=1,1)	Ед. изм
плита П1-7	5,66x1,19	1,69	0,31	т/м <sup>2</sup>
Ригель Р 1-5	L=5,35	2,69	0,55	т/м.пог
Колонна КРП-23	0,4*0,4	3,3	3,63	т
Колонна НК 10-1	0,3*0,45	1,52	1,67	т
Ферма ФСУ 6-24-5А	L=24	10,98	12,08	т
плита ПНС 12	5,97x1,49	1,42	0,19	т/м <sup>2</sup>
Фундамент Ф-1 "4,5,6"		4,008	4,41	т
Фундамент Ф-8 "4-5"		2,904	3,19	т
Фундамент Ф-3 "5-6"		5,304	5,83	т
Фундамент Ф-6 "пандус"		4,464	4,91	т
Погрузчик г/п=2,5т	1,65x0,96	3,976	3,24	т/на 1 колесо(max)
бетонный пол из расчета на продавливание	1,2*6*0,06	1,0368	0,16	т/м <sup>2</sup>
вес полета	1,68	1,3333333333	1,6	т/м <sup>2</sup>
нагр от 2-х полет на 1м <sup>2</sup>	1	1,587301587	1,904761905	т/м <sup>2</sup>
нагр от 2-х полет на 1м <sup>2</sup> с учетом проходов	1	1,26984127	1,523809524	т/м <sup>2</sup>

## 10.4. Краткая характеристика методики расчета

### Общие данные

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 представленной ниже пояснительной записке описаны лишь фактически использованные при расчетах названного объекта возможности комплекса SCAD.

### Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др. Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела исчезающе малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы - тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только, как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей - основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 - линейное перемещение вдоль оси X;
- 2 - линейное перемещение вдоль оси Y;
- 3 - линейное перемещение вдоль оси Z;
- 4 - угол поворота с вектором вдоль оси X (поворот вокруг оси X);



5 - угол поворота с вектором вдоль оси Y (поворот вокруг оси Y);

6 - угол поворота с вектором вдоль оси Z (поворот вокруг оси Z).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения X, Y, Z, UX, UY и UZ для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок  $(h/L)^k$ , где  $h$  — максимальный шаг сетки;  $L$  — характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени  $k$ , который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

### **Расчетная схема**

#### ***Системы координат***

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

Глобальная правосторонняя система координат XYZ, связанная с расчетной схемой

Локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

#### ***Тип схемы***

Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X, Y, Z и поворотами вокруг этих осей.

#### ***Количественные характеристики расчетной схемы***

Расчетная схема характеризуется следующими параметрами:

Количество узлов — 2107

Количество конечных элементов — 3060

Общее количество неизвестных перемещений и поворотов — 12546

Количество загружений — 8

Количество комбинаций загружений — 2

#### ***Выбранный режим статического расчета***

Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

#### ***Набор исходных данных***

Детальное описание расчетной схемы содержится в документе "Исходные данные", где в табличной форме представлены сведения о расчетной схеме, содержащие координаты всех узлов, характеристики всех конечных элементов, условия примыкания конечных элементов к узлам и

др.

### ***Граничные условия***

Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчетной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений. Наличие таких связей помечено в таблице "Координаты и связи" описания исходных данных символом #.

### ***Условия примыкания элементов к узлам***

Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

Исключения составляют стержневые элементы для которых предусмотрено наличие шарниров и/или ползунов, разрешающих угловые и/или линейные перемещения узлов и концевых сечений элементов относительно узлов расчетной схемы. Описание шарниров и ползунов приведено в таблице "Условия примыкания".

### ***Характеристики использованных типов конечных элементов***

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов.

Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось  $X1$  ориентирована вдоль стержня, а оси  $Y1$  и  $Z1$  — вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

Некоторые стержни присоединены к узлам через абсолютно жесткие вставки, с помощью которых учитываются эксцентриситеты узловых примыканий. Тогда ось  $X1$  ориентирована вдоль упругой части стержня, а оси  $Y1$  и  $Z1$  — вдоль главных осей инерции поперечного сечения упругой части стержня.

К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов:

Элемент типа 4, который шарнирно присоединен к узлам пространственной схемы и воспринимает только продольную силу  $N$ .

Элемент типа 5, который работает по пространственной схеме и воспринимает продольную силу  $N$ , изгибающие моменты  $M_y$  и  $M_z$ , поперечные силы  $Q_z$  и  $Q_y$ , а также крутящий момент  $M_k$ .

Конечные элементы оболочек, геометрическая форма которых на малом участке элемента является плоской (она образуют многогранник, вписанный в действительную криволинейную форму срединной поверхности оболочки). Для этих элементов, в соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма перемещений внутри элемента приближенно представлена упрощенными зависимостями. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой оси  $X1$  и  $Y1$  расположены в плоскости элемента и ось  $X1$  направлена от первого узла ко второму, а ось  $Z1$  ортогональна поверхности элемента.

Треугольный элемент типа 42, не является совместным и моделирует поле нормальных пере-

мещений внутри элемента полиномом 4 степени, а поле тангенциальных перемещений полиномом первой степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

Четырехугольный элемент типа 44, который имеет четыре узловые точки, не является совместным и моделирует поле нормальных перемещений внутри элемента полиномом 3 степени, а поле тангенциальных перемещений неполным полиномом 2 степени. Располагается в пространстве произвольным образом.

### **Результаты расчета**

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

### **Перемещения**

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузений представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов».

Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от комбинаций загрузений представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов от комбинаций».

### ***Правило знаков для перемещений***

Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

### **Усилия и напряжения**

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от загрузений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от комбинаций загрузений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов от комбинаций загрузений».

Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента.

### ***Правило знаков для усилий (напряжений)***

Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:

Для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:

N - продольная сила;

МКР - крутящий момент;

МУ - изгибающий момент с вектором вдоль оси Y1;

QZ - перерезывающая сила в направлении оси Z1 соответствующая моменту МУ;

$M_Z$  - изгибающий момент относительно оси  $Z_1$ ;

$Q_Y$  - перерезывающая сила в направлении оси  $Y_1$  соответствующая моменту  $M_Z$ ;

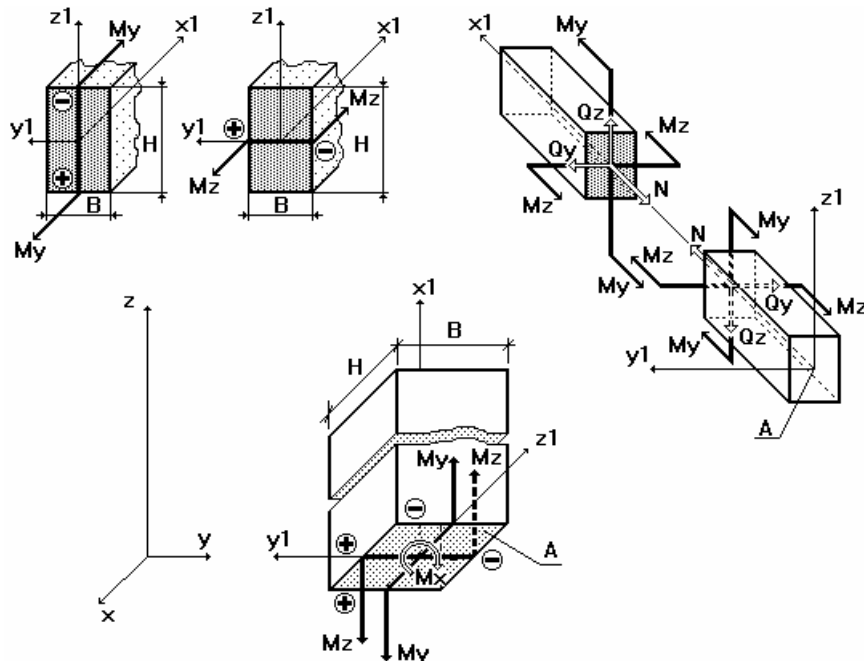
$R_Z$  - отпор упругого основания.

Положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:

для перерезывающих сил  $Q_Z$  и  $Q_Y$  - по направлениям соответствующих осей  $Z_1$  и  $Y_1$ ;

для моментов  $M_X$ ,  $M_Y$ ,  $M_Z$  - против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ;

положительная продольная сила  $N$  всегда растягивает стержень.



На рисунке показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.

Знаком “+” (плюс) помечены растянутые, а знаком “-” (минус) - сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов  $M_y$  и  $M_z$ .

В конечных элементах оболочки вычисляются следующие усилия:

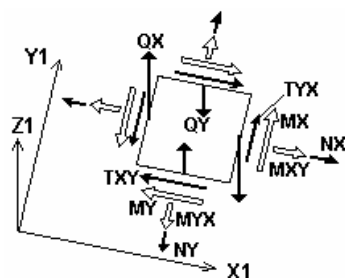
нормальные напряжения  $N_X$ ,  $N_Y$ ;

сдвигающее напряжений  $T_{XY}$ ;

моменты  $M_X$ ,  $M_Y$  и  $M_{XY}$ ;

перерезывающие силы  $Q_X$  и  $Q_Y$ ;

реактивный отпор упругого основания  $R_Z$ .



На рисунке показаны положительные значения напряжений, перерезывающих сил и векторов моментов, действующие по граням элементарного прямоугольника, вырезанного в окрестности центра тяжести КЭ оболочки.

**Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям.**

В протоколе решения задачи для каждого из нагружений указываются значения суммарной узловой нагрузки, действующей на систему.

пп.6.15, 6.16	предельная гибкость в плоскости XoZ	0, 652003
---------------	-------------------------------------	-----------

**Коэффициент использования 0, 652003 - предельная гибкость в плоскости XoY**

# 11. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ

## 11.1. Поверочный расчет колонн

### 11.1.1. Расчет колонны КП II-23А.

Нагрузка на колонну КП II-23А		
ригель	4,91	Т
плиты П1-7	10,98	Т
Ферма ФСУ 6-24-5А	12,08	
Плиты ПНС12	27,36	
соб. вес	3,63	Т
ж/б пол	5,70	Т
врем. нагрузка	54,86	Т
Итого	119,52	Т

Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,4 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоУ 0,8

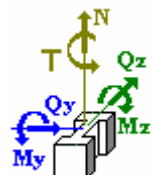
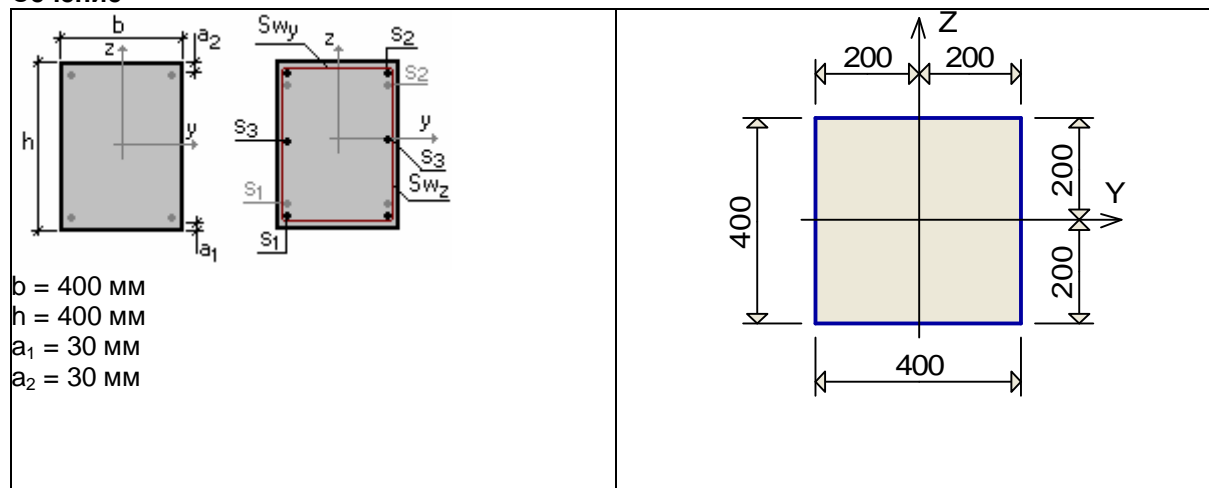
Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоZ 0,8

Случайный эксцентриситет по Z 1,5 мм

Случайный эксцентриситет по Y 1,5 мм

Конструкция статически определимая

#### Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

#### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Плотность бетона 2,5 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент условий твердения 1  
 Коэффициенты условий работы бетона  
 Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b1}$  0,9  
 Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b1}$  1

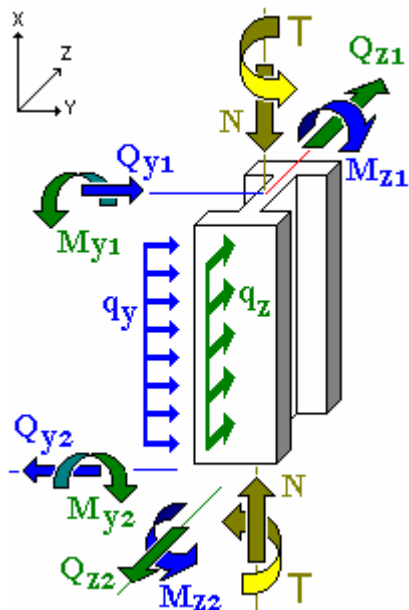
### Схема участков



### Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	2,4	S <sub>1</sub> - 2Ø22 S <sub>2</sub> - 2Ø22 Поперечная арматура вдоль оси Z 2Ø8, шаг поперечной арматуры 200 мм Поперечная арматура вдоль оси Y 2Ø8, шаг поперечной арматуры 200 мм	<p>A diagram of a rectangular cross-section with a blue border. Four black dots are placed at the corners of the rectangle, representing reinforcement points.</p>

### Нагрузки



### Загрузка 1

Тип: постоянное

Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1

Коэффициент длительной части: 1

<b>N</b>	120 Т	<b>T</b>	0 Т*м
<b>My1</b>	0 Т*м	<b>Mz1</b>	0 Т*м
<b>Qz1</b>	0 Т	<b>Qy1</b>	0 Т
<b>My2</b>	0 Т*м	<b>Mz2</b>	0 Т*м
<b>Qz2</b>	0 Т	<b>Qy2</b>	0 Т
<b>qz</b>	0 Т/м	<b>qy</b>	0 Т/м

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,374	Прочность по предельной продольной силе сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,398	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,278	Деформации в сжатом бетоне	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,025	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	п. 6.2.16



# Расчет на действие максимального момента с учетом вертикальной нагрузки.

Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,4 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоУ 1

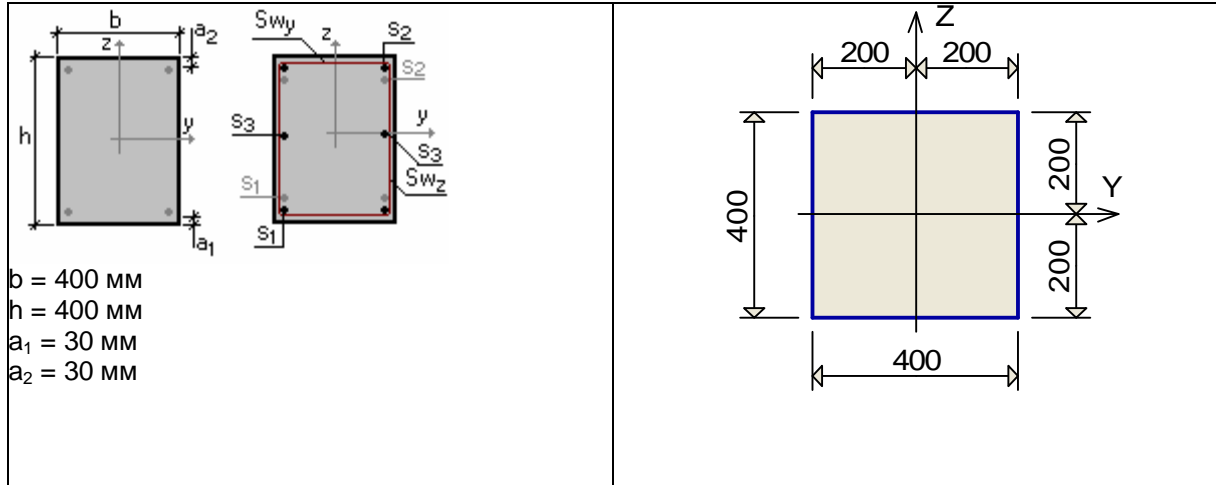
Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоZ 0,8

Случайный эксцентриситет по Z 1,5 мм

Случайный эксцентриситет по Y 1,5 мм

Конструкция статически определимая

## Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A300	1
Поперечная	A240	1

## Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Плотность бетона 2,5 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b1} 0,9$

Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b1}$  1

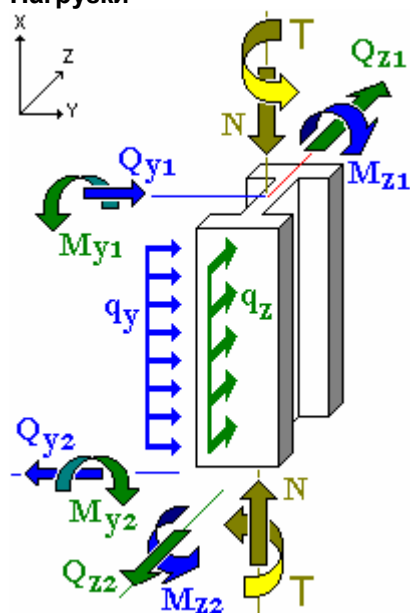
## Схема участков



### Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	2,4	S <sub>1</sub> - 2Ø22 S <sub>2</sub> - 2Ø22 Поперечная арматура вдоль оси Z 2Ø8, шаг поперечной арматуры 200 мм Поперечная арматура вдоль оси Y 2Ø8, шаг поперечной арматуры 200 мм	

### Нагрузки



### Загружение 1

Тип: постоянное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1

Коэффициент длительной части: 1			
<b>N</b>	92,1 Т	<b>T</b>	0 Т*м
<b>M<sub>y1</sub></b>	10,2 Т*м	<b>M<sub>z1</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z1</sub></b>	-4,25 Т	<b>Q<sub>y1</sub></b>	0 Т
<b>M<sub>y2</sub></b>	0 Т*м	<b>M<sub>z2</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z2</sub></b>	-4,25 Т	<b>Q<sub>y2</sub></b>	0 Т
<b>q<sub>z</sub></b>	0 Т/м	<b>q<sub>y</sub></b>	0 Т/м

Результаты расчета			
Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,3	Прочность по предельной продольной силе сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,61	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,348	Деформации в сжатом бетоне	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,01	Деформации в растянутой арматуре	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,03	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	п. 6.2.16
	0,06	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия
	0,263	Прочность по наклонному сечению	п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия

## 11.1.2. Расчет колонны НК 10–1.

Расчетная нагрузка на колонну НК 10-1		
ригель	2,96	т
плиты	10,98	т
соб. вес	3,63	т
ж/б пол	5,70	т
врем. нагрузка	54,86	т
Итого	78,13	т

**Расчет на действие максимальной вертикальной нагрузки.**  
 Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,4 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоУ 0,8

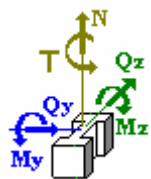
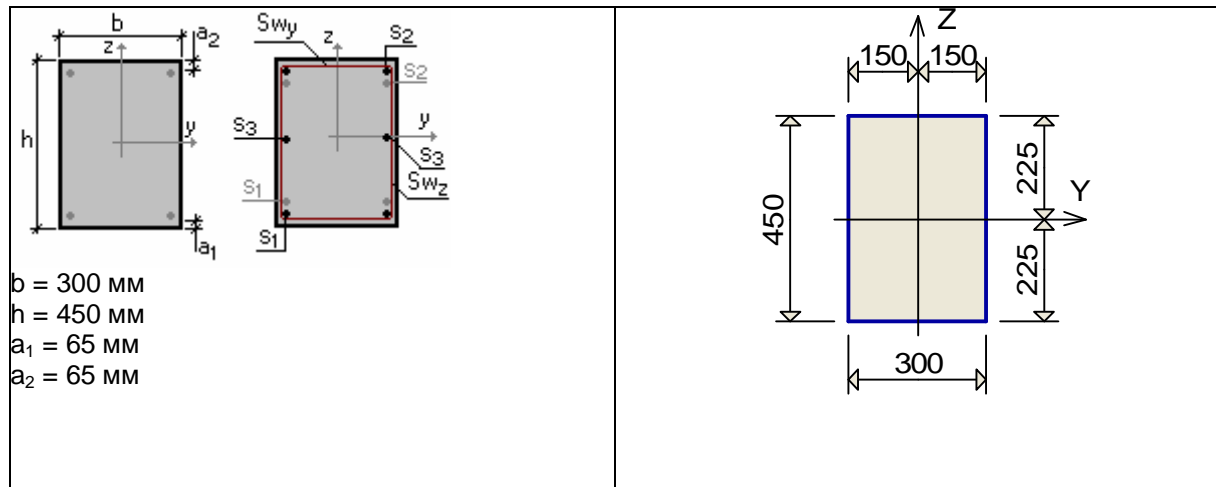
Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоZ 0,8

Случайный эксцентриситет по Z 1,5 мм

Случайный эксцентриситет по Y 1,5 мм

Конструкция статически определяемая

### Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A300	1
Поперечная	A240	1

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В15

Плотность бетона 2,5 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b1} 0,9$

Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b1}$  1

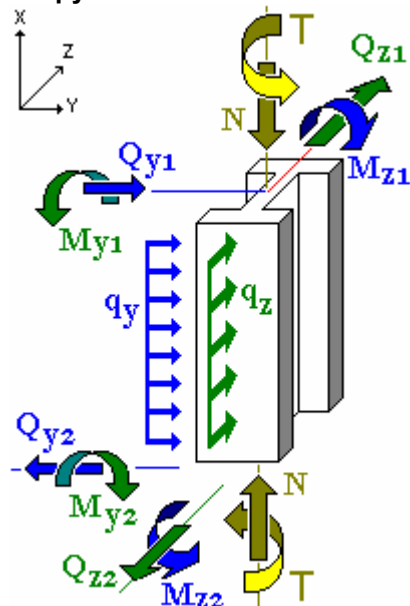
### Схема участков



### Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	2,4	$S_1 - 2\varnothing 14$ $S_2 - 2\varnothing 14$ Поперечная арматура вдоль оси Z $2\varnothing 6$ , шаг поперечной арматуры 300 мм Поперечная арматура вдоль оси Y $2\varnothing 6$ , шаг поперечной арматуры 300 мм	

### Нагрузки



### Загружение 1

Тип: постоянное

<b>Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1</b>			
<b>Коэффициент длительной части: 1</b>			
<b>N</b>	120 Т	<b>T</b>	0 Т*м
<b>M<sub>y1</sub></b>	0 Т*м	<b>M<sub>z1</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z1</sub></b>	0 Т	<b>Q<sub>y1</sub></b>	0 Т
<b>M<sub>y2</sub></b>	0 Т*м	<b>M<sub>z2</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z2</sub></b>	0 Т	<b>Q<sub>y2</sub></b>	0 Т
<b>q<sub>z</sub></b>	0 Т/м	<b>q<sub>y</sub></b>	0 Т/м

<b>Результаты расчета</b>			
<b>Участок</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Проверка</b>	<b>Проверено по СНиП</b>
1	0,932	Прочность по предельной продольной силе сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,986	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,703	Деформации в сжатом бетоне	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,091	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	п. 6.2.16

# Расчет на действие максимального момента с учетом вертикальной нагрузки.

Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,4 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоУ 0,8

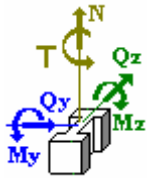
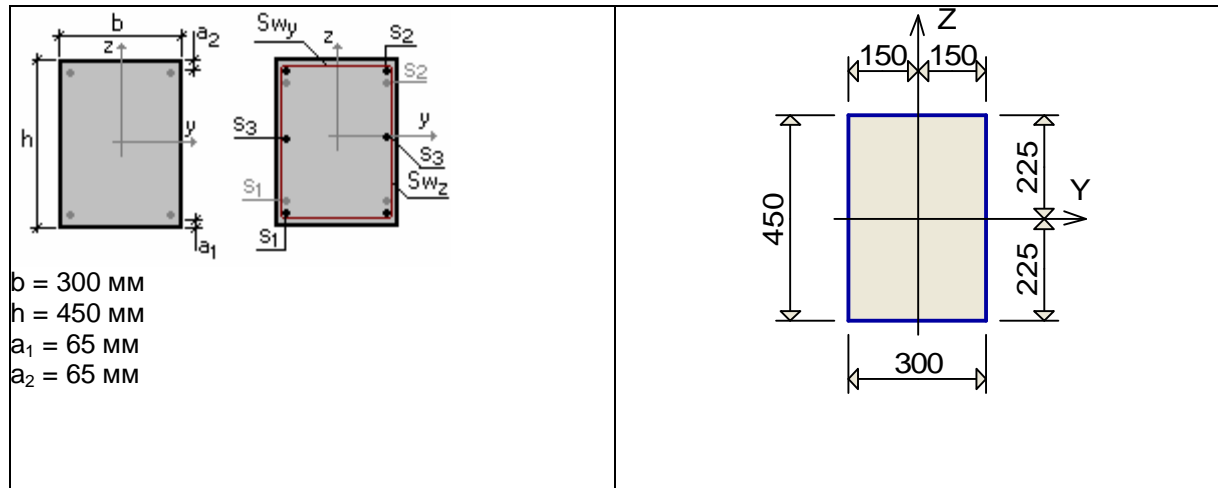
Коэффициент расчетной длины в плоскости ХоZ 0,8

Случайный эксцентриситет по Z 1,5 мм

Случайный эксцентриситет по Y 1,5 мм

Конструкция статически определимая

## Сечение



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A300	1
Поперечная	A240	1

## Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В15

Плотность бетона 2,5 Т/м<sup>3</sup>

Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b1} 0,9$

Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b1}$  1

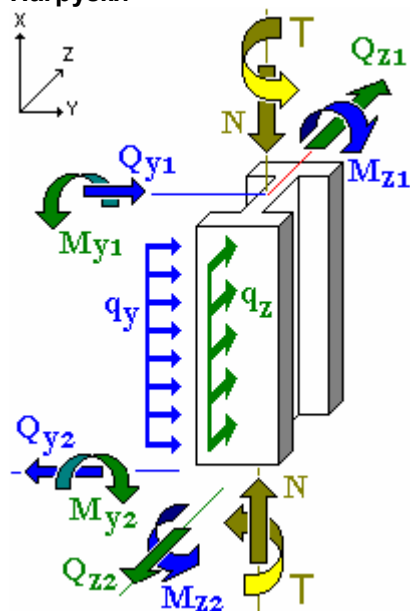
## Схема участков



### Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	2,4	$S_1 - 2\varnothing 14$ $S_2 - 2\varnothing 14$ Поперечная арматура вдоль оси Z $2\varnothing 6$ , шаг поперечной арматуры 300 мм Поперечная арматура вдоль оси Y $2\varnothing 6$ , шаг поперечной арматуры 300 мм	

### Нагрузки



### Загружение 1

Тип: постоянное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1



Коэффициент длительной части: 1			
<b>N</b>	50,7 Т	<b>T</b>	0 Т*м
<b>M<sub>y1</sub></b>	10,3 Т*м	<b>M<sub>z1</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z1</sub></b>	-4,292 Т	<b>Q<sub>y1</sub></b>	0 Т
<b>M<sub>y2</sub></b>	0 Т*м	<b>M<sub>z2</sub></b>	0 Т*м
<b>Q<sub>z2</sub></b>	-4,292 Т	<b>Q<sub>y2</sub></b>	0 Т
<b>q<sub>z</sub></b>	0 Т/м	<b>q<sub>y</sub></b>	0 Т/м

Результаты расчета			
Уча- сток	Коэффициент использова- ния	Проверка	Проверено по СНиП
1	0,394	Прочность по предельной про- дольной силе сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	<b>1,339</b>	Прочность по предельному момен- ту сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	<b>2,624</b>	Деформации в сжатом бетоне	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,343	Деформации в растянутой армату- ре	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,039	Продольная сила при учете проги- ба при гибкости $L_0/i > 14$	п. 6.2.16
	0,154	Прочность по бетонной полосе ме- жду наклонными сечениями	п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия
	0,565	Прочность по наклонному сечению	п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия

**Прочность сечения колонны не обеспечена.**

**Расчет ведем с учетом усиления колонны ж/б обоймой, армированной ар-  
матурой  $\varnothing 16$ мм**

**Расчет выполнен по СНиП 52-01-2003 (Россия)**

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 0,95$

Длина элемента 2,4 м

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $XoY$  0,8

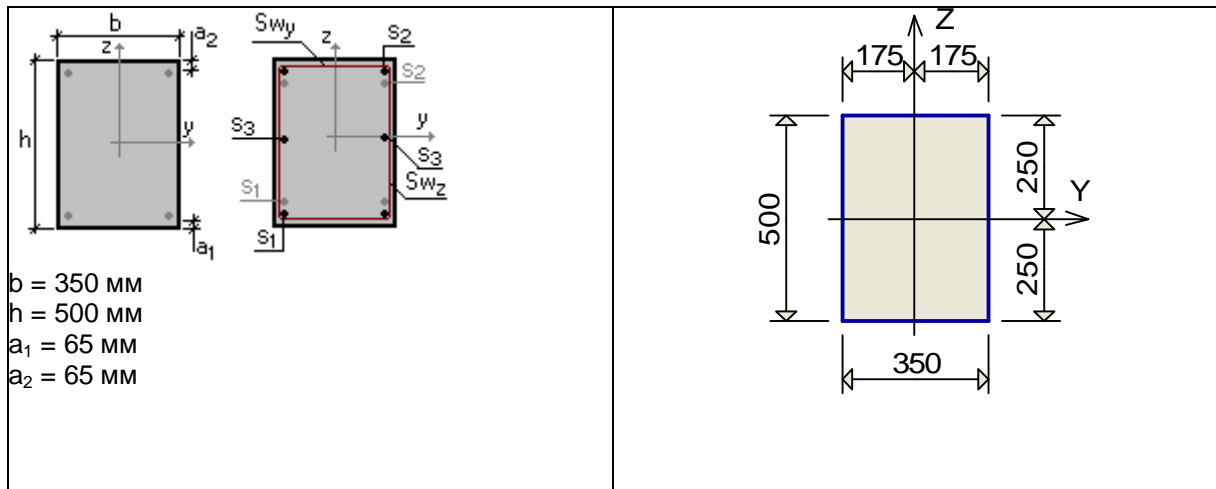
Коэффициент расчетной длины в плоскости  $XoZ$  0,8

Случайный эксцентриситет по  $Z$  1,5 мм

Случайный эксцентриситет по  $Y$  1,5 мм

Конструкция статически определимая

**Сечение**



Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A300	1
Поперечная	A240	1

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В15

Плотность бетона  $2,5 \text{ Т/м}^3$

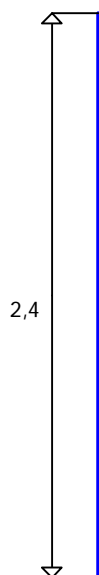
Коэффициент условий твердения 1

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b1} 0,9$

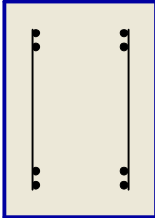
Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b1}$  1

### Схема участков

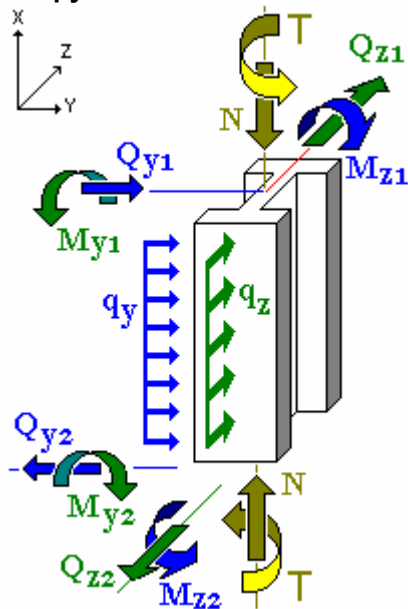


### Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
---------	-----------	----------	---------

1	2,4	<p>S<sub>1</sub> - 2Ø14, второй ряд 2Ø16          Расстояние в свету между рядами 20 мм)</p> <p>S<sub>2</sub> - 2Ø14, второй ряд 2Ø16          Расстояние в свету между рядами 20 мм)</p> <p>Поперечная арматура вдоль оси Z 2Ø6, шаг поперечной арматуры 300 мм</p> <p>Поперечная арматура вдоль оси Y 2Ø6, шаг поперечной арматуры 300 мм</p>	
---	-----	---	---

### Нагрузки



### Загружение 1

Тип: постоянное			
Коэффициент надежности по нагрузке: 1,1			
Коэффициент длительной части: 1			
N	50,7 Т	T	0 Т*М
My <sub>1</sub>	10,3 Т*М	Mz <sub>1</sub>	0 Т*М
Qz <sub>1</sub>	-4,292 Т	Qy <sub>1</sub>	0 Т
My <sub>2</sub>	0 Т*М	Mz <sub>2</sub>	0 Т*М
Qz <sub>2</sub>	-4,292 Т	Qy <sub>2</sub>	0 Т
qz	0 Т/м	qy	0 Т/м

<b>Результаты расчета</b>			
<b>Участок</b>	<b>Коэффициент использования</b>	<b>Проверка</b>	<b>Проверено по СНиП</b>
1	0,274	Прочность по предельной продольной силе сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,724	Прочность по предельному моменту сечения	п.п. 6.2.25, 6.2.31
	0,447	Деформации в сжатом бетоне	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,029	Деформации в растянутой арматуре	п.п. 6.2.21-6.2.31
	0,019	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	п. 6.2.16
	0,12	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	п. 6.2.33, п. 3.52 Пособия
	0,468	Прочность по наклонному сечению	п. 6.2.34, пп. 3.52, 3.71 Пособия

## 11.2. Поверочный расчет ригеля Р 1–5.

Нагрузка на ригель Р1-5		
соб. вес	0,55	т/м.пог
плиты	1,75	т/м.пог
ж/б пол	0,95	т/м.пог
врем. нагрузка	9,14	т/м.пог
Итого	12,40	т/м.пог
Погрузчик г/п 1т	1,93	т

### 11.2.1. Определение усилий в ригеле Р 1–5 при действии погрузчика г/п 1т.



Рис. 12.2.1. Загружение 1 – нормативная нагрузка от собственного веса.



Рис. 12.2.2. Загружение 2 – расчетная нагрузка от веса плит П1–7.



Рис. 12.2.3. Загружение 3 – расчетная нагрузка от веса ж/б пола ( $h=0,06\text{м}$ ).



Рис. 12.2.4. Загружение 4 – временная расчетная нагрузка (сырье  $q=1,524\text{т/м}^2$ ).



Рис. 12.2.5. Загружение 5 – временная расчетная нагрузка от погрузчика г/п 1т (нормативная нагрузка на колесо  $N_{\text{max}}=1,6\text{т}$ ).



Рис. 12.2.6. Эпюра моментов в ригеле от комбинации загружений ( $\text{т*м}$ ).



Рис. 12.2.7. Эпюра поперечных усилий в ригеле от комбинации загружений ( $\text{т*м}$ ).

### 11.2.2. Определение усилий в ригеле Р 1–5 при сплошном загрузении склада.



Рис. 12.2.8. Загружение 1 – нормативная нагрузка от собственного веса.



Рис. 12.2.9. Загружение 2 – расчетная нагрузка от веса плит П1–7.



Рис. 12.2.10. Загрузка 3 – расчетная нагрузка от веса ж/б пола ( $h=0,06\text{м}$ ).



Рис. 12.2.11. Загрузка 4 – временная расчетная нагрузка (сырье  $q=1,524\text{т/м}^2$ ).

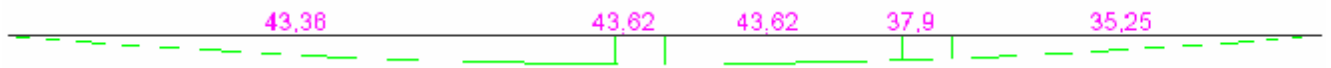


Рис. 12.2.12. Эпюра моментов в ригеле от комбинации загрузок ( $\text{т}^*\text{м}$ ).



Рис. 12.2.13. Эпюра поперечных усилий в ригеле от комбинации загрузок ( $\text{т}^*\text{м}$ ).

Изгибающий момент  $M= 4272219 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Поперечная сила  $Q= 37200 \text{ кг}$

### Расчет по прочности сечения, нормального к продольной оси.

Материал: бетон тяжелый

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b= 91,2 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt}= 7,82 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению  $R_s= 5100,0 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s= 15,20 \text{ см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{sc}= 4600 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s'= 1,57 \text{ см}^2$

Начальный модуль упругости бетона  $E_b= 214000 \text{ кг/см}^2$

Модуль упругости арматуры  $E_s= 2100000 \text{ кг/см}^2$

$b= 25 \text{ см}$

$h= 70 \text{ см}$

$b_f'= 25 \text{ см}$

$h_f'= 60 \text{ см}$

$a= 1,5 \text{ см}$

$a'= 1,5 \text{ см}$

$h_0= 68,5 \text{ см}$

$\gamma_{b2}= 0,9$

$l= 525 \text{ см}$

Расчетные сопротивления арматурной стали взяты из каталога, расчетные сопротивления бетона определены испытанием ультразвуковым прибором "БЕТОН- 8УР".

Если соблюдается условие:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s'$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

$$R_s \cdot A_s = 77520 \text{ кг} < R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s' = 144025,7 \text{ кг}$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

Высота сжатой зоны:

$$x = (R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_s') / R_b \cdot b = 30,83 \text{ см}$$

$$\xi = x / h_0 = 0,450085 \leq \xi_R = 0,477$$

$$\xi_R = \omega / (1 + \sigma_{sR} / (\sigma_{sc,u} \cdot (1 - \omega / 1,1))) = 0,477$$

где,

$$\sigma_{sR} = 9178$$

$$\sigma_{sc,u} = 4078$$

$$\omega = \alpha - 0,0008 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} = 0,784$$

$$\alpha = 0,85$$

Необходимо выполнение условия:

$$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a')$$

$$M = 4272219 \geq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a') = 4215664 \text{ кг*см}$$

**Балка не удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции».**

### **Расчет по прочности сечения на опоре.**

Расчетное сечение на опоре:

$$\text{Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию } R_b = 91,2 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению } R_{bt} = 7,82 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению } R_s = 5100,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения арматуры } A_s = 15,20 \text{ см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление арматуры сжатию } R_{sc} = 4600,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения арматуры } A_s' = 1,570796 \text{ см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению } R_{sw} = 4080,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения хомутов } A_{sw} = 1,57 \text{ см}^2$$

$$\text{Площадь сечения отогнутых стержней } A_{s,inc} = 0 \text{ см}^2$$

$$\text{Начальный модуль упругости бетона } E_b = 214000 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Модуль упругости арматуры } E_s = 2100000 \text{ кг/см}^2$$

$$b = 25 \text{ см}^2$$

$$h = 70 \text{ см}^2$$

$$b_f' = 25 \text{ см}^2$$

$$h_f' = 60 \text{ см}^2$$

$$a = 1,5$$

$$a' = 1,5$$

$$h_0 = 68,5 \text{ см}^2$$

$$\text{Шаг хомутов } s = 18 \text{ см}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9$$

$$\text{Поперечная сила } Q = 37200 \text{ кг}$$

### **Расчет по наклонной полосе.**

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q = 37200 \text{ кг} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 49870,08 \text{ кг}$$

где:

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1,171$$

$$\alpha = E_s / E_b = 9,813$$

$$\mu_w = A_{sw} / (b \cdot s) = 0,003$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 0,9088$$

$$\beta = 0,001$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной полосе.

### **Расчет по наклонной трещине.**

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}$$

$$Q = 37200 \text{ кг} \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{0s,inc} = 51103,73 \text{ кг}$$

где:

$$Q_b = (\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / c = 25551,87 \text{ кг}$$

$$\varphi_{b2} = 2$$

$$\varphi_f = 0,75 \cdot (b_f' - b) \cdot h_b' / (b \cdot h_0) = 0,000 \leq 0,5$$

Принимаем:  $\varphi_f = 0$

$$\varphi_n = 0,1 \cdot N / (R_{bt} \cdot b \cdot h_0) = 0$$

$$c_0 = 2 \cdot h_0 = 137 \text{ см}$$

$$c_0 = ((\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / q_{sw})^{1/2} = 71,80179$$

Принимаем:

$$c_0 = 71,80179 \text{ см}$$

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 355,8667$$

$$Q_{sw} = q_{sws} \cdot c_0 = 25551,87 \text{ кг}$$

$$Q_{s,inc} = R_{sw} \cdot A_{s,inc} = 0 \text{ кг}$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной трещине.

### 12.1.3. Определение усилий в ригеле Р 1–5 загрузении с учетом проходов.

Для проведения расчета принимаем следующее условие:

- 1) Максимальная нормативная нагрузка на колесо погрузчика (из расчета ребра плиты) не должна превышать  $N_{max} = 1,6\text{т}$
- 2) В направлении цифровых осей в средней части пролета ригеля предусмотрен проход шириной не менее 0,6м (отсутствует загрузка сырьем).



Рис. 12.2.8. Загружение 1 – нормативная нагрузка от собственного веса.



Рис. 12.2.9. Загружение 2 – расчетная нагрузка от веса плит П1–7.



Рис. 12.2.10. Загружение 3 – расчетная нагрузка от веса ж/б пола ( $h=0,06\text{м}$ ).



Рис. 12.2.11. Загружение 4 – временная расчетная нагрузка (сырье  $q=1,524\text{т/м}^2$ ).



Рис. 12.2.12. Эпюра моментов в ригеле от комбинации загрузений ( $\text{т}^*\text{м}$ ).

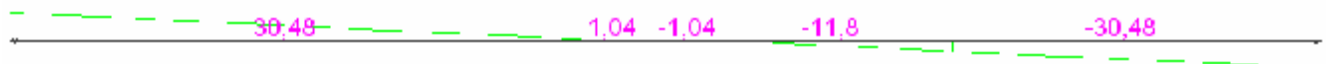


Рис. 12.2.13. Эпюра поперечных усилий в ригеле от комбинации загрузений ( $\text{т}^*\text{м}$ ).

**Балка удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции».**



### 11.3. Поверочный расчет плиты перекрытия П 1–7

Нагрузка на ребро плиты П1-7		
соб. вес	0,37	т/м.пог
ж/б пол	0,19	т/м.пог
врем. нагрузка	1,83	т/м.пог
Итого	2,38	т/м.пог
Доп. нагрузка по серии	2,95	т/м.пог

Нагрузка на полку плиты П1-7		
соб. вес	0,14	т/м <sup>2</sup>
ж/б пол	0,16	т/м <sup>2</sup>
врем. нагрузка	1,52	т/м <sup>2</sup>
Итого	1,83	т/м <sup>2</sup>
Доп. по серии	2,08	т/м <sup>2</sup>

#### Расчет ребра плиты

Изгибающий момент  $M = 934783$  кг·см

Поперечная сила  $Q = 6680$  кг

Продольная сила  $N = 0$  кг

#### Расчет по прочности сечения, нормального к продольной оси.

Материал: бетон тяжелый

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b = 92,4$  кг/см<sup>2</sup>

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt} = 7,86$  кг/см<sup>2</sup>

Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению  $R_s = 5200,0$  кг/см<sup>2</sup>

Площадь сечения арматуры  $A_s = 7,29$  см<sup>2</sup>

Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{sc} = 4600$  кг/см<sup>2</sup>

Площадь сечения арматуры  $A_s' = 4,22$  см<sup>2</sup>

Начальный модуль упругости бетона  $E_b = 214000$  кг/см<sup>2</sup>

Модуль упругости арматуры  $E_s = 2100000$  кг/см<sup>2</sup>

$b = 17$  см

$h = 35$  см

$b_f' = 137$  см

$h_f' = 6$  см

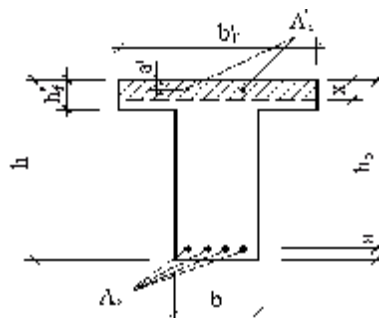
$a = 2,5$  см

$a' = 2,5$  см

$h_0 = 32,5$  см

$\gamma_{b2} = 0,9$

$l = 560$  см



Расчетные сопротивления арматурной стали взяты из каталога, расчетные сопротивления бетона определены испытанием ультразвуковым прибором "БЕТОН- 8УР".

Если соблюдается условие:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s'$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

$$R_s \cdot A_s = 37900,17 \text{ кг} < R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s' = 95375,38 \text{ кг}$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

Высота сжатой зоны:

$$x = (R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_s') / R_b \cdot b = 1,46 \text{ см}$$

$$\xi = x/h_0 = 0,044913 \leq \xi_R = 0,473$$

$$\xi_R = \omega/1 + \sigma_{sR}/(\sigma_{sc,u} \cdot (1 - \omega/1, 1)) = 0,473$$

где,

$$\sigma_{sR} = 9278$$

$$\sigma_{sc,u} = 4078$$

$$\omega = \alpha - 0,0008 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} = 0,783$$

$$\alpha = 0,85$$

Необходимо выполнение условия:

$$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a')$$

$$M = 934783 \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a') = 1169714 \text{ кг*см}$$

Балка удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции».

### Расчет по прочности сечения на опоре.

Расчетное сечение на опоре:

$$\text{Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию } R_b = 92,4 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению } R_{bt} = 7,86 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению } R_s = 5200,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения арматуры } A_s = 7,29 \text{ см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление арматуры сжатию } R_{sc} = 4600,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения арматуры } A_s' = 4,222301 \text{ см}^2$$

$$\text{Расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению } R_{sw} = 4160,0 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Площадь сечения хомутов } A_{sw} = 0,31 \text{ см}^2$$

$$\text{Площадь сечения отогнутых стержней } A_{s,inc} = 0 \text{ см}^2$$

$$\text{Начальный модуль упругости бетона } E_b = 214000 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Модуль упругости арматуры } E_s = 2100000 \text{ кг/см}^2$$

$$b = 17 \text{ см}^2$$

$$h = 35 \text{ см}^2$$

$$b_f' = 137 \text{ см}^2$$

$$h_f' = 6 \text{ см}^2$$

$$a = 2,5$$

$$a' = 2,5$$

$$h_0 = 32,5 \text{ см}^2$$

$$\text{Шаг хомутов } s = 10 \text{ см}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9$$

$$\text{Поперечная сила } Q = 6680 \text{ кг}$$

$$\text{Продольная сила } N = 0 \text{ кг}$$

### Расчет по наклонной полосе.

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} R_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q = 6680 \text{ кг} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} R_b \cdot b \cdot h_0 = 15143,85 \text{ кг}$$

где:

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1,089$$

$$\alpha = E_s / E_b = 9,813$$

$$\mu_w = A_{sw} / (b \cdot s) = 0,002$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 0,9076$$

$$\beta = 0,001$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной полосе.

### Расчет по наклонной трещине.

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}$$

$$Q = 6680 \text{ кг} \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{0s,inc} = 16969,45 \text{ кг}$$

где:

$$Q_b = (\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / c = 8587,05 \text{ кг}$$

$$\varphi_{b2} = 2$$

$$\varphi_f = 0,75 \cdot (b_f' - b) \cdot h_b' / (b \cdot h_0) = 0,977 \geq 0,5$$

Принимаем:  $\varphi_f = 0,5$

$$\varphi_n = 0,1 \cdot N / (R_{bt} \cdot b \cdot h_0) = 0$$

$$c_0 = 2 \cdot h_0 = 65 \text{ см}$$

$$c_0 = ((\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / q_{sw})^{1/2} = 57,29968$$

Принимаем:

$$c_0 = 65 \text{ см}$$

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 128,96$$

$$Q_{sw} = q_{sws} \cdot c_0 = 8382,4 \text{ кг}$$

$$Q_{s,inc} = R_{sw} \cdot A_{s,inc} = 0 \text{ кг}$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной трещине.

### Расчет полки плиты

Изгибающий момент  $M = 11785 \text{ кг} \cdot \text{см}$

Поперечная сила  $Q = 6680 \text{ кг}$

Продольная сила  $N = 0 \text{ кг}$

### Расчет по прочности сечения, нормального к продольной оси.

Материал: бетон тяжелый

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b = 92,4 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt} = 7,86 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению  $R_s = 2300,0 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s = 1,37 \text{ см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{sc} = 2300 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s' = 1,37 \text{ см}^2$

Начальный модуль упругости бетона  $E_b = 214000 \text{ кг/см}^2$

Модуль упругости арматуры  $E_s = 2100000 \text{ кг/см}^2$

$b = 100 \text{ см}$

$h = 6 \text{ см}$

$b_f' = 100 \text{ см}$

$h_f' = 6 \text{ см}$

$a = 1 \text{ см}$

$a' = 1 \text{ см}$

$h_0 = 5 \text{ см}$

$\gamma_{b2} = 0,9$

$l = 110 \text{ см}$

Расчетные сопротивления арматурной стали взяты из каталога, расчетные сопротивления бетона определены испытанием ультразвуковым прибором "БЕТОН- 8УР".

Если соблюдается условие:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s'$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

$$R_s \cdot A_s = 3161,228 \text{ кг} < R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s' = 58601,23 \text{ кг}$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

Высота сжатой зоны:

$$x = (R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_s') / R_b \cdot b = 0,00 \text{ см}$$

$$\xi = x/h_0 = 0 \leq \xi_R = 0,674$$

$$\xi_R = \omega / (1 + \sigma_{sR} / (\sigma_{sc,u} \cdot (1 - \omega / 1,1))) = 0,674$$

где,

$$\sigma_{sR} = 2300$$

$$\sigma_{sc,u} = 4078$$

$$\omega = \alpha - 0,0008 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} = 0,783$$

$$\alpha = 0,85$$

Необходимо выполнение условия:

$$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a')$$

$$M = 11785 \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a') = 12644,91 \text{ кг*см}$$

Балка удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции».

### Расчет по прочности сечения на опоре.

Расчетное сечение на опоре:

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b = 92,4 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt} = 7,86 \text{ кг/см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению  $R_s = 2300,0 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s = 1,37 \text{ см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{sc} = 2300,0 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s' = 1,374447 \text{ см}^2$

Расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению  $R_{sw} = 1840,0 \text{ кг/см}^2$

Площадь сечения хомутов  $A_{sw} = 0,57 \text{ см}^2$

Площадь сечения отогнутых стержней  $A_{s,inc} = 1,37 \text{ см}^2$

Начальный модуль упругости бетона  $E_b = 214000 \text{ кг/см}^2$

Модуль упругости арматуры  $E_s = 2100000 \text{ кг/см}^2$

$$b = 100 \text{ см}^2$$

$$h = 6 \text{ см}^2$$

$$b_f' = 100 \text{ см}^2$$

$$h_f' = 6 \text{ см}^2$$

$$a = 1$$

$$a' = 1$$

$$h_0 = 5 \text{ см}^2$$

Шаг хомутов  $s = 10 \text{ см}$

$$\gamma_{b2} = 0,9$$

Поперечная сила  $Q = 6680 \text{ кг}$

### Расчет по наклонной полосе.

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0$$

$$Q = 6680 \text{ кг} \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} R_b \cdot b \cdot h_0 = 12931,15 \text{ кг}$$

где:

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1,028$$

$$\alpha = E_s / E_b = 9,813$$

$$\mu_w = A_{sw} / (b \cdot s) = 0,001$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 0,9076$$

$$\beta = 0,001$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной полосе.

### **Расчет по наклонной трещине.**

Необходимо выполнение условия:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}$$

$$Q = 6680 \text{ кг} \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{0s,inc} = 7211,435 \text{ кг}$$

где:

$$Q_b = (\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / c = 2030,218 \text{ кг}$$

$$\varphi_{b2} = 2$$

$$\varphi_f = 0,75 \cdot (b_f' - b) \cdot h_b' / (b \cdot h_0) = 0,000 \leq 0,5$$

Принимаем:  $\varphi_f = 0$

$$\varphi_n = 0,1 \cdot N / (R_{bt} \cdot b \cdot h_0) = 0$$

$$c_0 = 2 \cdot h_0 = 10 \text{ см}$$

$$c_0 = ((\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2) / q_{sw})^{1/2} = 19,35753$$

Принимаем:

$$c_0 = 19,35753 \text{ см}$$

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 104,88$$

$$Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 2030,218 \text{ кг}$$

$$Q_{s,inc} = R_{sw} \cdot A_{s,inc} = 3151 \text{ кг}$$

Сечение удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» на действие поперечной силы по наклонной трещине.

## 11.4. Поверочный расчет плиты перекрытия П 1–7 на действие погрузчика г/п 2,5т.



Рис. 12.4.1. Загружение 1 – расчетная нагрузка от собственного веса плиты.



Рис. 12.4.2. Загружение 2 – расчетная нагрузка от веса ж/б пола (h=0,06м).



Рис. 12.4.3. Загружение 3 – временная расчетная нагрузка (погрузчик г/п 2,5т и сырье 1,524т/м<sup>2</sup>).

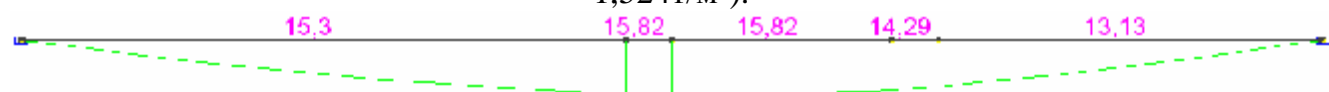


Рис. 12.4.4. Эпюра моментов в ребре плиты от комбинации загружений (т\*м).

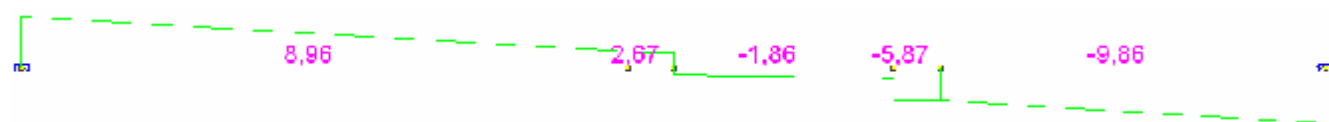


Рис. 12.4.5. Эпюра поперечных усилий в ребре плиты от комбинации загружений (т\*м).

### Расчет ребра плиты

Изгибающий момент  $M=15,82 \text{ т}\cdot\text{м} = 1582440 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Поперечная сила  $Q= 8,96\text{т}$

Допустимый изгибающий момент в ребре плиты  $M=11,7 \text{ т}\cdot\text{м} = 1169714 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Допустимое поперечное усилие в ребре плиты  $Q=15,1 \text{ т}$

**Ребро плиты не удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции» на действие погрузчика грузоподъемностью 2,5 т.**



Рис. 12.4.5. Эпюра моментов в ребре плиты от комбинации загружений без учета погрузчика (т\*м).

Допустимый момент в ребре плиты от давления колес погрузчика равен:

$$M_{\text{доп}}=11,7 - 6,805 = 4,892\text{т}\cdot\text{м}$$

Максимальная расчетная нагрузка на колесо погрузчика не должна превышать

$$P_{\text{доп}}=4,892/(5,66/4+3,79*1,67/5,66)=1,93\text{т}$$

**Максимальная нормативная нагрузка на колесо погрузчика (из расчета ребра плиты) не должна превышать**

$$N_{\text{max}}=1,6\text{т}$$

## Расчет полки плиты

Изгибающий момент  $M=0,268 \text{ т}\cdot\text{м} = 26833 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Поперечная сила  $Q= 1,128 \text{ т}$

Допустимый изгибающий момент в полке плиты  $M=0,186 \text{ т}\cdot\text{м} = 18600 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Допустимое поперечное усилие в ребре плиты  $Q=7,2 \text{ т}$

**Проверка несущей способности ж/б пола  $h=6\text{см}$ , армирование верхней надпорной и нижней арматурой АП  $\varnothing 8\text{мм}$  – сетка с шагом  $150 \text{ мм}$ .**

В полке плиты действуют следующие усилия:

Изгибающий момент  $M= 26833 \text{ кг}\cdot\text{см}$

Поперечная сила  $Q= 1128 \text{ кг}$

**Расчет по прочности сечения, нормального к продольной оси.**

Материал: бетон тяжелый

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b= 92,4 \text{ кг}/\text{см}^2$

Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{bt}= 7,86 \text{ кг}/\text{см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры осевому растяжению  $R_s= 2300,0 \text{ кг}/\text{см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s= 3,02 \text{ см}^2$

Расчетное сопротивление арматуры сжатию  $R_{sc}= 2300 \text{ кг}/\text{см}^2$

Площадь сечения арматуры  $A_s'= 0,00 \text{ см}^2$

Начальный модуль упругости бетона  $E_b= 214000 \text{ кг}/\text{см}^2$

Модуль упругости арматуры  $E_s= 2100000 \text{ кг}/\text{см}^2$

$b= 100 \text{ см}$

$h= 6 \text{ см}$

$a= 1 \text{ см}$

$a'= 1 \text{ см}$

$h_0= 5 \text{ см}$

$\gamma_{b2}= 0,9$

$l= 90 \text{ см}$

Если соблюдается условие:

$$R_s \cdot A_s \leq R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s'$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

$$R_s \cdot A_s = 6936,637 \text{ кг} < R_b \cdot b_f' \cdot h_f' + R_{sc} \cdot A_s' = 55440 \text{ кг}$$

- граница сжатой зоны располагается в полке.

Высота сжатой зоны:

$$x = (R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_s') / R_b \cdot b = 0,75 \text{ см}$$

$$\xi = x/h_0 = 0,150144 \leq \xi_R = 0,674$$

$$\xi_R = \omega / (1 + \sigma_{sR} / (\sigma_{sc,u} \cdot (1 - \omega / 1,1))) = 0,674$$

где,

$$\sigma_{sR} = 2300$$

$$\sigma_{sc,u} = 4078$$

$$\omega = \alpha - 0,0008 \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} = 0,783$$

$$\alpha = 0,85$$

Необходимо выполнение условия:

$$M \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a')$$

$$M = 26833 \leq R_b \cdot b_f' \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A_s' \cdot (h_0 - a') = 32079,45 \text{ кг}\cdot\text{см}$$

**Полка плиты удовлетворяет требованиям СНиП 52-01-2003 «Железобетонные конструкции» на действие погрузчика с максимальной нормативной нагрузкой на колесо  $N_{\text{max}}=1,6\text{т}$ .**

## 11.5. Поверочный расчет фундаментов

### 11.5.1. Инженерно–геологические условия площадки

Инженерно-геологические условия обследуемой площадки здания определены согласно заключения об инженерно–геологических условиях, выполненного п/о «СТРОЙИЗЫСКАНИЯ», г. Новомосковск, 1991г.

В пределах изучаемого геологического разреза площадки выделены следующие инженерно-геологические элементы:

- насыпной слой – смесь чернозема, суглинка, битый кирпич, щебень, мощность слоя 0,3÷2,6метра;
- Глина бурая, темно–бурая, полутвердая и тугопластичная мощность слоя 0,9÷2,2 метров;
- Глина темно–бурая, голубовато–серая, тугопластичная и мягкопластичная, мощность слоя 1,1÷2,4 метра;
- Суглинок светло–бурый, полутвердый и тугопластичный мощность слоя 1,7÷4,4 метра;
- Суглинок светло–бурый, полутвердый и тугопластичный мощность слоя до 8 метров;

Горизонт грунтовых вод в пределах площадки на отметке 3,2÷4,6 метра от дневной поверхности.

Характеристики грунтов

№	Наименование грунтов	Удельный вес, кН/м <sup>3</sup>	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, кПа	Модуль деформации, мПа
1	Глина полутвердая и тугопластичная	18,6	19	36	14
2	Глина тугопластичная и мягкопластичная	19,6	17	25	8
3	Суглинок полутвердый и тугопластичный	19	20	40	17
4	Суглинок тугопластичный и мягкопластичный	20,1	18	30	10

Основанием отдельностоящих фундаментов является суглинок тугопластичный и мягкопластичный.



## 11.5.2. Расчет несущей способности сваи

Несущую способность висячей забивной сваи и сваи-оболочки следует определять по формуле:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i),$$

где  $\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый  $\gamma_c=1$ ,

$R = 143,3 \text{ тс/м}^2$ , - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, принимаемое по табл.1 СНиП 2.02.03-85 для пылевато-глинистых с  $IL=0,5$  на глубине 8м,

$A = 0,090 \text{ м}^2$ , - площадь опирания сваи на грунт ,

$a = 0,3 \text{ м}$ ,

$b = 0,3 \text{ м}$ , - размеры поперечного сечения сваи,

$H = 8 \text{ м}$ , - глубина погружения сваи,

$g_{cR} = 1$  - коэффициенты условий работы грунта под нижним концом сваи;

$g_{cf}$  - коэффициенты условий работы грунта на боковой поверхности сваи;

$u = 1,2 \text{ м}$ , - наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м;

$f_i$  - расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, ( $\text{тс/м}^2$ ), принимаемое по табл.2 СНиП 2.02.03-85;

$h_1 = 5,000 \text{ м}$ ,  $f_1 = 4,2 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf1} = 0,5$

$h_2 = 3,000 \text{ м}$ ,  $f_2 = 4,2 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf2} = 0,5$

$h_3 = 3,000 \text{ м}$ ,  $f_3 = 3,35 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf3} = 0,5$

$h_4 = 3,000 \text{ м}$ ,  $f_4 = 4,8 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf4} = 0,5$

$h_5 = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_5 = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf5} = 0,5$

$h_6 = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_6 = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf6} = 0,5$

$h_7 = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_7 = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf7} = 0,5$

$h_8 = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_8 = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf8} = 0,5$

$h_9 = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_9 = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf9} = 0,5$

$h_{10} = 0,000 \text{ м}$ ,  $f_{10} = 1,08 \text{ тс/м}^2$ ,  $g_{cf10} = 0,5$

**$F_d = 47,730 \text{ т}$**

Расчетная нагрузка, передаваемая на одиночную сваю в составе фундамента и вне его, не должна превышать

$$N < F_d / g_k = 47,730 / 1,4 = \mathbf{34,093 \text{ т}}$$

### 11.5.3. Поверочный расчет фундаментов Ф-1

Сбор нагрузок на подошву ростверка.

ригель	2,96	т
плиты П1-7	10,98	т
Ферма ФСУ 6-24-5А	12,08	т
Плиты ПНС12	27,36	т
колонна КП II-23А	3,63	т
ж/б пол	5,70	т
врем. нагрузка	54,86	т
Собств. вес	4,41	
Итого	117,57	т

Фундамент Ф-1 выполнен по свайному кусту из 4х свай  
 $N=4 \times 34,093 \text{ т} = 136,3 \text{ т} > 117,6 \text{ т}$ .

Фундамент удовлетворяет требованиям СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».

### 11.5.4. Поверочный расчет фундаментов Ф-8

Сбор нагрузок на подошву фундамента.

ригель	2,96	т
плиты П1-7	10,98	т
колонна НК 10-1	1,67	т
ж/б пол	5,70	т
врем. нагрузка	54,86	т
Собств. вес	1,52	
Итого	76,17	т

Фундамент Ф-8 выполнен по свайному кусту из 2х свай  
 $N=2 \times 34,093 \text{ т} = 68,2 \text{ т} < 76,2 \text{ т}$ .

Фундамент удовлетворяет требованиям СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».

## 11.5.5. Поверочный расчет фундаментов Ф-3

### Сбор нагрузок на подошву фундамента.

№	Наименование нагрузки	Нормативная	$\gamma_f$	Расчетная
1.	Нагрузка от надземных конструкций $N$ , кг	65100,0		78130,0
2.	Собственный вес фундаментов, кг	4008,0	1,1	4410,0
3.	Вес грунта на обресе фундамента, кг	2932,3	1,15	3372,1
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>72040,3</b>		<b>85912,1</b>
4.	Момент от надземных конструкций $M_y$ , кг*см	828500		
5.	Момент от надземных конструкций $M_z$ , кг*см	0		
	Среднее давление по подошве $p$ , кПа:	225,1		-
	Максимальное краевое давление по подошве в плоскости $XOZ$ $p_{max1}$ , кПа:	322,2		-
	Минимальное краевое давление по подошве в плоскости $XOZ$ $p_{min1}$ , кПа:	128,0		-
	Максимальное краевое давление по подошве в плоскости $XOY$ $p_{max2}$ , кПа:	225,1		-
	Минимальное краевое давление по подошве в плоскости $XOY$ $p_{min2}$ , кПа:	225,1		-
	Максимальное краевое давление в угловой точке $p_{max,y}$ , кПа:	322,2		-
	Минимальное краевое давление в угловой точке $p_{min,y}$ , кПа:	128,0		-

### ВЫЧИСЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА.

Ширина подошвы:

$$b = 1,6 \text{ м}$$

Длина подошвы:

$$l = 2,0 \text{ м}$$

Глубина заложения фундамента от уровня планировки:

$$d_1' = 1,15 \text{ м}$$

Наличие подвала: подвала нет

Толщина слоя грунта выше подошвы фундамента:

$$h_s = 1,05 \text{ м}$$

Толщина конструкции пола:

$$h_{sf} = 0,1 \text{ м}$$

Расчетное значение удельного веса пола подвала:

$$\gamma_{sf} = 22 \text{ кН/м}^3$$

Глубина подвала:

$$d_b = 0 \text{ м}$$

$$d_1 = h_s + h_{sf} \gamma_{sf} / \gamma_{II}' = 1,05 + 0,1 \cdot 22 / 17,1 = 1,18 \text{ м}$$

Конструктивная схема здания: гибкая

Отношение длины сооружения или его отсека к высоте:

$$L/H = 2$$

Удельный вес грунтов, залегающих ниже подошвы:

$$\gamma_{II} = 20,1 \text{ кН/м}^3$$

Удельный вес грунтов, залегающих выше подошвы:

$$\gamma_{II}' = 17,1 \text{ кН/м}^3$$

$$c_{II} = 30 \text{ кПа}$$

$$\varphi_{II} = 18$$

Характеристики грунта получены:  
непосредственными испытаниями

$$k = 1$$

$$\gamma_{c1} = 1,2$$

$$\gamma_{c2} = 1$$

$$M_{\gamma} = 0,43$$

$$M_q = 2,73$$

$$M_c = 5,31$$

$$k_z = 1$$

$$R = ((\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2})/k) \cdot (M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_{II}' + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_{II}' + M_c \cdot c_{II}) = ((1,2 \cdot 1) / 1) \cdot (0,43 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 20,1 + 2,73 \cdot 1,18 \cdot 17,1 + (2,73 - 1) \cdot 0 \cdot 17,1 + 5,31 \cdot 30) = 273,8 \text{ кПа}$$

Расчетное сопротивление грунта  $R = 273,8 \text{ кПа} >$  Среднего давления по подошве  $p = 225,1 \text{ кПа}$

Расчетное сопротивление грунта  $1,2R = 328,5 \text{ кПа} >$  Краевого давления по подошве в плоскости  $XOZ$   $p_{\max 1} = 322,2 \text{ кПа}$

Расчетное сопротивление грунта  $1,2R = 328,5 \text{ кПа} >$  Краевого давления по подошве в плоскости  $XOY$   $p_{\max 2} = 225,1 \text{ кПа}$

Расчетное сопротивление грунта  $1,5R = 410,7 \text{ кПа} >$  Краевого давления по подошве в угловой точке  $p_{\max, y} = 322,2 \text{ кПа}$

**Фундамент удовлетворяет требованиям СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОСНОВАНИЯ

Приведенная ширина подошвы:

$$b' = 1,6 \text{ м}$$

Приведенная длина подошвы:

$$l' = 2 \text{ м}$$

Коэффициенты надежности по грунту:

$$\gamma_{g(\varphi)} = 1,2$$

$$\gamma_f = 0,9$$

Удельный вес грунтов, залегающих ниже подошвы:

$$\gamma_I = 18,1 \text{ кН/м}^3$$

Удельный вес грунтов, залегающих выше подошвы:

$$\gamma_{II}' = 15,4 \text{ кН/м}^3$$

$$c_I = 20,0 \text{ кПа}$$

$$\varphi_I = 16$$

Глубина заложения:

$$d = 1,15 \text{ м}$$

$$N_{\gamma} = 1,35$$

$$N_q = 3,94$$

$$N_c = 10,98$$

$$\xi_{\gamma} = 1 - 0,25/\eta = 0,8$$

$$\xi_q = 1 + 1,5/\eta = 2,2$$

$$\xi_c = 1 + 0,3/\eta = 1,24$$

$$\eta=l/b= 1,25 \geq 1$$

Принимаем:

$$\eta= 1,25$$

$$N_u=b \cdot l \cdot (N_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot b \cdot \gamma_1 + N_q \cdot \xi_q \cdot d \cdot \gamma_1' + N_c \cdot \xi_c \cdot c_1) = 1,6 \cdot 2 \cdot (1,35 \cdot 0,8 \cdot 1,6 \cdot 18,09 + 3,94 \cdot 2,2 \cdot 1,15 \cdot 15,39 + 10,98 \cdot 1,24 \cdot 20) = 1447,4 \text{ кН}$$

Необходимо выполнение условия:

$$N \leq \gamma_c \cdot F_u / \gamma_n$$

Состояние грунта: стабилизированное

$$\gamma_c = 0,9$$

Класс здания: II

$$\gamma_n = 1,15$$

$$\gamma_c \cdot F_u / \gamma_n = 0,9 \cdot 1447,3 / 1,15 = 1132,7 \text{ кН}$$

Нагрузка на фундамент  $N = 859,1 \text{ кН}$

Предельное сопротивление грунта  $N = 1132,7 \text{ кН} >$  Нагрузки на фундамент  $N = 859,1 \text{ кН}$

**Фундамент удовлетворяет требованиям СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений».**

## 12. ЭСКИЗ ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ КОЛОННЫ НК10-1.

Колонны НК10-1 усилить путем устройства металлического каркаса из уголков 63х6 по ГОСТ 8509-93 и поперечных хомутов их стали С245 50х5 мм.

Устройство обойм выполнить с учетом следующих требований:

- уголки обойм смонтировать по граням колонн на цементном растворе и стянуть струбцинами;
- уголки стягивать по периметру в каждом уровне хомута;
- уголки приварить через вкладыши к закладным элементам колонны (три закладных элемента на каждой грани колонны);
- выполнить приварку одной грани каждого хомута из полосовой стали по периметру колонны;
- равномерно прогреть поперечный хомут до температуры 80°C и приварить вторую грань хомута;
- после последовательной приварки хомутов по периметру колонны и снижения температуры, стяжки переместить на следующий уровень хомутов.

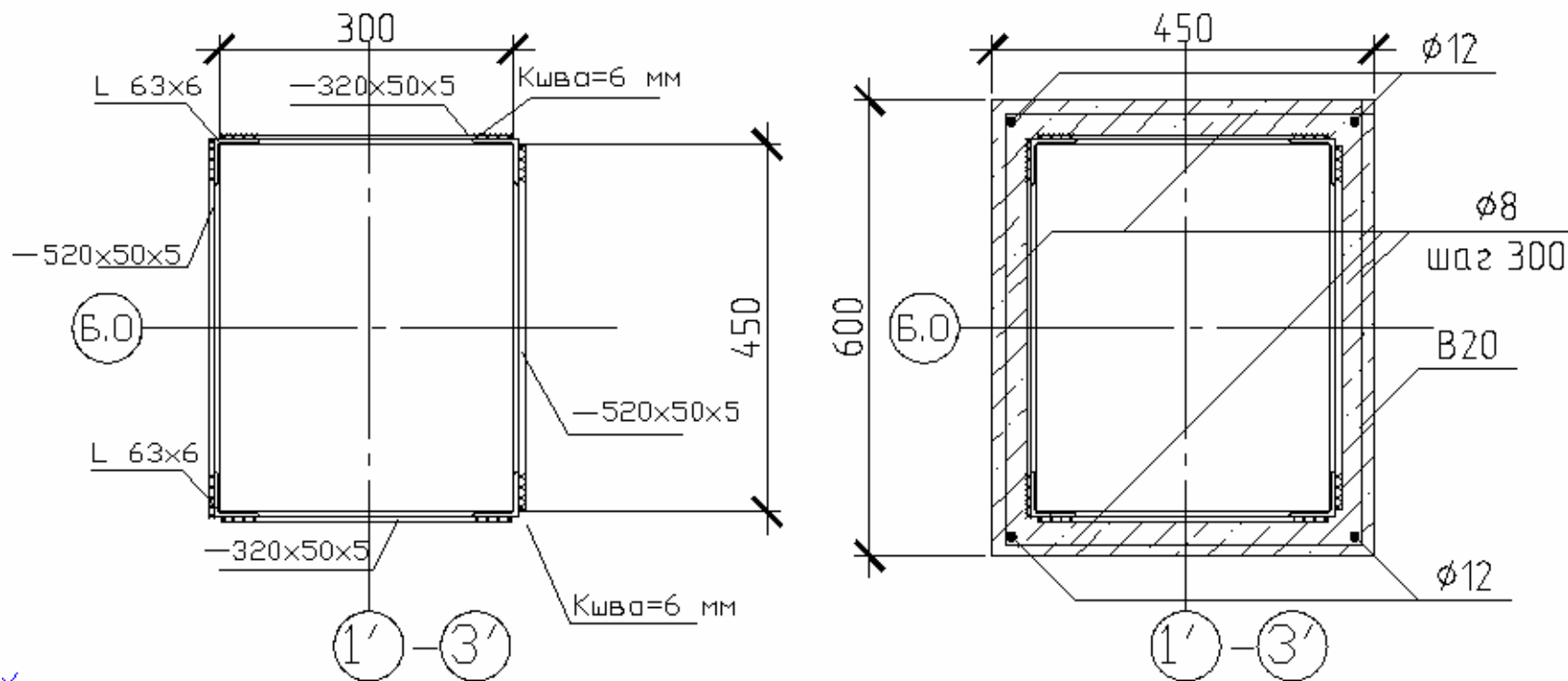


Рис. 12.1. Эскиз варианта усиления колонны ж/б обоймой.

### **13. ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ.**

1. СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции».
2. СНиП II-23-81\* Стальные конструкции.
3. СНиП 3. 03. 01-87. «Несущие и ограждающие конструкции».
4. СНиП 2. 09. 03-85. «Сооружения промышленных предприятий»
5. СНиП 2. 01. 07-85. «Нагрузки и воздействия». С разделом 10 Прогибы и перемещения».
6. СНиП 2. 02. 01-83. «Основания зданий и сооружений». Нормы проектирования.
7. Руководство по обеспечению долговечности железобетонных конструкций предприятий черной металлургии при их реконструкции и восстановлении. – М. : 1982.
8. Пособие к СНиП II-23-81\* «Пособие по проектированию усиления стальных конструкций».
9. Пособие П1-98 к СНиП 2. 03. 01-84 «Усиление железобетонных конструкций», Минск 2000г.
10. СТ СЭВ 4419-83 Защита от коррозии в строительстве. Конструкции строительные. Термины и определения