

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра техники, технологии и строительстве

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ К.М. Виноградов
« 20 » _____ июня _____ 2021 г.

Строительство горнолыжной базы с использованием
витражного остекления фасада

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.139 ПЗ ВКР

Руководитель, ст. преподаватель
_____ А.В. Рябинин
« 19 » _____ июня _____ 2021 г.

Автор
студент группы ДО-505
_____ М.В. Хилажев
« 19 » _____ июня _____ 2021 г.

Нормоконтролер, старший
преподаватель
_____ О.С. Микерина
« 19 » _____ июня _____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Хилажев М.В. Строительство горнолыжной базы с использованием витражного остекления фасада – Челябинск: ЮУрГУ, ТТС, 2021, 84 с., 22 ил., 7 табл., 8 листов чертежей ф. А1, библиогр. список – 17 наим.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование здания горнолыжной базы с использованием витражного остекления фасада в городе Хвалынске.

В ходе подготовки проекта были разработаны объемно-планировочное и конструктивное решения. Выполнен расчет преднапряженной железобетонной плиты перекрытия и ригеля.

Разработан проект производства монтажных работ, технологические карты на основные виды работ. На основе калькуляции трудовых затрат и затрат машинного времени составлен календарный план строительства объекта.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы организации строительной площадки, экологичности и безопасности объекта, требования техники безопасности при складировании материалов и конструкций на строительной площадке, а также произведен расчет опасной зоны работы крана. В экономической части выпускной квалификационной работы выполнен анализ сметной стоимости строительства объекта

Графическая часть представлена на 8 листах и отражает основные архитектурно-строительные, планировочные и технологические аспекты данного проекта. На первом листе представлен генеральный план с привязкой к местности, на втором листе фасад, на третьем и четвертом листе планы 1 и 2 этажа, экспликация помещений, план кровли, на пятом – схема расположения фундамента и плит, на шестом листе – стройгенплан, седьмой лист отражает технологические карты разработки котлована, монтажа железобетонных колонн и ведения кровельных работ, на восьмом листе представлен календарный график и график распределения трудовых ресурсов при выполнении строительно-монтажных работ .

					08.03.01.2021.139 ПЗ ВКР			
Изм	Дата	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Хилажев М.В.			Строительство горнолыжной базы с использованием витражного остекления фасада	Литера	Лист	Листов
Проверил		Рябинин А.В.				ВКР	5	84
Н.контр.		Микерина О.С			ЮУрГУ Каф. ТТС			
Утв.		Виноградов К.М						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	10
1.1 Исходные данные	10
1.2 Климатические характеристики района	10
1.3 Генплан.....	11
1.4 Благоустройство территории	11
1.5 Объемно-планировочное решение	11
1.6 Строительные конструкции и изделия.....	11
1.7 Наружная отделка	15
1.8 Внутренняя отделка	15
1.9 Инженерное оборудование.....	16
1.9.1 Тепловые сети	16
1.9.2 Отопление, вентиляция и кондиционирование	16
1.9.3 Канализация.....	16
1.9.4 Телефонизация	16
1.9.5 Электроснабжение	17
1.10 Технологическое обеспечение здания	17
1.11 Противопожарные мероприятия.....	17
1.12 Мероприятия по охране окружающей среды	18
1.13 Техническая эксплуатация	18
1.14 Техничко-экономические показатели	18
1.15 Теплотехнический расчет.....	19
1.16 Звукоизоляция здания.....	21
1.17 Медицинский блок	22
1.18 Пищевой блок	22
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ	23
2.1 Расчет многопустотной преднапряженной плиты перекрытия.....	23
2.1.1 Расчет многопустотной плиты по предельным состояниям первой группы	23
2.1.2 Расчет перекрытия с круглыми пустотообразователями по предельным состояниям второй группы.....	26
2.2 Статический расчет многоэтажной рамы, определение усилий в ригелях рамы с учетом перераспределения моментов. Расчет прочности и конструирование ригелей с построением эпюры материалов	32
2.2.1 Определение усилий в ригеле поперечной рамы	32
2.2.2 Перераспределение моментов под влиянием образования пластических шарниров в ригеле.....	33
2.2.3 Опорные моменты ригеля по грани колонны	36
2.2.4 Поперечные силы ригеля	37
2.3 Расчет прочности ригеля по сечениям, нормальным к продольной оси	37
2.3.1 Характеристики прочности бетона и арматуры	37
2.3.2 Определение высоты сечения ригеля	38
2.4 Расчет прочности ригеля по сечениям, наклонным к продольной оси	39

2.5	Расчет прочности по наклонному сечению	40
2.6	Конструирование арматуры ригеля.....	41
3	РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	46
3.1	Земляные работы	46
3.2	Разработка котлована.....	47
3.3	Устройство подземной части	48
3.4	Технологическая карта на возведение сборных колонн	48
3.5	Технологическая карта на возведение сборных ригелей и плит перекрытия.	49
3.6	Арматурные работы	52
3.7	Технологическая карта на ведение кровельных работ.....	53
3.8	Заполнение оконных и дверных проемов	53
3.9	Отделочные работы	53
3.10	Кровельные работы.....	54
3.11	Указания по производству работ в зимнее время	55
3.12	Технология бетонирования в зимних условиях	56
3.13	Техника безопасности при производстве работ.....	56
4	ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	59
4.1	Строительный генеральный план	59
4.2.	Размещение монтажного крана.....	59
4.3	Подбор монтажного крана	60
4.4	Прокладка временных дорог.....	63
4.5	Расчёт численности персонала в строительстве	63
4.6	Организация складского хозяйства	63
4.7	Потребность во временных зданиях	65
4.8	Расчет потребности в специализированных транспортных средствах.....	66
4.9	Расчёт потребности в энергоресурсах и воде	68
4.10	Технико-экономические характеристики по стройгенплану.....	70
5	РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	72
5.1	Общие сведения.....	72
5.2	Требования безопасности при работе с краном	73
5.3	Техника безопасности при работе ручным и электрическим инструментом	74
5.4	Противопожарные мероприятия.....	75
5.5	Охрана окружающей среды и утилизация строительных отходов	75
5.6	Защита от шума	76
5.7	Охрана труда и техника безопасности при производстве земляных работ	77
5.8	Охрана труда и техника безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ	78
5.9	Охрана труда и техника безопасности при производстве кровельных работ.	78
6	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	80
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	82

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время возросла заинтересованность населения спортивными сооружениями для активного отдыха, особенно это касается зимних видов спорта, исходя из этого возрастают темпы строительства крытых катков, ледовых арен, горнолыжных баз и дворцов спорта по всей стране. Судя по статистическим данным, приведенным в средствах массовой информации, популярность занятием лыжами, как классическими, так и горными значительно возросла по сравнению с предыдущим годом, а если есть спрос, то должно быть и предложение. Именно этот аспект и является основной целью данного проекта.

В настоящее время к строительству общественных зданий предъявляются более высокие функционально-технические, социальные требования по энергосбережению, пожарной безопасности, эстетичности. Применение новых строительных материалов требует современного подхода к проектированию таких зданий, соблюдения на новом уровне единства прочности, пользы и красоты.

Основными направлениями развития гражданской архитектуры являются: повышение качества строительства; и повышение эстетичности городской среды.

В процессе разработки архитектурно-строительной части проекта проектировщикам необходимо выполнение следующих условий, которые лягут в основу задач на проектирование:

- 1) обеспечение нормального функционального процесса;
- 2) обеспечение условий безопасности и комфортных условий труда;
- 3) выбор оптимальных объемно-планировочных, архитектурных и конструктивных решений здания, обеспечивающих современную архитектуру, индустриализацию строительства и сокращение типоразмеров конструкций и изделий;
- 4) использование новейших технологий, в том числе зарубежных, при выполнении реконструкции, перепрофилировании, модернизации и техническом перевооружении;
- 5) при проектировании должны быть максимально использованы типовые проекты с внесением необходимых поправок в связи с привязкой их к площадке строительства.

При работе над проектом, было изучено выданное задание и техническая литература, проработаны действующие нормы строительного проектирования, для получения ясного представления о проектируемом общественном здании. А также были обследованы аналогичные построенные или строящиеся объекты.

Разработка графической части проекта велась в следующей последовательности: составление эскиза размещения проектируемого здания на участке, с учетом правильной ориентации по сторонам света, выбор конструктивной схемы и основных материалов, выполнение технико-экономического обоснования, выбора одной из конструкций, теплотехнический расчет ограждающих конструкций и уточнение наружных стен, расчет лестниц и санитарных узлов (необходимых при проектировании общественных зданий).

При выборе темы данного проекта были изучены: градостроительная ситуация города Хвалынска, статистика и градостроительная концепция развития города и

области, изучена кадастровая карта Саратовской области и города Хвалынска (для определения участка застройки).

Строительство горнолыжной базы в городе Хвалынске решит следующие задачи: создание комфортных условий для занятий спортом и оздоровления жителей близлежащих городов, а именно проведение учебно-тренировочного процесса и соревнований местного уровня по горным лыжам. Кроме того, в составе будущей горнолыжной базы, предусмотрены: ледовый каток, тренажерный зал, бани, сауны, то есть все то, что сделает максимально комфортабельным отдых людей.

Выбор участка под застройку обусловлен наличием близко расположенных инженерных коммуникаций, красивыми видами, образованием единой композиции с существующей застройкой, создание архитектурного ансамбля.

1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

1.1 Исходные данные

Горнолыжная база предназначена для реализации активного отдыха и спорта. Горнолыжный туризм отличается массой преимуществ и может стать отличным приключением, как для спортсменов, так и для любителей.

Участок под строительство горнолыжной базы находится в г. Хвалынске, Саратовской области.

1.2 Климатические характеристики района

Строительство предусматривается в климатическом районе IIIВ. Климат умеренно-континентальный.

Среднегодовая температура воздуха +3,7 °С.

Годовая сумма осадков около 447 мм.

Наибольшая среднемесячная относительная влажность воздуха наблюдается в зимнее время (в январе – 82 %). Средняя относительная влажность воздуха составляет 42–51 % [2].

Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98 составляет –32 °С, а обеспеченностью 0,92 – (–28) °С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки составляет –29 °С.

Снежный покров устанавливается в конце ноября и сохраняется до 148 дней, его высота до 33 см.

Весенний сезон начинается в конце марта и проходит в более краткий срок – апрель и май.

Осенний сезон охватывает период с сентября по ноябрь. За это время выпадает около 140 мм осадков. Продолжительность безморозного периода 150 дней [2].

Роза ветров построена в соответствии с таблицей 1 и приведена на рисунке 1.

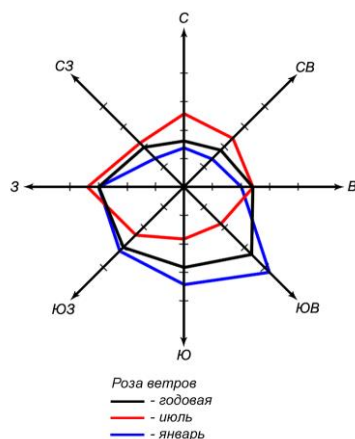


Рисунок 1 – Роза ветров в Хвалынске

Таблица 1 – Повторяемость направлений ветра

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
16,5 %	8,9 %	11,8 %	7,9 %	21,1 %	6,9 %	12,8 %	14 %

1.3 Генплан

Генеральным планом называют масштабную схему размещений на участке зданий, сооружений, транспортных и инженерных сетей с благоустройством территории. Он содержит сведения обо всех аспектах планировочных решений территории, которая отведена под строительство [9].

Под строительство горнолыжной базы отведен участок земли, который не имеет ограничений по площади. Вся территория благоустраивается, для обеспечения нормальных санитарно-гигиенических требований. Используется автостоянка для временной парковки автотранспорта. Пешеходные дорожки выполнены из плиточного покрытия, а покрытия проездов – асфальтобетонное.

1.4 Благоустройство территории

Для начала благоустройства территории, исследуют особенности земельного участка, изучают рельеф и грунт. Далее идет работа с рельефом местности, засыпка ям, зонирование территории и т.д. Прокладывают сети дорог и тропинок, освещение территории, озеленение, устанавливают скамьи, беседки.

1.5 Объемно-планировочное решение

Компоновка помещений, которые подчинены функциональным, техническим, архитектурно-художественным и экономическим требованиям называется объемно-планировочным решением здания [9]. Весь внутренний объем здания разделен на горизонтальные конструкции (межэтажное перекрытие) и вертикальные (стены и перегородки) в отдельных помещениях. Дизайн здания, то есть планировка комнат, удобно поддерживать с использованием сетки центральной оси. Размеры пролетов и ступеней определяются в соответствии с размерами и желаемыми пропорциями помещений и размерами (согласно каталогу) типичных несущих конструкций для полов и покрытий. Затем, учитывая заданную площадь помещений, планируется их размещение. Здание имеет в плане сложную форму. Высота этажа – 3,40 м. В цокольной части здания располагаются помещения бытового обслуживания гостиницы. На 1 этаже располагается вестибюль гостиницы, ресторан, спортивный зал, прокат лыж. На 2 этаже – жилые и обслуживающие, административные помещения, зимний сад.

1.6 Строительные конструкции и изделия

Здание запроектировано в соответствии с СНиП 2.03.01–84 – «Железобетонные конструкции» по каркасной системе, в основе которой лежит несущий рамно-связевый сборный каркас с жесткими узлами сопряжения выполненный из взаимосвязанных горизонтальных и вертикальных железобетонных конструкций ригелей и колонн. Здание капитальное. Общая устойчивость и пространственная жесткость здания обеспечивается наружными и внутренними взаимно пересекающимися несущими стенами и дисками перекрытий.

Фундаменты

Фундаменты – подземная часть здания, служащая для равномерной передачи давления здания на массив грунта, называемый основанием. Таким образом, фундаменты являются несущей конструкцией здания. Они периодически или постоянно подвергаются воздействию влаги, содержащейся в грунте, а также сезонным колебаниям температуры. Учитывая эти условия и то, что от качества фундаментов зависит прочность, устойчивость и долговечность всего здания, фундаменты выполняют из прочных и долговечных материалов, преимущественно из железобетона [3].

В проекте приняты фундаменты – столбчатые железобетонные стаканного типа с фундаментными балками под наружные и внутренние стены и стаканы под колонны. Основанием фундаментов является суглинок полутвердый. Столбчатый фундамент принят по серии 1.011.1-10.1 «Фундаменты столбчатые железобетонные цельные с ненапрягаемой арматурой» [3]. Произведем расчет глубины залегания фундамента [3]. Нормативная глубина промерзания грунта:

$$df_n = d_0 \cdot M_t, \quad (1.1)$$

где df_n – нормальная глубина сезонного промерзания; d_0 – коэффициент по видам грунта, для крупнообломочных грунтов – 0,34; M_t – сумма абсолютных значений (по модулю) среднемесячных отрицательных температур.

$$df_n = 0,34 \sqrt{108,6} = 3,54 \text{ м.}$$

Расчётная глубина промерзания грунта:

$$df = df_n \cdot k_n, \quad (1.2)$$

где k_n – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима подземной части здания, равный 0,4 при температуре помещения более 20 °С.

$$df = 3,54 \cdot 0,4 = 1,416 \text{ м.}$$

Глубина заложения фундамента:

$$d = df + 0,3. \quad (1.3)$$

$$d = 1,416 + 0,3 = 1,716 \text{ м.}$$

Назначаем глубину заложения фундамента по условиям недопущения морозного пучения грунтов основания в соответствии с СНиП 2.02.01.83*:

$$d < d_f + 2. \quad (1.4)$$

$$1,716 < 1,416 + 2$$

$$1,716 < 3,416$$

Следовательно, глубина заложения фундамента должна быть не менее 1,416 м, но с учетом расположения пола подвала на отметке – 3,500 принимаем глубину заложения фундамента – 3,960 м

Колонны

Колонны изготавливаются из железобетона с квадратным сечением в профиле, что обеспечивает наилучшие характеристики конструкции при восприятии несущей нагрузки. Колонны сборные сечением 400×400 мм из тяжелого бетона класса В30, серии 1.020.1–2С. Колонны монтируются с шагом 6–12 м [15].

Ригель

Ригельные балки каркаса здания железобетонные сборно-монолитные предварительно напряжённые – сборная часть сечением 400×400 из тяжелого бетона класса В30 при тепловой обработке, монолитная – из тяжелого бетона класса В20 при естественном твердении. Верхние зоны ригелей предусмотрены оголёнными с выступающими замкнутыми хомутами. Стыки ригеля и колонны после замоноличивания являются жёсткими, замоноличивание производится тяжёлым бетоном класса В30 при естественном твердении. Пространственная жёсткость каркаса обеспечивается жёсткими узлами сопряжения ригелей и колонн каркаса и 2-мя диафрагмами жесткости [15].

Наружные стены

Наружные стены горнолыжной базы выполнены из бетонных блоков. Блоки легкодоступны, имеют невысокую цену, устойчивы к огню, воде и перепадам температур и экономны на кладочных растворах.

Перекрытие

В качестве перекрытий в данной выпускной квалификационной работе приняты горизонтальные конструкции из железобетона, а именно сборные железобетонные многопустотные преднапряженные плиты серии 1.141-1 в. 60, 63 различной длины и ширины с тщательным замоноличиванием стыков, устройством монолитных заделок и участков, что обеспечивает жесткость дисков перекрытий [15].

Традиционное применение железобетонных перекрытий способствует наилучшим устойчивым положениям несущих конструкций, стабильности работы при распределении нагрузки.

Перегородки

Внутренние стены из керамического полнотелого кирпича КОРПо 1НФ/100/2,0/35 ГОСТ 530-2007 на цементном растворе М75. Перегородки из керамического полнотелого кирпича КОРПо 1НФ/100/2,0/35 ГОСТ 530-2007 на растворе М50 и из блоков ячеистого бетона $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$, толщиной 120 мм [15].

Полы

Полы помещений должны быть гладкими, нескользкими, плотно пригнанными, без щелей и дефектов, предусматривающими влажную уборку с применением моющих и дезинфицирующих средств.

Полы в помещениях, размещаемых на первом этаже, следует делать утепленными и (или) отапливаемыми, с регулируемым температурным режимом на поверхности пола. В основных помещениях в качестве материалов для пола используют дерево (дощатые полы, которые покрывают масляной краской, или паркетные). Допускается покрытие полов синтетическими полимерными материалами, безвредными для здоровья людей и допускающими обработку влажным способом и дезинфекцию. Принимаем коммерческий линолеум марки «Таргет», который выстилается на всю площадь помещения с заводом свободных концов под пластиковый плинтус со встроенным кабель-каналом.

Полы из линолеума эластичны, бесшумны при ходьбе, малотеплопроводны, хорошо сопротивляются истиранию, прочны, красивы, имеют мало швов, их легко мыть и очищать от пыли и грязи. Рассмотренные выше конструкции полов непригодны для санитарных узлов, душевых, прачечных и целого ряда производственных помещений, где требуются водостойкие, водонепроницаемые или огнестойкие полы. Их делают из цементного раствора и бетона, керамических плиток и некоторых других материалов. В помещениях душевых и прачечных, моечных и заготовочном цеху пищеблока полы оборудуют сливными трапами с соответствующими уклонами полов к отверстиям трапов [17]. Полы в помещениях пищеблока, прачечной, гладильной, подсобных помещениях, туалетной выстилают керамической или мозаичной шлифованной метлахской плиткой или аналогичными материалами, безвредными для здоровья людей. Керамические полы – эти полы устраивают из плиток разных цветов: желтого, красного, белого и др. Плитки имеют различные размеры и геометрические формы: квадратные, шестигранные и др. Плитки укладывают по бетонному или железобетонному основанию на цементном растворе. В мокрых помещениях между цементным раствором и основанием укладывают гидроизоляционный слой из пергамина на битумной мастике. В местах примыкания полов к стенам укладывают специальные керамические плинтусы. Керамические полы из мелких плиток устраивают в виде ковровой мозаики. Полы из керамических плиток отличаются большой прочностью, водостойкостью, кислотоупорностью и красивым внешним видом. Благодаря этим качествам керамические полы широко распространены в гражданском строительстве.

Окна

Окна предназначены для освещения, солнечного излучения и вентиляции помещений. При нормальном освещении жилых помещений площадь окна находится в диапазоне 1:8–1:5,5 [1].

Форма и расположение окон зависит от архитектурного дизайна здания. Кроме того, окна подвергаются тепловым, акустическим и экологическим требованиям, а также просты в эксплуатации.

Элементы, которые заполняют отверстие, оставленное в стене, а иногда и в крыше, называются заполнением светового проема. Количество элементов наполнения светового затвора в составной форме называется оконным блоком.

Заполняющие элементы оконного проема могут быть выполнены из различных материалов: дерево, металл (из стальных и алюминиевых профилей), дерево-алюминий, пластик (с армированием и без, из различных синтетических материалов). Каждый материал имеет свои прикладные характеристики, имеет положительные свойства и недостатки.

Остекление окон выполнено из цельного многокамерного стеклопакета с легкой светоотражающей тонировкой со светопропусканием менее 80 %. Проектом предусмотрено применение блоков оконных из поливинилхлоридных профилей с тройным остеклением по ГОСТ 30674-99 [1].

Витражи

Для витражного остекления используют многокамерные стеклопакеты с закаленным стеклом прессованные на полимерной сетке.

Двери

Двери из поливинилхлоридного материала на металлическом каркасе с глухим заполнением «сэндвич» панелью со вспененным поливинилхлоридным наполнителем.

1.7 Наружная отделка

На фасаде здания используется витражное остекление, оно придает зданиям современный внешний вид и эстетичность. Такое панорамное остекление здания монтируется изнутри и закрепляется штапиком, исходя из этого, установка стеклянных стен происходит в любую погоду. Витражное остекление по сравнению с пластиковыми окнами легче, надежно, просто в использовании. Остальная наружная отделка фасадов производится вентилируемым фасадом Краспан, который способен противостоять негативным воздействиям окружающей среды. Такой фасад имеет высокую огнестойкость и экологичность, быстроту монтажа.

1.8 Внутренняя отделка

Жилые номера: полы – ковролин; стены – обои; потолок – декоративные окрашивание.

Коридоры, вестибюли, помещения для временного пребывания посетителей (ресторан, спортивный зал и др.), кабинеты: полы – керамическая плитка, ковролин, дощатые; стены – обои, декоративные плиты, зеркала; потолок – декоративные плиты, окрашивание.

Помещения обслуживающего персонала и хозяйственные помещения: полы – линолеум; стены – окрашивание, обои; потолок – декоративная окраска водостойкой эмалью.

Санузлы: полы – керамическая плитка; стены – цветная глазурованная плитка; потолок – декоративная окраска водостойкой эмалью.

1.9 Инженерное оборудование

1.9.1 Тепловые сети

Тепловой сетью называется совокупность трубопроводов и устройств, которые обеспечивают транспортировку теплоносителя от источника теплоснабжения к потребителям. Конструктивно тепловая сеть включает в себя трубы с теплоизоляцией и компенсаторами, устройства для прокладки и крепления труб, а также запорную или регулируемую арматуру [7].

В проекте принята теплоэлектроцентраль, как источник теплоснабжения.

Водоснабжением называется процесс подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды [7]. Выбор системы горячего водоснабжения для здания (централизованного или местного) должен быть сделан в зависимости от санитарно-гигиенических требований, требований технологии производства, экономической целесообразности, а также с учетом принятой схемы горячего водоснабжения на открытом воздухе. Система горячего водоснабжения в проекте принята централизованная.

1.9.2 Отопление, вентиляция и кондиционирование

Вентиляцией называется обмен воздуха в помещениях для удаления избытков теплоты, влаги и других веществ, для того, чтобы обеспечить допустимый микроклимат воздуха. Средняя обеспеченность при круглосуточной работе – 400 ч/год.

В здании обусловлено оптимальное качество воздуха, т.е. при длительном воздействии на человека обеспечивается оптимальное состояние организма человека, а также предусмотрены технические решения, которые обеспечивают взрыво-, пожаробезопасности систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования.

1.9.3 Канализация

Внутренние сети канализации монтируются из труб пластмассовых по ГОСТ 22689.1–89 [8].

1.9.4 Телефонизация

Здание следует оснастить системой электросвязи, которое будет обеспечивать качественную эксплуатацию и эффективное функционирование, поэтому телефонизация оснащается от городской телефонной компании.

1.9.5 Электроснабжение

Электроснабжение осуществляется от городских подстанций. Напряжение 220 В и 380 В.

1.10 Технологическое обеспечение здания

Здание горнолыжной базы оборудуется холодным водоснабжением из городского водопровода, горячим водоснабжением, городской канализацией, центральным отоплением и электроснабжением из городских электросетей.

1.11 Противопожарные мероприятия

Стены, перегородки, потолки и покрытия не разрешают создавать зазоры, которые могут быть ограничены топливными материалами, за исключением зазоров между стальными или алюминиевыми листами и паровой изоляцией, но эти зазоры заполнены не менее чем на 25 см в длину негорючим или негорючим материалом. Противопожарные барьеры включают противопожарные стены, перегородки, полы, зоны, замки, двери, окна, люки и замки. Противопожарные стены, перегородки, замки должны быть выполнены из негорючих материалов [6].

Противопожарные стены и зоны не могут пересекать воздухопроводы, шахты и трубопроводы для транспортировки легковоспламеняющихся газов и порошко-воздушных смесей, жидкостей, веществ и материалов. На пересечении противопожарных стен и зон трубопроводов (кроме водопровода, канализации, отопления) с веществами, не перечисленными выше, должны быть предусмотрены автоматические устройства для предотвращения распространения продуктов сгорания из воздухопроводов и трубопроводов во время пожара.

Огнестойкие потолки должны прилипать к внешним стенам, изготовленным из негорючих материалов, без разрывов. В зданиях с наружными стенами, которые могут распространять огонь, или с остеклением, расположенным на уровне потолка, эти потолки должны проходить через эти стены и остекление.

Чтобы исключить или снизить опасность распространения пожара на соседние объекты, между зданиями и сооружениями предусматриваются безопасные расстояния, которые называются противопожарными разрывами. Их размеры зависят от степени огнестойкости зданий и категорий пожарной опасности.

Для эвакуации людей в случае пожаров в зданиях должны быть предусмотрены пути эвакуации: от комнат первого этажа до наружной части или через коридор, вестибюль и лестницу; от помещений любого другого этажа до коридоров, ведущих к выходу напрямую или через вестибюль; из комнат в соседнюю комнату на этом этаже, с выходами на улицу напрямую или через коридор [6].

Одним из мероприятий по пожарной безопасности является устройство пожарной связи и сигнализации. Для экстренного сообщения в пожарную часть о пожаре или возможности его возникновения можно воспользоваться телефоном, коротковолновой радиостанцией, электрической пожарной сигнализацией.

1.12 Мероприятия по охране окружающей среды

Управление природопользованием и охрана окружающей среды представляют собой комплекс мер и мер, направленных на снижение и устранение негативного воздействия деятельности человека на окружающую среду [9].

В проекте используются топливо, материалы и сырье, которые позволяют сократить выброс вредных веществ, а также новое оборудование, разработка систем очистки и нейтрализации выхлопных газов направлены на защиту атмосферного воздуха.

Для охраны и восстановления окружающей среды проводятся мероприятия инженерно-мелиоративные и функциональное зонирование территории.

1.13 Техническая эксплуатация

Техническое эксплуатация зданий – это комплекс мер, обеспечивающих бесперебойную работу всех элементов и систем здания в течение как минимум стандартного срока службы и функционирования здания по прямому назначению.

Эксплуатация здания – непосредственное использование здания в соответствии с его назначением, выполнение конкретных функций. Использование здания по прямому назначению, его частичная адаптация к другим целям снижает эффективность здания, поскольку использование здания по назначению является основной частью его эксплуатации. Функционирование здания охватывает период от завершения строительства до начала эксплуатации, период ремонта.

Техническое обслуживание зданий включает в себя техническое обслуживание, ремонт системы, санитарное обслуживание. Система технического обслуживания здания включает в себя предоставление нормативных режимов и параметров, наладку инженерного оборудования, технический осмотр несущих и уплотнительных конструкций здания.

Техническое обслуживание здания включает работы по мониторингу технического состояния, поддержанию хорошего состояния, установке технического оборудования, подготовке к сезонной эксплуатации здания в целом, а также его элементов и систем. Мониторинг технического состояния зданий осуществляется путем проведения плановых и внеплановых систематических проверок с использованием современных средств технического диагностирования.

Периодичность плановых проверок строительных элементов регламентируется правилами. Во время частичной проверки необходимо выявить неисправности, которые можно устранить в течение времени, отведенного для проверки. Выявленные неисправности, которые мешают нормальной работе, устраняют в срок, указанный в строительном кодексе.

1.14 Техничко-экономические показатели

1. Количество этажей – 2.
2. Площадь застройки – 786,2 м².
3. Строительный объем – 10 183 м³.

1.15 Теплотехнический расчет

Район строительства: город Хвалынский. Строительство предусматривается в климатическом районе ШВ. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха $+3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью 0,98 составляет $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$, а обеспеченностью 0,92 – $(-28)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки составляет $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Величина сопротивления теплопередаче для пенополистерола с плотностью 20 кг/м^3 и коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,033\text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$ определена в соответствии с главой СНиП II–9–79 «Строительная теплотехника» [12].

За расчетную температуру наружного воздуха следует принимать среднюю температуру наиболее холодной пятидневки (табл.1, графа 18, СНиП II–6–72).

Для изготовления конструкции применяют бетонные блоки – как основной несущий элемент, слой пенополистирола – теплоизолирующий элемент, а также сталь, оцинкованную толщиной $0,5\text{ мм}$ с пластмассовым покрытием – как элемент вентилируемого фасада. Конструкция наружной стены показана на рисунке 2.

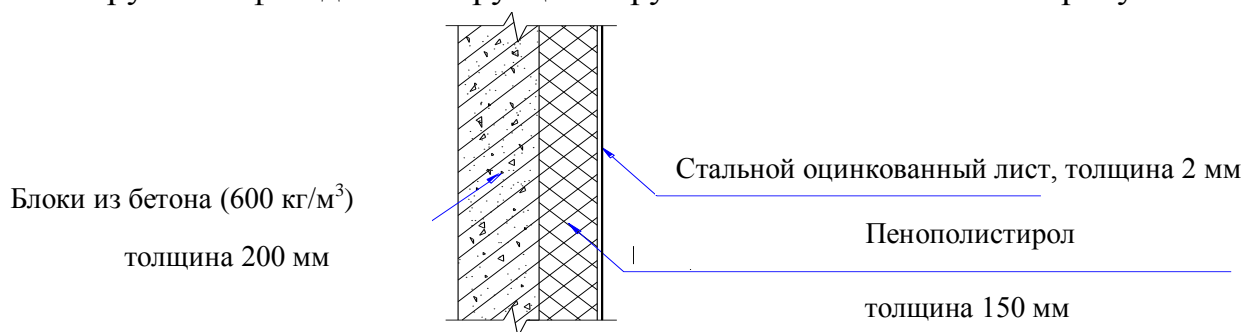


Рисунок 2 – Конструкция наружной стены

Термическое сопротивление каждого слоя:

$$R = \delta / \lambda, \quad (1.5)$$

где δ – толщина слоя (м); λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, принимается по СНиП II–3–79 «Строительная теплотехника».

Термическое сопротивление слоя оцинкованного металла:

$$R_M = 0,0005/58=0,0000086\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}.$$

Термическое сопротивление слоя пенополистерола:

$$R_{\Pi} = 0,399/0,033 = 12,1\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}.$$

Сумма термических сопротивлений отдельных слоев:

$$R_K = R_M + R_{\Pi} + R_M = 2\cdot 0,0000086 + 12,1 = 12,1\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}. \quad (1.6)$$

Сопротивление теплоотдачи наружной поверхности:

$$R_B = 1 / \alpha_B, \quad (1.7)$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции ($\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$).

$$R_B = 1/23 = 0,0435\text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}.$$

Сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций:

$$R_n = 1/\alpha_n, \quad (1.8)$$

где α_n – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности.

$$R_n = 1/8,7 = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

Сопротивление теплопередачи:

$$R_0 = R_k + R_b + R_n = 12,1 + 0,0435 + 0,115 = 12,26 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}. \quad (1.9)$$

Сопротивление теплопередачи наружного ограждения должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередачи:

$$R_0 \geq R_{0\text{тр.}}, \quad (1.10)$$

которое определяется с учетом санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к помещениям зданий.

Минимальное допустимое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций:

$$R_0^{mp} = \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t^n \alpha_e}, \quad (1.11)$$

где n – коэффициент принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху по табл. 3*, СНиП II–3–79 «Строительная теплотехника» [12]; t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая согласно ГОСТ 12.1.005–88 и нормами проектирования соответствующих зданий и сооружений; t_n – расчетная температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СНиП 2.01.01–82 [2]; Δt^n – нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по табл. 2*; α_e – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по табл. 4 [12].

$$R_{0\text{тр.}} = 1(49-0)/2 \cdot 8,7 = 2,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}.$$

$$R_0 = 12,26, R_{0\text{тр.}} = 2,82 \text{ – условие удовлетворяется.}$$

Проверка ограждающих конструкций на сопротивление теплопередаче:

1. Из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_{req} = 1,175 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} < R_0 = 2,82 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Конструктивное решение наружных стен обеспечивает выполнение санитарно-гигиенических требований для жилых зданий.

2. Из условий энергосбережения:

$$R_{req} = 2,79 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} < R_0 = 2,82 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

Температурные свойства наружных стен обеспечивают требования энергосбережения тепловой энергии.

В результате расчета принимаем оптимальную толщину наружной стены, равной 352 мм – как сумму толщины всех слоев, представленных на рисунке 2.

1.16 Звукоизоляция здания

Шумы, возникающие внутри здания (внутренние шумы), и шумы, проникающие в здание с улицы (наружные шумы), оказывают вредное воздействие на нервную систему и органы слуха человека, понижают его работоспособность и мешают отдыху. Поэтому один из важнейших вопросов при проектировании и возведении здания – обеспечение необходимой звукоизоляции помещений от внутренних и внешних шумов.

Проблема звукоизоляции в современном строительстве стала особенно актуальной в связи с бурным развитием промышленности, транспорта, радио, телевидения и т. п., а также в связи с широким применением сборных бетонных и железобетонных облегченных конструкций, которые обладают большей звукопроводностью, чем применявшиеся ранее деревянные и массивные каменные конструкции.

Звук – результат колебания вибрирующего тела. Передача звука в зданиях происходит двумя путями [5]:

а) распространением звуковых волн от источника звука по воздуху (воздушный перенос звука) и прониканием их через ограждения, отверстия, щели и неплотности в конструкциях;

б) распространением звуковых волн непосредственно по материалу конструкций (материальный перенос звука или ударный шум).

При проектировании перегородок и стен приходится обеспечивать звукоизоляцию главным образом от воздушного шума, так как удары по стенам и перегородкам могут быть лишь случайным явлением. При проектировании перекрытий надо добиться необходимой звукоизоляции как от ударных шумов (ходьба и удары по перекрытию при перемещении мебели, оборудования и др.), так и от звуков, распространяющихся по воздуху (игра на музыкальных инструментах, разговор, пение, радио) и передающихся через конструкцию вследствие ее колебания.

Различные материалы обладают разной звукоизолирующей способностью от воздушного и ударного шумов.

Тяжелые и плотные материалы (сталь, бетон) хорошо передают ударный шум; пористые и легкие материалы (пеностекло, древесноволокнистые плиты и т. п.), наоборот, имеют малую звукопроводность. Из этого вытекает, что перегородки следовало бы делать из тяжелых материалов, а перекрытия – из сочетания тяжелых и легких. Но устройство тяжелых перегородок экономически невыгодно. Поэтому хорошая звукоизоляция от обоих видов шума достигается применением слоистых конструкций из разнородных материалов с упругими прокладками и с воздушными прослойками, а также устранением щелей и неплотностей в ограждениях.

Звукоизоляция помещений только за счет применения соответствующих конструкций обходится дорого, поэтому хорошей звукоизоляции добиваются и архитектурно-планировочными мероприятиями: удалением здания от улицы; устройством зеленых насаждений вокруг здания; надлежащим размещением санитарно-технического инженерного оборудования и др.

К числу эффективных мер борьбы с шумом, позволяющих уменьшить затраты на звукоизоляцию, относятся устранение шумов в самом источнике их возникновения за счет совершенствования конструкций насосов, вентиляторов и других машин, трамвайных и железнодорожных путей и вагонов, покрытий проезжей части улиц; применения соответствующих технологических процессов в промышленности (сварка металла вместо клепки, замена кузнечных молотов гидравлическими прессами) и т. п.

1.17 Медицинский блок

Помещения медицинского назначения для обслуживания населения размещают на первом этаже здания. Для вновь строящихся объектов спортивного назначения, независимо от его вместимости, следует предусмотреть медицинский блок, который по составу помещений и их площади должен соответствовать санитарным правилам СП 252.1325800.2016. Медицинский кабинет должен иметь самостоятельный вход из коридора.

1.18 Пищевой блок

Объемно-планировочные решения помещений пищеблока должны предусматривать последовательность технологических процессов, исключая встречные потоки сырой и готовой продукции. Основные производственные помещения пищеблока размещают на первом этаже. В состав пищеблока, работающего на сырье, входят: горячий цех, раздаточная, холодный цех, мясной и рыбный цех, цех первичной обработки овощей, моечная кухонной посуды, кладовая сухих продуктов, кладовая для овощей, помещение с холодильным оборудованием для хранения скоропортящихся продуктов, загрузочная, комната персонала, раздевалка, душевая и туалет для персонала, помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления моющих и дезинфицирующих растворов.

Вывод по разделу 1

В данном разделе был произведен анализ климатических характеристик района строительства, рассмотрена планировочная и архитектурно-конструктивная составляющая проекта, произведет теплотехнический анализ наружной стены.

2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

Здание по конструктивной схеме выполнено каркасным. Несущая система в поперечном направлении образована рамой, состоящей из колонн, ригелей и отдельных фундаментов. В продольном направлении поперечные рамы соединены между собой ригелями. На ригели поперечных рам опираются круглопустотные преднапряженные плиты перекрытий.

Пространственная жесткость каркаса обеспечивается жесткостью всех узлов рам в поперечном и продольном направлениях, то есть конструктивная схема каркаса – рамная.

2.1 Расчет многопустотной преднапряженной плиты перекрытия

Нагрузки от перекрытия смотреть в таблице 2.

Таблица 2 – Постоянная нагрузка от перекрытия

Нагрузка	Нормативная нагрузка Н/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка Н/м ²
Постоянная: Собственный вес многопустотного перекрытия с круглыми пустотами	3000	1,1	3300
Слой цементного раствора, $\delta=20$ мм ($\rho=2200$ кг/м ³)	440	1,3	570
Пол керамическая плитка $\delta=13$ мм ($\rho=1800$ кг/м ³)	240	1,1	264
Всего	3680		4134
Временная	5000	1,2	6000
В том числе длительная	3500	1,2	4200
кратковременная	1500	1,2	1800
Полная нагрузка	8680		10134
В том числе			
Постоянная и длительная	7180		
кратковременная	1500		

2.1.1 Расчет многопустотной плиты по предельным состояниям первой группы

а) Расчетный пролет и нагрузки.

При опирании на ригель поверху расчетный пролет:

$$l_0 = l - b/2 = 6 - 0,1 \times 2 = 5,875 \text{ м.} \quad (2.1)$$

Подсчет нагрузок на 1 м² перекрытия приведен в таблице (см. табл. 2).

Расчетная нагрузка на 1 длины при ширине плиты 2200 мм с учетом коэффициента надежности по назначению здания $\gamma_n = 0,95$:

– постоянная $g = 4,1344 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 8,65$ кН/м;

– полная $g+v = 10,134 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 21,2$ кН/м.

Нормативная нагрузка на 1м:

– постоянная $g = 3,68 \cdot 3,3 \cdot 0,95 = 8,65$ кН/м;

– полная $g+v = 8,68 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 18,1$ кН/м.

в том числе постоянная и длительная $7,18 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 15$ кН/м.

б) Усилия от расчетных и нормативных нагрузок.

От расчетной нагрузки:

$$M = (g + v) \cdot l_0^2 / 8 = 21,2 \cdot 5,8875^2 / 8 = 92 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.2)$$

$$Q = (g + v) \cdot l_0 / 2 = 21,2 \cdot 5,875 / 2 = 62 \text{ кН}; \quad (2.3)$$

От нормативной полной нагрузки:

$$M = (g + v)_n \cdot l_0^2 / 8 = 18,1 \cdot 5,875^2 / 8 = 78 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (2.4)$$

$$Q = (g + v)_n \cdot l_0 / 2 = 18,1 \cdot 5,875 / 2 = 52,8 \text{ кН}; \quad (2.5)$$

От нормативной постоянной и длительной нагрузки:

$$M = 15 \cdot 5,8^2 / 8 = 65 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

в) Установление размеров сечения плиты.

Высота сечения многопустотной (12 круглых пустот диаметром 14 см) предварительно напряженной плиты:

$$h = l_0 / 30 = 20 \text{ см}; \quad (2.6)$$

рабочая высота сечения:

$$h_0 = h - a = 20 - 3 = 17 \text{ см}. \quad (2.7)$$

Размеры: толщина верхней и нижней полки $(20-14) \cdot 0,5 = 3$ см, ширина ребер – средних 3,5 см, крайних – 4,75 см. В расчетах по предельным состояниям первой группы расчетная толщина сжатой полки таврового сечения $h_f = 3$ см; отношение $h_f / h = 3 / 20 = 0,15 \geq 0,1$, при этом в расчет вводится вся ширина полки $b_f = 216$ см; расчетная ширина ребра $b = 216 - 12 \cdot 14 = 48$ см.

г) Характеристики прочности бетона и арматуры.

Многопустотная предварительно напряженная плита армируется стержневой арматурой класса А–V с электротермическим натяжением на упоры форм. К трещиностойкости плиты предъявляются требования 3-й категории. Изделие подвергается тепловой обработке при атмосферном давлении. Бетон тяжелый класса В25, соответствующий напрягаемой арматуре. Призменная прочность нормативная $R_{bn} = R_{b,ser} = 18,5$ МПа, расчетная $R_b = 14,5$ МПа; коэффициент условия работы бетона $\gamma_{b2} = 0,9$; нормативное сопротивление при растяжении $R_{btm} = R_{bt,ser} = 1,60$ МПа, расчетное $R_b = 1,05$ МПа; начальный модуль упругости бетона $E_b = 30000$ МПа. Передачная прочность R_{bp} устанавливается так, чтобы при обжатии отношение напря-

жений $\sigma_{bp} / R_p \leq 0,75$. Арматура продольных ребер класса А-V, нормативное сопротивление $R_{sn} = 785 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление $R_s = 680 \text{ МПа}$; модуль упругости $E_s = 190000 \text{ МПа}$. Предварительное напряжение арматуры принимаем равным $\sigma_{sp} = 0,75 \cdot R_{sn} = 0,75 \cdot 785 = 590 \text{ МПа}$.

Проверяем выполнения условия: при электротермическом способе натяжения:

$$\Delta\sigma_{sp} = 30 + 360/l = 30 + 360/6 = 90 \text{ МПа}; \quad (2.9)$$

$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} = 590 + 90 = 680 < R_{sn} = 785 \text{ МПа}$. – условие выполняется.

Вычисляем предельное отклонение предварительного напряжения по формуле:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \cdot \frac{\Delta\sigma_{sp}}{\sigma_{sp}} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}}\right) = 0,5 \cdot \frac{90}{590} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{7}}\right) = 0,1; \quad (2.10)$$

здесь $n_p = 7$ – число напрягаемых стержней плиты.

Коэффициент точности натяжения при благоприятном влиянии предварительного напряжения по формуле:

$$\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9. \quad (2.11)$$

При проверке по образованию трещин в верхней зоне плиты при обжатии принимается: $\gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$.

Предварительное напряжение с учетом точности натяжения:

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot 590 = 531 \text{ МПа}.$$

д) Расчет прочности по сечению, нормальному к продольной оси.

При условии $M = 92 \text{ кН/м}$.

Сечение тавровое с полкой в сжатой зоне. Вычисляем:

$$\alpha_m = \frac{M}{b'_f \cdot h_0^2 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b} = \frac{9200000}{216 \cdot 17^2 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 14,5} = 0,113. \quad (2.12)$$

По таблице находим $\xi = 0,12$.

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,12 \cdot 17 = 2 \text{ см} < 3 \text{ см}; \quad (2.13)$$

нейтральная ось проходит в пределах сжатой полки $\eta = 0,94$.

Вычисляем характеристику сжатой зоны по формуле:

$$\omega = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,75. \quad (2.14)$$

Вычисляем граничную высоту сжатой зоны по формуле:

$$\xi_R = \omega / \left[1 + \frac{\sigma_{sr}}{500} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)\right] = 0,75 / \left[1 + \frac{720}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,75}{1,1}\right)\right] = 0,51; \quad (2.15)$$

здесь σ_{sr} – напряжение в арматуре с условным пределом текучести, в знаменателе формулы принято 500 МПа , поскольку $\gamma_{b2} < 1$.

$$\sigma_{sr} = R_s + 400 - \sigma_{sp} = 680 + 400 - 360 = 720 \text{ МПа}. \quad (2.16)$$

Предварительное напряжение с учетом полных потерь предварительно принято равным:

$$\sigma_{биз} = 0,7 \cdot 510 = 360 \text{ МПа}.$$

Коэффициент условий работы, учитывающий сопротивление напрягаемой арматуры выше условного предела текучести:

$$\gamma_{sb} = \eta - (\eta - 1) \cdot (2 \cdot \xi / \xi_R - 1) = 1,15 - (1,15 - 1) \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,12}{0,51} - 1 \right) = 1,23 > \eta = 0,94, \quad (2.17)$$

где $\eta = 1,15$ – для класса арматуры А–V .

Вычисляем площадь сечения растянутой арматуры:

$$A_s = \frac{M}{\gamma_{sb} \cdot R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{9200000}{1,15 \cdot 680 \cdot (100) \cdot 0,94 \cdot 17} = 7,4 \text{ см}^2 \quad (2.18)$$

принимаем

10 $\varnothing 10$ А–V, с площадью $A_s = 7,85 \text{ см}^2$.

е) Расчет прочности плиты по сечению, наклонному к продольной оси.

При условии $Q = 62 \text{ кН}$.

Вычисляем проекцию расчетного наклонного сечения.

Влияние свесов сжатых полок:

$$\varphi_f = 12 \cdot 0,75 \cdot (3h'_f)h'_f / 48 \cdot 17 = 0,3 < 0,5. \quad (2.19)$$

Влияние усилия обжатия $P = 381,667 \text{ кН}$:

$$\varphi_n = 0,1N / R_{bt}bh = 0,1 \cdot 381,667 / 1,05 \cdot 48 \cdot 17(100) = 0,45 < 0,5. \quad (2.20)$$

Вычисляем:

$$1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,3 + 0,45 = 1,75 > 1,5,$$

принимаем 1,5;

$$B = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_0^2 = 2 \cdot 1,5 \cdot 1,05 \cdot 45 \cdot 17^2 \cdot (100) = 44 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{см} \quad (2.21)$$

В расчетном наклонном сечении $Q_b = Q_{sw} = Q/2$, отсюда

$$c = B / 0,5Q = 44 \cdot 10^5 / 0,5 \cdot 62000 = 142 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 17 = 34 \text{ см}. \quad (2.22)$$

Принимаем $c = 34 \text{ см}$. Тогда $Q_b = B/c = 44 \cdot 10^5 / 34 = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Н} = 130 \text{ кН} > 62 \text{ кН}$, следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется. На приопорных участках длиной $1/4$ устанавливается конструктивно $\varnothing 4$ Вр–I с шагом $s = h/2 = 20/2 = 10 \text{ см}$, в средней части пролета поперечная арматура не применяется.

2.1.2 Расчет перекрытия с круглыми пустотообразователями по предельным состояниям второй группы

На рисунке 3 показан фрагмент перекрытия.

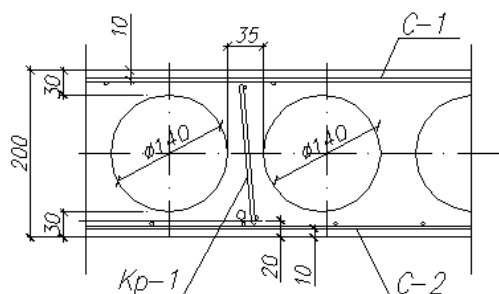


Рисунок 3 – Фрагмент перекрытия

а) Геометрические характеристики приведенного сечения

Круглое очертание пустот заменим эквивалентным квадратным со стороной $h = 0,9d = 0,9 \cdot 14 = 12,6 \text{ см}$.

Толщина полок эквивалентного сечения $h_f' = h_f = (20 - 12,6)0,5 = 3,7 \text{ см}$.

Ширина ребра $216 - 12 \cdot 12,6 = 64 \text{ см}$.

Ширина пустот $216 - 64 = 152 \text{ см}$.

Площадь приведенного сечения $A_{red} = 216 \cdot 20 - 152 \cdot 12,6 = 2200 \text{ см}^2$, (пренебрегаем ввиду малости величиной vA_s).

Расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения:

$$y_0 = 0,5h = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ см}. \quad (2.23)$$

Момент инерции сечения (симметричного)

$$I_{red} = 216 \cdot 20^3 / 12 - 152 \cdot 12,6^3 / 12 = 116000 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления сечения по нижней зоне:

$$W_{red}' = I_{red} / y_0 = 116000 / 10 = 11600 \text{ см}^3, \quad (2.24)$$

то же по верхней зоне $W_{red}' = 11600 \text{ см}^3$.

Расстояние от ядерной точки, наиболее удаленной от растянутой зоны (верхней), до центра тяжести сечения по формуле $r = 0,85 \cdot (11600 / 2200) = 5,3 \text{ см}$; то же, наименее удаленной от растянутой зоны (нижней) $r_{inf} = 5,3 \text{ см}$, здесь

$$\varphi_n = 1,6 - \sigma_b / R_{b,ser} = 1,6 - 0,75 = 0,85. \quad (2.25)$$

Отношение напряжения в бетоне от нормативных нагрузок и усилия обжатия к расчетному сопротивлению бетона для предельных состояний второй группы предварительно принимаем равным 0,75.

Упругопластический момент сопротивления по растянутой зоне, согласно формуле $W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 11600 = 17400 \text{ см}^3$, здесь $\gamma = 1,5$ - для двутаврового сечения при $2 < b_f / b = 216 / 48 = 4,5 < 6$.

Упругопластический момент сопротивления по растянутой зоне в стадии изготовления и обжатия $W_{pl}' = 174000 \text{ см}^3$.

б) Потери предварительного напряжения арматуры.

Расчет потерь производится в соответствии с коэффициентом точности натяжения арматуры при этом $\gamma_p = 1$.

Потери от релаксации напряжений в арматуре при электротермическом способе натяжения:

$$\sigma_1 = 0,03\sigma_{sp} = 0,03 \cdot 590 = 17,8 \text{ МПа}. \quad (2.26)$$

Потери от температурного перепада между натянутой арматурой и упорами $\sigma_2 = 0$; т. к. при пропаривании форма с упорами нагревается вместе с изделием.

Усилие обжатия:

$$P_1 = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_1) = 7,85 \cdot (590 - 17,8) \cdot 100 = 450000 \text{ Н} = 450 \text{ кН}. \quad (2.27)$$

Эксцентриситет этого усилия относительно центра тяжести приведенного сечения:

$$e_{op} = y_0 - a = 10 - 3 = 7 \text{ см} . \quad (2.28)$$

Напряжение в бетоне при обжатии:

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} \cdot y_0}{I_{red}} = \left(\frac{450000}{2200} + \frac{450000 \cdot 10}{11600} \right) \cdot \frac{1}{100} = 6 \text{ МПа} . \quad (2.29)$$

Устанавливаем величину передаточной прочности бетона из условия: $\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75$; $R_{bp} = 6 / 0,75 = 8 < 0,5$, принимаем $R_{bp} = 12,5 \text{ МПа}$, тогда отношение $6 / 12,5 = 0,48$.

Вычисляем сжимающее напряжение в бетоне на уровне центра тяжести напрягаемой арматуры от усилия обжатия P_1 тогда:

$$\sigma_{bp} = \left(\frac{450000}{2200} + \frac{450000 \cdot 7^2}{11600} \right) \cdot \frac{1}{100} = 4 \text{ МПа} . \quad (2.30)$$

Потери от быстропротекающей ползучести при:

$$\begin{aligned} \sigma_{bp} / R_{bp} &= 4 / 12,5 = 0,32 < 0,5; \\ \sigma_6 &= 40 \cdot 0,85 \cdot \sigma_p / R_{bp} = 32 \cdot 0,24 = 11 \text{ МПа} . \end{aligned} \quad (2.31)$$

Первые потери:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_6 = 17,8 + 116 = 28,8 \text{ МПа} . \quad (2.32)$$

С учетом потерь $\sigma_1 + \sigma_6$ напряжение $\sigma_{bp} = 3,85 \text{ МПа}$.

Потери от усадки бетона: $\sigma_8 = 35 \text{ МПа}$.

Потери от ползучести бетона:

$$\sigma_9 = 150 \cdot 0,85 \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,31 = 40 \text{ МПа} . \quad (2.33)$$

Вторые потери:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 40 = 75 \text{ МПа} . \quad (2.34)$$

Полные потери:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 28,8 + 75 = 103,8 \text{ МПа} . \quad (2.35)$$

Усилия обжатия с учетом полных потерь:

$$P_2 = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) \cdot 100 = 7,85 \cdot (590 - 103,8) \cdot 100 = 381667 \text{ Н} = 381,667 \text{ кН} . \quad (2.36)$$

в) Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси.

Производится для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин. При этом для элементов, к трещиностойкости которых предъявляются требования третьей категории, принимаются значения коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$; $M = 78 \text{ кНм}$

Вычисляем момент образования трещин по приближенному способу ядерных моментов по формуле:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = 1,6 \cdot 17400 \cdot (100) + 4000000 = 68218,6 \text{ Н} \cdot \text{см} = 68,2 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.37)$$

где ядерный момент усилия обжатия при $\gamma_{sp} = 0,87$:

$$M_{rp} = \gamma_{sp} \cdot P_2 \cdot (e_{op} + r) = 0,87 \cdot 381667 \cdot (7 + 5,3) = 4084218,6 \text{ Н} \cdot \text{см} . \quad (2.38)$$

$M = 78 \text{ кН} \cdot \text{м} < M_{crc} = 68 \text{ кН} \cdot \text{м}$ – трещины в растянутой зоне не образуются, следовательно, необходим расчет по раскрытию трещин.

Проверяем, образуются ли начальные трещины в верхней зоне плиты при ее обжатии при значении коэффициента точности натяжения $\gamma_{sp} = 1,13$.

Расчетное условие:

$P_1 \cdot (e_{op} - r_{inf}) = 1,13 \cdot 450000 \cdot (7 - 5,3) = 860000 \text{ H} \cdot \text{см} < R_{btp} \cdot W'_{pl} = 1 \cdot 17400 \cdot 100 = 1740000 \text{ H} \cdot \text{см}$ – условие выполняется, начальные трещины не образуются; $R_{btp} = 1 \text{ МПа}$ – сопротивление бетона растяжению, соответствующее передаточной прочности бетона $R_{bp} = 12,5 \text{ МПа}$.

г) Расчет по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси.

Предельная ширина раскрытия трещин:

– непродолжительная $a_{crc} = [0,4] \text{ мм}$;

– продолжительная $a_{crc} = [0,3] \text{ мм}$.

Изгибающие моменты от нормативных нагрузок:

– постоянной и длительной $M = 65 \text{ кНм}$.

– суммарной $M = 78 \text{ кНм}$.

Приращение напряжений в растянутой арматуре от действия постоянной и длительной нагрузок:

$$\sigma_s = [M - P_2 \cdot (z_1 - e_{sn})] / W_s = \frac{6500000 - 381667 \cdot 15,15}{119 \cdot 100} = 85 \text{ МПа}, \quad (2.39)$$

где $z_1 = h_0 - 0,5 \cdot h'_f = 17 - 0,5 \cdot (3,7 / 2) = 15,15 \text{ см}$ – плечо внутренней пары сил; $e_{sn} = 0$, т. к. усилие обжатия P приложено в центре тяжести площади нижней напрягаемой арматуры; $W_s = A_s \cdot z_1 = 7,85 \cdot 15,15 = 119 \text{ см}^3$ – момент сопротивления сечения по растянутой арматуре.

Приращение напряжений в арматуре от действия полной нагрузки:

$$\sigma_s = (7800000 - 381667 \cdot 15,15) / 119 \cdot 100 = 185 \text{ МПа}$$

Ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия всей нагрузки:

$$\begin{aligned} a_{crc1} &= 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot \mu) \cdot \delta \cdot \eta \cdot \alpha_e \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \sqrt[3]{d} = \\ &= 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0095) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{185}{190000} \cdot \sqrt[3]{10} = 0,11 \text{ мм}, \end{aligned} \quad (2.40)$$

где $\mu = A_s / b \cdot h_0 = 7,85 / 48 \cdot 17 = 0,0095$; $\delta = 1$; $\eta = 1$; $\varphi_e = 1$; $d = 10 \text{ мм}$ – диаметр продольной арматуры.

Ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянной и длительной нагрузок:

$$a_{crc2} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0095) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{85}{190000} \cdot \sqrt[3]{10} = 0,05 \text{ мм}.$$

Ширина раскрытия трещин от постоянной и длительной нагрузок:

$$a_{crc3} = 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot 0,0095) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot \frac{185}{190000} \cdot \sqrt[3]{10} = 0,08 \text{ мм}.$$

Непродолжительная ширина раскрытия трещин:

$$a_{cr} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,11 - 0,05 + 0,08 = 0,14 < [0,4] \text{ мм}. \quad (2.41)$$

Продолжительная ширина раскрытия трещин: $a_{crc} = a_{crc3} = 0,08 < [0,3] \text{ мм}$

д) Расчет прогиба плиты.

Прогиб определяется от нормативного значения постоянной и длительной нагрузок, предельный прогиб $f = [3 \text{ см}]$.

Непродолжительное действие всей нагрузки:

Заменяющий момент равен изгибающему моменту от постоянной и длительной нагрузок $M=65 \text{ кНм}$;

Суммарная продольная сила равна усилию предварительного обжатия с учетом всех потерь и при $\gamma_{sp} = 1$,

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b) \cdot h'_f + \frac{\alpha}{2 \cdot \nu} \cdot A'_s}{b \cdot h_0} = \frac{(2160 - 480) \cdot 30 + \frac{6,5}{2 \cdot 0,45} \cdot 785}{48 \cdot 170} = 0,6, \quad (2.42)$$

где $\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{1,9 \cdot 10^5}{2,9 \cdot 10^4} = 6,5$; $\nu = 0,45$ – коэффициент, характеризующий упруго-пластическое состояние бетона сжатой зоны, при кратковременном действии нагрузки;

– $N_{tot} = P_2 = 370 \text{ кН}$;

– эксцентриситет $e_{s,tot} = M / N_{tot} = 68 / 391,275 = 0,23 \text{ м} = 230 \text{ мм}$;

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M - M_{rp}} = \frac{1,6 \cdot 17400 \cdot 100}{6500000 - 4000000} = 1,11 > 1; \quad (2.43)$$

– коэффициент, характеризующий неравномерности деформаций растянутой арматуры на участке между трещинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_e \cdot \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot e_{s,tot} / h_0}, \quad (2.44)$$

$$\psi_s = 1,25 - 1,1 \cdot 1,1 - \frac{1 - 1,1^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 1,1) \cdot 180 / 17} = 0,05 < 1.$$

– коэффициент $\varphi_e = 1,1$ – при непродолжительном действии нагрузки для арматуры периодического профиля;

Вычисляем кривизну оси при изгибе:

$$\left[\frac{1}{r} \right]_1 = \frac{M}{h_0 \cdot z_1} \cdot \left(\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) \cdot b \cdot h_0 E_b \cdot \nu} \right) - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 \cdot E_s \cdot A_s}, \quad (2.45)$$

$$\left[\frac{1}{r} \right]_1 = \frac{6500000}{170 \cdot 151,5} \cdot \left(\frac{0,05}{190000 \cdot 7,85} + \frac{0,9}{(0,6 + 0,13) \cdot 480 \cdot 170 \cdot 30000 \cdot 0,45} \right) - \frac{370000 \cdot 0,05}{170 \cdot 190000 \cdot 7,85} = -0,000064 \text{ мм}^{-1},$$

$$\xi = h'_f / h_0. \quad (2.46)$$

Непродолжительное действие постоянных нагрузок: $M = 78 \text{ кНм}$;

Суммарная продольная сила равна усилию предварительного обжатия с учетом всех потерь и при $\gamma_{sp} = 1$,

– эксцентриситет $e_{s,tot} = M / N_{tot} = 78 / 370 = 0,21 \text{ м} = 210 \text{ мм}$;

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M - M_{rp}} = \frac{1,6 \cdot 17400 \cdot 100}{7800000 - 4000000} = 0,731; \quad (2.47)$$

– коэффициент, характеризующий неравномерности деформаций растянутой арматуры на участке между трещинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_e \cdot \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot e_{s,tot} / h_0}; \quad (2.48)$$

$$\psi_s = 1,25 - 1,1 \cdot 0,73 - \frac{1 - 0,73^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 0,73) \cdot 210 / 170} = 0,62 < 1.$$

– коэффициент $\varphi_e = 1,1$ – при непродолжительном действии нагрузки для арматуры периодического профиля;

Вычисляем кривизну оси при изгибе:

$$\left[\frac{1}{r} \right]_2 = \frac{M}{h_0 \cdot z_1} \cdot \left(\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) \cdot b \cdot h_0 E_b \cdot \nu} \right) - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 \cdot E_s \cdot A_s}, \quad (2.49)$$

$$\left[\frac{1}{r} \right]_2 = \frac{7800000}{170 \cdot 151,5} \cdot \left(\frac{0,62}{190000 \cdot 7,85} + \frac{0,9}{(0,6 + 0,13) \cdot 480 \cdot 170 \cdot 30000 \cdot 0,45} \right) - \frac{370000 \cdot 0,62}{170 \cdot 190000 \cdot 7,85} = -0,0009 \text{ мм}^{-1}.$$

Продолжительное действие постоянной нагрузки: $M = 78 \text{ кНм}$;

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b) \cdot h'_f + \frac{\alpha}{2 \cdot \nu} \cdot A'_s}{b \cdot h_0} = \frac{(2160 - 480) \cdot 30 + \frac{6,5}{2 \cdot 0,15} \cdot 785}{480 \cdot 170} = 0,62 \text{ при } \nu = 0,15 \text{ – для про}$$

должительного действия нагрузки и влажности воздуха окружающей среды свыше 40 %.

Суммарная продольная сила равна усилию предварительного обжатия с учетом всех потерь и при $\gamma_{sp} = 1$,

– эксцентриситет $e_{s,tot} = M / N_{tot} = 78 / 370 = 0,21 \text{ м} = 210 \text{ мм}$;

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} \cdot W_{pl}}{M - M_{rp}} = \frac{1,6 \cdot 17400 \cdot 100}{7800000 - 4000000} = 0,73 < 1;$$

– коэффициент, характеризующий неравномерности деформаций растянутой арматуры на участке между трещинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_e \cdot \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8 \cdot \varphi_m) \cdot e_{s,tot} / h_0}; \quad (2.50)$$

$$\psi_s = 1,25 - 0,8 \cdot 0,73 - \frac{1 - 0,73^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 0,73) \cdot 210 / 170} = 0,5 < 1;$$

– коэффициент $\varphi_e = 0,8$ – при продолжительном действии нагрузки для арматуры периодического профиля;

Вычисляем кривизну оси при изгибе:

$$\left[\frac{1}{r} \right]_3 = \frac{M}{h_0 \cdot z_1} \cdot \left(\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) \cdot b \cdot h_0 E_b \cdot \nu} \right) - \frac{N_{tot} \psi_s}{h_0 \cdot E_s \cdot A_s}; \quad (2.51)$$

$$\left[\frac{1}{r}\right]_3 = \frac{780000}{170 \cdot 151,5} \cdot \left(\frac{0,5}{190000 \cdot 7,85} + \frac{0,9}{(0,52 + 0,13) \cdot 480 \cdot 170 \cdot 30000 \cdot 0,45} \right) - \frac{370000 \cdot 0,5}{170 \cdot 190000 \cdot 7,85} = -0,0006 \text{ мм}^{-1},$$

Кривизну, обусловленную выгибом покрытия вследствие усадки и ползучести от усилия предварительного обжатия:

$$\text{Напряжение: } \sigma_s = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9 = 11 + 35 + 40 = 86 \text{ МПа.}$$

$$\text{Относительная деформация: } \varepsilon_b = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{86}{1,9 \cdot 10^5} = 45 \cdot 10^{-5}.$$

$$\text{Напряжение: } \sigma_s = \sigma'_6 + \sigma_8 + \sigma'_9 = 35 \text{ МПа.}$$

$$\text{Относительная деформация: } \varepsilon'_b = \frac{\sigma'_s}{E_s} = \frac{35}{1,9 \cdot 10^5} = 18,4 \cdot 10^{-5}.$$

$$\text{Кривизна: } \left[\frac{1}{r}\right]_4 = \frac{\varepsilon_b - \varepsilon'_b}{h_0} = \frac{45 \cdot 10^{-5} - 18,4 \cdot 10^{-5}}{170} = 0,16 \cdot 10^{-5} \text{ мм}^{-1},$$

Прогиб: $f = \frac{5}{48} \cdot l_0^2 \cdot \frac{1}{r} = \frac{5}{48} \cdot 587,5^2 \cdot 0,00026 = 0,001 < [3 \text{ см}]$ – прогиб не превышает предельную величину.

2.2 Статический расчет многоэтажной рамы, определение усилий в ригелях рамы с учетом перераспределения моментов. Расчет прочности и конструирование ригелей с построением эпюры материалов

2.2.1 Определение усилий в ригеле поперечной рамы

Расчетная схема и нагрузки.

Поперечная многоэтажная рама имеет регулярную расчетную схему с равными пролетами ригелей и равными длинами стоек (высотами этажей). Сечения ригелей и стоек по этажам также приняты постоянными. Ширина грузовой полосы на ригель равна шагу поперечных рам – 6 м.

Вычисляем расчетную нагрузку на 1 м длины ригеля:

Постоянная:

– от перекрытия с учетом коэффициента надежности по назначению здания

$$\gamma_n = 0,95 \quad 4,134 \cdot 7 \cdot 0,95 = 26,1 \text{ кН/м} \text{ (перекрытие)}$$

– от веса ригеля сечением $0,25 \times 0,6$ ($\rho = 2500 \text{ кг/см}^3$) с учетом коэффициентов надежности $\gamma_f = 1,1$ и $\gamma_n = 0,95$ – 3,919 кН/м.

Итого: $q = 26,1 + 3,919 = 30,02 \text{ кН/м}$.

Временная:

– с учетом $\gamma_n = 0,95$: $v = 9,67 \cdot 7 \cdot 0,95 = 63,84 \text{ кН/м}$ – (полная временная);

– в том числе длительная: $6,72 \cdot 7 \cdot 0,95 = 44,69 \text{ кН/м}$ – (длительная временная);

– кратковременная: $2,88 \cdot 7 \cdot 0,95 = 19,15 \text{ кН/м}$.

Полная нагрузка: $q + v = 30,02 + 63,84 = 93,86 \text{ кН/м}$

Сбор нагрузок на покрытие приведены в таблице 3.

$q = 0,95 \cdot 3,983 \cdot 7 = 26,5 \text{ кН/м}$ – (покрытие)

Снег:

$$v = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 7 = 9,31 \text{ кН/м}$$

$$v_{\text{снег}} + q = 9,31 + 26,5 = 35,81 \text{ кН/м} - (\text{снег} + \text{покрытие})$$

$$\text{удельный вес: } 2,5 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 26,125 \text{ кН/м}^3.$$

Нагрузки на покрытие смотреть в таблице 3.

Таблица 3 – Нагрузки на покрытие

Вид нагрузки	Нормативная, кН/м ²	γ_f	Расчетная, кН/м ²
От чердачного перекрытия и крыши			
Постоянная:			
От утеплителя $\delta = 0,013 \text{ м}$; $\rho = 60 \text{ кг/м}^3$	0,8	1,3	1,04
От пароизоляции	0,05	1,1	0,055
Покрытие	0,69	1,05	0,725
Стойки	1,5	1,05	1,575
Прогоны	0,56	1,05	0,588
Итого	3,60		3,983

2.2.2 Перераспределение моментов под влиянием образования пластических шарниров в ригеле

Практический расчет заключается в уменьшении примерно на 30 % опорных моментов ригеля М21 и М23 по схемам загрузки, при этом намечается образование пластических шарниров на опоре. На рисунке 4 показана расчетная схема, эпюра моментов ригеля показана на рисунке 5, выравнивающая эпюра моментов показана на рисунке 6, эпюра моментов после перераспределения усилий показана на рисунке 7.

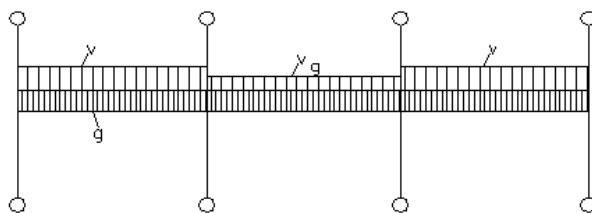


Рисунок 4 – Расчетная схема

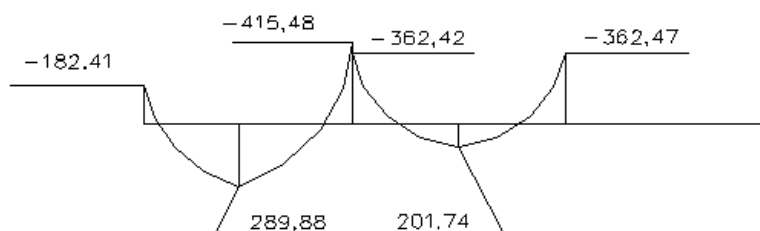


Рисунок 5 – Эпюра моментов ригеля

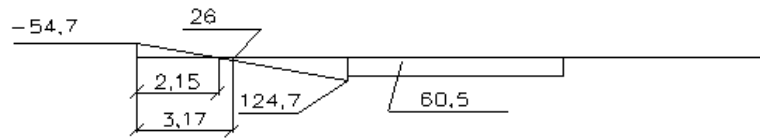


Рисунок 6 – Выравнивающая эпюра моментов

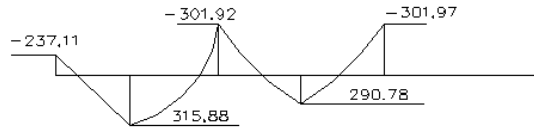


Рисунок 7 – Эпюра моментов после перераспределения усилий

$$x = \frac{l}{2} + \frac{M_n - M_l}{l \cdot (q + v)}; \quad (2.52)$$

$$M_x = \frac{(q + v) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_l \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l} \quad (2.53)$$

$$M^{кр}_x = \frac{93,86 \cdot 3,17 \cdot (7,05 - 3,17)}{2} + \frac{-182,41 \cdot (7,05 - 3,17)}{7,05} + \frac{-415,78 \cdot 3,17}{7,05} = 289,98 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{cp}_x = 201,74 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$x = \frac{7,05}{2} + \frac{-415,78 + 182,41}{7,05 \cdot 93,86} = 3,17 \text{ м}, \quad x' = \frac{54,7 \cdot 7,05}{(124,7 + 54,7)} = 2,15 \text{ м}$$

$$x_l = x - x' = 3,17 - 2,15 = 1,02 \text{ м}; \quad x'' = l - x' = 7,05 - 2,15 = 4,9 \text{ м}$$

$$\Delta M_l = \frac{x_l \cdot \Delta M}{x''} = \frac{2,15 \cdot 124,7}{4,9} = 26 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.54)$$

На рисунке 8 показана расчетная схема, эпюра моментов ригеля показана на рисунке 9, выравнивающая эпюра моментов показана на рисунке 10, эпюра моментов после перераспределения усилий показана на рисунке 11.

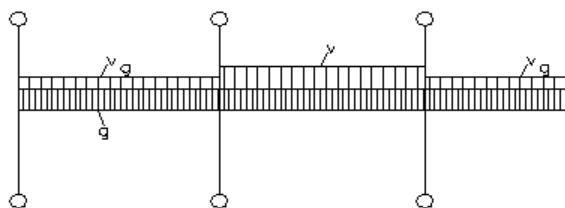


Рисунок 8 – Расчетная схема

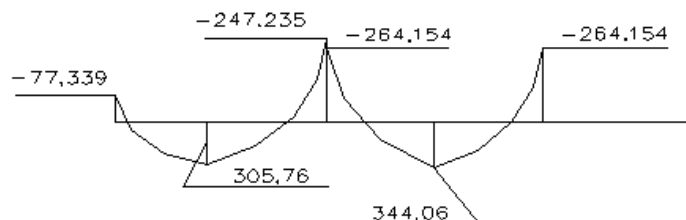


Рисунок 9 – Эпюра моментов ригеля

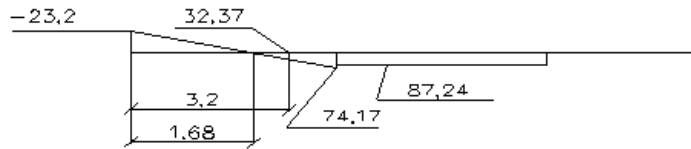


Рисунок 10 – Выравнивающая эпюра моментов

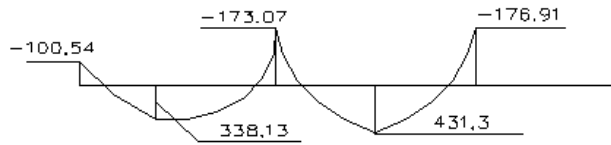


Рисунок 11 – Эпюра моментов после перераспределения усилий

$$x = \frac{l}{2} + \frac{M_n - M_l}{l \cdot (q + v_\delta)}; \quad (2.55)$$

$$M_x = \frac{(q + v_\delta) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_l \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l} \quad (2.56)$$

$$M_x^{cp} = \frac{74,71 \cdot 3,2 \cdot (7,05 - 3,2)}{2} + \frac{-77,339 \cdot (7,05 - 3,2)}{7,05} + \frac{-247,235 \cdot 3,2}{7,05} = 305,76 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_x^{cp} = 344,06 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$x = \frac{7,05}{2} + \frac{-247,235 + 77,339}{7,05 \cdot 77,339} = 3,2 \text{ м}$$

$$x' = \frac{23,2 \cdot 7,05}{(74,17 + 23,2)} = 1,68 \text{ м}$$

$$\Delta M_l = \frac{x_l \cdot \Delta M}{x'} = \frac{1,68 \cdot 74,17}{3,85} = 32,37 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.57)$$

На рисунке 12 показана расчетная схема, эпюра моментов ригеля показана на рисунке 13, выравнивающая эпюра моментов показана на рисунке 14, эпюра моментов после перераспределения усилий показана на рисунке 15.

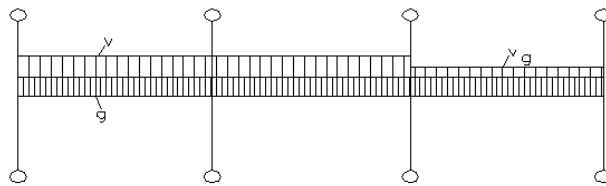


Рисунок 12 – Расчетная схема

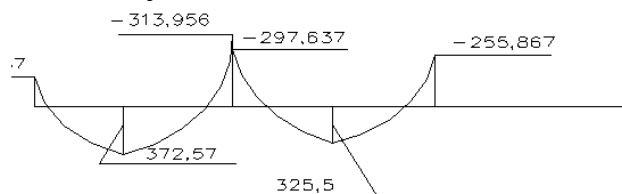


Рисунок 13 – Эпюра моментов ригеля

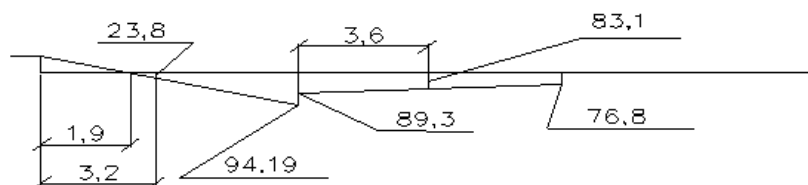


Рисунок 14 – Выравнивающая эпюра моментов

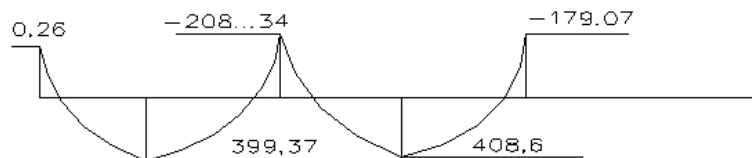


Рисунок 15 – Эпюры моментов после перераспределения усилий

$$x = \frac{l}{2} + \frac{M_n - M_l}{l \cdot (q + v)}; \quad (2.59)$$

$$M_x = \frac{(q + v) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_l \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l} \quad (2.60)$$

$$M^{cp}_x = \frac{93,86 \cdot 3,2 \cdot (7,05 - 3,2)}{2} + \frac{-115,557 \cdot (7,05 - 3,2)}{7,05} + \frac{-313,956 \cdot 3,2}{7,05} = 372,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{cp}_x = 325,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$x = \frac{7,05}{2} + \frac{-313,956 + 115,557}{7,05 \cdot 93,86} = 3,2 \text{ м.}$$

$$x' = \frac{34,7 \cdot 7,05}{(94,19 + 34,7)} = 1,9 \text{ м.}$$

$$x_l = x - x' = 3,2 - 1,9 = 1,3 \text{ м}; \quad x'' = l - x' = 7,05 - 1,9 = 5,15 \text{ м.}$$

$$\Delta M_l = \frac{x_l \cdot \Delta M}{x''} = \frac{1,3 \cdot 94,19}{5,15} = 23,8 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (2.61)$$

$$x = \frac{l}{2} + \frac{M_n - M_l}{l \cdot (q + v)}. \quad (2.62)$$

$$x = \frac{6,9}{2} + \frac{-255,867 + 297,637}{6 \cdot 93,86} = 3,6 \text{ м}$$

2.2.3 Опорные моменты ригеля по грани колонны

Опорный момент ригеля по грани средней колонны слева $M_{(21),1}$ (абсолютные значения):

– по схеме загрузки 1 и выровненной эпюре моментов:

$$M_{(21),1} = M_{21} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 219,77 - 347,2 \cdot 0,4 / 2 = 150,33 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{21} - M_{12}) / l = 93,86 \cdot 5,85 / 2 - (-208,34 + 150,26) / 5,85 = 293,17 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{21} - M_{12}) / l = 93,86 \cdot 5,85 / 2 + (-208,34 + 150,26) / 5,85 = 262,66 \text{ кН},$$

– по схеме загрузки 2:

$$M_{(21),1} = M_{21} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 155,403 - 271 \cdot 0,4 / 2 = 101,20 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{21} - M_{12}) / l = 74,71 \cdot 5,85 / 2 - (-176,91 + 100,54) / 6 = 271 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{21} - M_{12}) / l = 74,71 \cdot 5,85 / 2 + (-176,91 + 100,54) / 6 = 255,7 \text{ кН}.$$

– по схеме загрузкиения 3:

$$M_{(21),1} = M_{21} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 301,97 - 344,7 \cdot 0,4 / 2 = 233,03 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{21} - M_{12}) / l = 93,86 \cdot 5,85 / 2 - (-301,92 + 237,11) / 5,85 = 344,7 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{21} - M_{12}) / l = 93,86 \cdot 5,85 / 2 + (-301,92 + 237,11) / 5,85 = 317,1 \text{ кН},$$

Опорный момент ригеля по грани средней колонны справа $M_{(23),1}$:

– по схеме загрузкиения 1 и выравненной эпюре моментов:

$$M_{(23),1} = M_{23} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 219,77 - 281,6 \cdot 0,4 / 2 = 152,19 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{23} - M_{32}) / l = 93,86 \cdot 6 / 2 - 0 = 281,6 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{23} - M_{32}) / l = 93,86 \cdot 6 / 2 + 0 = 281,6 \text{ кН}.$$

– по схеме загрузкиения 2:

$$M_{(23),1} = M_{23} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 155,403 - 269 \cdot 0,4 / 2 = 110,603 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{23} - M_{32}) / l = 74,71 \cdot 6 / 2 - 0 = 224 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{23} - M_{32}) / l = 74,71 \cdot 6 / 2 + 0 = 224 \text{ кН}.$$

– по схеме загрузкиения 3:

$$M_{(23),1} = M_{23} - Q_2 \cdot h_{col} / 2 = 301,97 - 281,6 \cdot 0,4 / 2 = 251,3 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$Q_2 = (q + v) \cdot l / 2 - (M_{23} - M_{32}) / l = 93,86 \cdot 6 / 2 - 0 = 281,6 \text{ кН},$$

$$Q_1 = (q + v) \cdot l / 2 + (M_{23} - M_{32}) / l = 93,86 \cdot 6 / 2 + 0 = 281,6 \text{ кН}.$$

Т. к. по схеме загрузкиения $M_{(23),1} = 169,1 < M_{23} = 219,77$ кН·м следовательно расчетный опорный момент ригеля по грани средней опоры равен: $M = 169,1$ кН·м.

Опорный момент ригеля по грани крайней колонны по схеме загрузкиения и выравненной эпюре моментов:

$$M_{(12),1} = M_{12} - Q_1 \cdot h_{col} / 2 = 237,11 - 317,1 \cdot 0,4 / 2 = 173,69 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2.2.4 Поперечные силы ригеля

Для расчета прочности по сечениям, наклонным к продольной оси, принимаются значения поперечных сил ригеля, большие из двух расчетов. На крайней опоре $Q_1 = 317,1$ кН, на средней опоре слева по схеме загрузкиения. $Q_2 = 293,14$ кН. На средней опоре справа по схеме загрузкиения $Q = 281,6$ кН.

2.3 Расчет прочности ригеля по сечениям, нормальным к продольной оси

Характеристики прочности бетона и арматуры

Бетон тяжелый класса В30, расчетное сопротивление при сжатии $R_b = 17$ МПа, при растяжении $R_{bt} = 1,2$ МПа; коэффициент условий работы бетона $\gamma_{b2} = 0,9$; модуль упругости $E_b = 29\,000$ МПа.

Арматура продольная рабочая класса А–III, расчетное сопротивление $R_s = 365$ МПа, модуль упругости $E_s = 200\,000$ МПа.

2.3.2 Определение высоты сечения ригеля

Высоту сечения подбираем по опорному моменту при $\xi = 0,35$, так как на опоре момент определен с учетом образования пластического шарнира. Принятое сечение ригеля следует проверить по пролетному моменту (если он больше опорного) так, чтобы относительная высота сжатой зоны была $\xi < \xi_R$ и исключалось перearмированное неэкономичное сечение. При $\xi = 0,35$, находим значение:

$$\alpha_m = \xi \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi) = 0,35 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,35) = 0,289. \quad (2.63)$$

Граничная высота сжатой зоны:

$$\xi_R = \omega / [1 + (\sigma_{s1} / \sigma_{s2}) \cdot (1 - \omega / 1,1)] = 0,77 / [1 + (365/500) \cdot (1 - 0,77/1,1)] = 0,632, \quad (2.64)$$

где $\omega = 0,85 - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 11,5 = 0,77$; $\sigma_{s1} = R_s = 365 \text{ МПа}$;

$\sigma_{s2} = \varepsilon_{ub} \cdot E_s = 0,0025 \cdot 200000 = 500 \text{ МПа}$, (при коэффициенте условий работы бетона $\gamma_{b2} < 1$, когда при длительном действии нагрузки предельная сжимаемость бетона увеличивается и достигает 0,0025)

Вычисляем:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{169100000}{0,289 \cdot 0,9 \cdot 17 \cdot 250}} = 48 \text{ см}, \quad (2.65)$$

$$h = h_0 + a = 48 + 4 = 52 \text{ см};$$

Проверка принятого сечения по пролетному моменту в данном случае производится, так как $M = 399,37 > M(12) = 169,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m \cdot R_b \cdot b}} = \sqrt{\frac{399370000}{0,289 \cdot 0,9 \cdot 17 \cdot 250}} = 58,1 \text{ см}, \quad (2.66)$$

$$h = h_0 + a = 58,1 + 4 = 62,1 \text{ см};$$

принимаем $h = 60 \text{ см}$.

Производим подбор сечений арматуры в расчетных сечениях ригеля.

Сечение в первом пролете: $M = 399,37 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $h_0 = h - a = 60 - 6 = 54 \text{ см}$;

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{399370000}{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 540^2} = 0,36, \quad (2.67)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,36} = 0,47. \quad (2.68)$$

Сечение арматуры показано на рисунке 16.

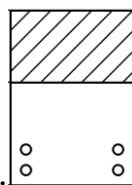


Рисунок 16 – Сечение арматуры

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \xi}{R_s} = \frac{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 540 \cdot 0,36}{365} = 26,6 \text{ см}^2. \quad (2.69)$$

Принимаем $4\text{Ø}32 \text{ А-III}$ с $A_s = 32,17 \text{ см}^2$.

Сечение в среднем пролете: $M = 431,3 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{431300000}{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 540^2} = 0,38; \quad (2.70)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,38} = 0,51; \quad (2.71)$$

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \xi}{R_s} = \frac{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 540 \cdot 0,51}{365} = 26,4 \text{ см}^2. \quad (2.72)$$

Принимаем $4\text{Ø}32 \text{ А-III}$ с $A_s = 32,17 \text{ см}^2$.

Арматура для восприятия отрицательного момента в пролете устанавливается по эпюре моментов, принимаем $2\text{Ø}12 \text{ А-III}$ с $A_s = 2,26 \text{ см}^2$.

Сечение арматуры показано на рисунке 17.

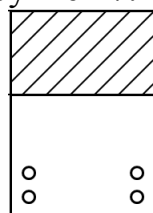


Рисунок 17 – Сечение арматуры

Сечение на средней опоре: $M = 169,1 \text{ кН}\cdot\text{м}$, арматура расположена в один ряд.

$$h_0 = h - a = 60 - 6 = 54 \text{ см}; \quad (2.73)$$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{169100000}{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 560^2} = 0,14; \quad (2.74)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,144} = 0,15; \quad (2.75)$$

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \xi}{R_s} = \frac{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 540 \cdot 0,15}{365} = 8,8 \text{ см}^2. \quad (2.77)$$

Принимаем $2\text{Ø}25 \text{ А-III}$ с $A_s = 9,82 \text{ см}^2$

Сечение на крайней опоре: $M = 189,5 \text{ кН}\cdot\text{м}$;

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{189500000}{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 560^2} = 0,15; \quad (2.78)$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,15} = 0,19; \quad (2.79)$$

$$A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_0 \cdot \xi}{R_s} = \frac{0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 560 \cdot 0,19}{365} = 11,15 \text{ см}^2. \quad (2.80)$$

Принимаем $2\text{Ø}28 \text{ А-III}$ с $A_s = 12,32 \text{ см}^2$

2.4 Расчет прочности ригеля по сечениям, наклонным к продольной оси

На средней опоре поперечная сила $Q = 347,2 \text{ кН}$.

Диаметр поперечных стержней устанавливают из условия сварки их с продольной арматурой $d=25 \text{ мм}$ и принимают равным $d_{sw} = 8 \text{ мм}$ с площадью $A_s = 0,503 \text{ см}^2$.

При классе А-III $R_{sw} = 285 \text{ МПа}$; так как $\frac{d_{sw}}{d} = \frac{8}{25} = 0,32 < 0,33$, вводят коэффициент

условия работы $\gamma_{s2} = 0,9$, и тогда $R_{sw} = 0,9 \cdot 285 = 256,5$ МПа. Число каркасов 2, при этом $A_{sw} = 2 \cdot 0,503 = 1,006$ см².

Шаг поперечных стержней по конструктивным условиям $s = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20$ см. На всех приопорных участках длиной $l/4$ принят шаг $s=20$ см, в средней части пролета шаг $s = \frac{3h}{4} = \frac{3 \cdot 60}{4} = 45$ см.

Вычисляем:

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / 20 = \frac{256,5 \cdot 100,6}{20} = 129,0125 \text{ H / мм.} \quad (2.81)$$

$$Q_{b,\min} = \phi_{b3} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 560 = 90,7 \cdot 10^3 \text{ H.} \quad (2.82)$$

$$q_{sw} = 129,0195 \text{ H / см} > Q_{b,\min} / 2 \cdot h_0 = \frac{90700}{2 \cdot 560} = 81,5 \text{ H / мм} \quad (2.83)$$

условие удовлетворяется.

Требование:

$$s_{\max} = \phi_{b4} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 / Q = \frac{1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 560^2}{347200} = 365,8 \text{ мм} > s = 200 \text{ мм.} \quad (2.84)$$

удовлетворяется.

2.5 Расчет прочности по наклонному сечению

Вычисляем:

$$M_b = \phi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 = 2 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 250 \cdot 560^2 = 169 \cdot 10^6 \text{ H} \cdot \text{мм} . \quad (2.85)$$

Так как

$$q_1 = q + v / 2 = 30,02 + \frac{63,84}{2} = 61,94 \text{ кН / м} = 61,94 / \text{мм} < 0,56 \cdot q_{sw} = 0,56 \cdot 1290,2 = 722,5 \text{ H / см} = 72,25 \text{ H / мм.} \quad (2.86)$$

$$c = \sqrt{\frac{M_b}{q_1}} = \sqrt{\frac{127 \cdot 10^5}{47,233}} = 1640 \text{ мм} < 3,33 \cdot h_0 = 3,33 \cdot 560 = 1864,8 \text{ мм,} . \quad (2.87)$$

принимаем $c = 164$ см.

Тогда:

$$Q_b = M_b / c = \frac{169 \cdot 10^5}{1650} = 102,4 \text{ кН} > Q_{b,\min} = 90,7 \text{ кН.} \quad (2.88)$$

Поперечная сила в вершине наклонного сечения:

$$Q = Q_{\max} - q_1 \cdot c = 347,2 \cdot 10^3 - 619,4 \cdot 165 = 245 \cdot 10^3 \text{ H.} \quad (2.89)$$

Длина проекции расчетного наклонного сечения:

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{169 \cdot 10^6}{129,0195}} = 1145 \text{ мм} < 2 \cdot h_0 = 2 \cdot 560 = 1120 \text{ мм, принимаем } c_0 = 120 \text{ см.}$$

Вычисляем: $Q_{sw} = q_{sw} \cdot c_0 = 129,0195 \cdot 1200 = 154,8 \cdot 10^3 \text{ H.}$

Условие прочности:

$$Q_b + Q_{sw} = 90,7 \cdot 10^3 + 154,8 \cdot 10^3 = 245,5 \cdot 10^3 \text{ H} > Q = 245 \cdot 10^3 \text{ H} - \text{обеспечивается.}$$

Проверка прочности по сжатой полосе между наклонными трещинами:

$$\mu_{\omega} = A_s / b \cdot s = 1,006 / 25 \cdot 20 = 0,002 , \quad (2.90)$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{29000} = 6,9. \quad (2.91)$$

$$\phi_{\omega 1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,002 = 1,069; \quad (2.92)$$

$$\phi_{b 1} = 1 - 0,01 \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 0,9 \cdot 17 = 0,847. \quad (2.93)$$

Условие:

$$\begin{aligned} Q &= 277980H < 0,3 \cdot \phi_{\omega 1} \cdot \phi_{b 1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = \\ &= 0,3 \cdot 1,0745 \cdot 0,847 \cdot 0,9 \cdot 17 \cdot 250 \cdot 560 = 775783 H = 775,8 \text{ кН}. \\ &347,2 \text{ кН} < 775,8 \text{ кН} \end{aligned} \quad (2.94)$$

2.6 Конструирование арматуры ригеля

Стык ригеля с колонной выполняется на ванной сварке выпусков верхних надпорных стержней и сварке закладных деталей ригеля и опорной консоли

Колонны. Ригель армируется двумя сварными каркасами, часть продольных стержней каркасов обрывается в соответствии с изменением огибающей эпюры моментов и по эпюре арматуры (материалов). Обрываемые стержни заводятся за место теоретического обрыва на длину заделки W .

Эпюру арматуры строят в такой последовательности:

- 1) определяют изгибающие моменты M , воспринимаемые в расчетных сечениях, по фактически принятой арматуре;
- 2) устанавливают аналитически по формулам или графически на огибающей эпюре моментов по ординатам M места теоретического обрыва стержней;
- 3) определяют длину анкеровки обрываемых стержней $W = Q / (2 \cdot q_{sw}) + 5d \geq 20d$, причем поперечная сила Q в месте теоретического обрыва стержня принимается соответствующей изгибающему моменту в этом сечении.

Сечение первого пролета на средней опоре арматура $2\text{Ø}25$ А–III с $A_s = 9,82 \text{ см}^2$;

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 9,82}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 9,4 \text{ см}; \quad (2.95)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 982 \cdot (560 - 0,5 \cdot 94) = 183,9 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.96)$$

В месте теоретического обрыва арматура $2\text{Ø}12$ А–III с $A_s = 2,26 \text{ см}^2$.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 2,26}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 2,16 \text{ см}; \quad (2.97)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 226 \cdot (560 - 0,5 \cdot 21,6) = 45,3 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.98)$$

$$M_{2d12} = \frac{(q + v) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_n \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l}; \quad (2.99)$$

$$\begin{aligned} l \cdot (g + v) \cdot x^2 + 2 \cdot M_n \cdot x - 2 \cdot M_n \cdot x - (g + v) \cdot l^2 \cdot x + 2 \cdot M_{2d12} \cdot l - 2 \cdot M_n \cdot l = \\ 7,05 \cdot 93,86 \cdot x^2 - 2 \cdot 237,11 \cdot x + 2 \cdot 301,97 \cdot x - \\ - 93,86 \cdot 7,05^2 \cdot x + 2 \cdot 45,3 \cdot 7,05 + 2 \cdot 237,11 \cdot 7,05 = 0 \\ 661,7 \cdot x^2 - 4535,4 \cdot x + 3982 = 0; \quad (a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0) \\ D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = 4535,4^2 - 4 \cdot 661,7 \cdot 3982 = 3167^2; \end{aligned} \quad (2.100)$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2 \cdot a} = \frac{4535,4 \pm 3167}{2 \cdot 661,7} = x_1 = 1,03 \text{ м}; x_2 = 5,82 \text{ м};$$

Так как $x_2 = 5,82 \text{ м} < l - x_1 = 7,05 - 1,03 = 6,02 \text{ м}$, принимаем $x_1 = 6 \text{ м}$;

Поперечные стержни $\varnothing 8 \text{ А-III}$ в месте теоретического обрыва стержней $2\varnothing 28$ сохраняем с шагом $s = 20 \text{ см}$;

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 265,5 \cdot 1,006 \cdot 100 / 20 = 1290,195 \text{ Н / см}; \quad (2.101)$$

Поперечная сила в сечении, при $x_2 = 1,03 \text{ м}$:

$$Q_1 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - (g + v) \cdot x_1 - \frac{-M_n + M_n}{l} = \quad (2.102)$$

$$= \frac{93,86 \cdot 7,05}{2} - 93,86 \cdot 1,03 - \frac{301,97 - 237,11}{7,05} = 225 \text{ кН}.$$

Длина анкеровки:

$$W_1 = Q_1 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 2225000 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 2,5 = \quad (2.103)$$

$$= 99,7 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ см}.$$

Поперечная сила сечения, при $x_2 = 6 \text{ м}$:

$$Q_2 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - (g + v) \cdot x_1 - \frac{-M_n + M_n}{l} = \quad (2.104)$$

$$= \frac{93,86 \cdot 7,05}{2} - 93,86 \cdot 6 - \frac{301,97 - 237,11}{7,05} = -241,5 \text{ кН}.$$

Длина анкеровки:

$$W_2 = Q_2 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 241500 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 2,5 = \quad (2.105)$$

$$= 106,1 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ см}.$$

– в пролете арматура $4\varnothing 32 \text{ А-III}$ с $A_s = 32,17 \text{ м}^2$;

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 32,17}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 30,7 \text{ см}. \quad (2.106)$$

$$M^{4d} = R_s \cdot A_s^{4d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 32,17 \cdot (560 - 0,5 \cdot 30,7) = 639,5 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (2.107)$$

В месте теоретического обрыва арматура $2\varnothing 32 \text{ А-III}$ с $A_s = 16,08 \text{ см}^2$.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 16,08}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 15,3 \text{ см}, \quad (2.108)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 16,08 \cdot (560 - 0,5 \cdot 15,3) = 283,8 \text{ кН} \cdot \text{см}, \quad (2.109)$$

$$M_{2d25} = \frac{(g + v) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_n \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l}; \quad (2.110)$$

$$l \cdot (g + v) \cdot x^2 + 2 \cdot M_n \cdot x - 2 \cdot M_n \cdot x - (g + v) \cdot l^2 \cdot x + 2 \cdot M_{2d25} \cdot l - 2 \cdot M_n \cdot l =$$

$$7,05 \cdot 93,86 \cdot x^2 - 2 \cdot 237,11 \cdot x +$$

$$+ 2 \cdot 301,97 \cdot x - 93,86 \cdot 7,05^2 \cdot x + 2 \cdot 283,8 \cdot 7,05 + 2 \cdot 237,11 \cdot 7,05 = 0$$

$$661,7 \cdot x^2 - 4535,4 \cdot x + 7345 = 0; \quad (a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0)$$

$$D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = 4535,4^2 - 4 \cdot 661,7 \cdot 7345 = 1063^2;$$

$$x_{3,4} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2 \cdot a} = \frac{4535,4 \pm 1063}{2 \cdot 661,7} = x_3 = 2,6 \text{ м}; x_4 = 4,2 \text{ м};$$

Так как $x_4 = 4,2 \text{ м} > l - x_3 = 7,05 - 2,6 = 4,45 \text{ м}$, принимаем $x_4 = 2,85 \text{ м}$;

Поперечные стержни $\varnothing 8$ А–III в месте теоретического обрыва стержней $2\varnothing 32$ сохраняем с шагом $s = 20$ см;

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 265,5 \cdot 1,006 \cdot 100 / 20 = 1290,195 \text{ Н / см}; \quad (2.111)$$

Поперечная сила сечения, при $x_3 = 1,9$ м:

$$Q_3 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - (g + v) \cdot x_3 - \frac{-M_n + M_l}{l} =$$

$$= \frac{93,86 \cdot 7,05}{2} - 93,86 \cdot 2,6 - \frac{301,97 - 237,11}{7,05} = 77,6 \text{ кН}. \quad (2.112)$$

Длина анкеровки:

$$W_3 = Q_3 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 77600 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 3,2 =$$

$$= 46,1 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}. \quad (2.113)$$

Поперечная сила сечения, при $x_4 = 2,85$ м:

$$Q_3 = \frac{(g + v) \cdot l}{2} - (g + v) \cdot x_3 - \frac{-M_n + M_l}{l} =$$

$$= \frac{93,86 \cdot 7,05}{2} - 93,86 \cdot 2,85 - \frac{301,97 - 237,11}{7,05} = 54,16 \text{ кН}. \quad (2.114)$$

Длина анкеровки:

$$W_4 = Q_4 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 54160 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 3,2 =$$

$$= 37 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}. \quad (2.115)$$

Сечение среднего пролета на средней опоре арматура $2\varnothing 25$ А–III с

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 9,82}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 9,37 \text{ см}. \quad (2.116)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 982 \cdot (560 - 0,5 \cdot 93,7) = 183,9 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.117)$$

В месте теоретического обрыва арматура $2\varnothing 12$ А–III с $A_s = 2,26 \text{ см}^2$.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 2,26}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 2,16 \text{ см}. \quad (2.118)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 226 \cdot (560 - 0,5 \cdot 31,6) = 45,3 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.119)$$

$$M_{2d12} = \frac{(q + v) \cdot x \cdot (l - x)}{2} + \frac{M_l \cdot (l - x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l}; \quad (2.120)$$

$$l \cdot (g + v) \cdot x^2 + 2 \cdot M_n \cdot x - 2 \cdot M_n \cdot x - (g + v) \cdot l^2 \cdot x + 2 \cdot M_{2d12} \cdot l - 2 \cdot M_l \cdot l =$$

$$7,2 \cdot 93,86 \cdot x^2 - 2 \cdot 219,77 \cdot x + 2 \cdot 219,77 \cdot x -$$

$$- 93,86 \cdot 7,2^2 \cdot x + 2 \cdot 45,3 \cdot 7,2 + 2 \cdot 219,77 \cdot 7,2 = 0$$

$$675,8 \cdot x^2 - 4865 \cdot x + 3817 = 0; \quad (a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0)$$

$$D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = 4865^2 - 4 \cdot 675,8 \cdot 3817 = 3654^2;$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2 \cdot a} = \frac{4865 \pm 3654}{2 \cdot 675,8} = x_1 = 0,9 \text{ м}; \quad x_2 = 6,3 \text{ м};$$

Так как $x_2 = 6,3 \text{ м} < l$ - $x_1 = 0,9 \text{ м}$, принимаем $x_1 = 0,9 \text{ м}$;

Поперечные стержни $\varnothing 8$ А–III в месте теоретического обрыва стержней $2\varnothing 25$ сохраняем с шагом $s = 20$ см;

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 265,5 \cdot 1,006 \cdot 100 / 20 = 1290,195 \text{ Н / см}; \quad (2.121)$$

Поперечная сила в сечении, при $x_2=0,9$ м:

$$Q_1 = \frac{(g+v) \cdot l}{2} - (g+v) \cdot x_1 - \frac{-M_n + M_n}{l} = \frac{93,86 \cdot 6,9}{2} - 93,86 \cdot 0,9 - 0 = 253,4 \text{ кН}. \quad (2.122)$$

Длина анкеровки:

$$W_1 = Q_1 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 253400 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 2,5 = 110,7 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ см}; \quad (2.123)$$

Поперечная сила сечения, при $x_2=5,58$ м:

$$Q_1 = \frac{(g+v) \cdot l}{2} - (g+v) \cdot x_1 - \frac{-M_n + M_n}{l} = \frac{93,86 \cdot 6,9}{2} - 93,86 \cdot 6,3 - 0 = 253,4 \text{ кН}; \quad (2.124)$$

Длина анкеровки:

$$W_2 = Q_2 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 253400 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 2,5 = 110,7 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 2,5 = 50 \text{ см}; \quad (2.125)$$

– в пролете арматура $4\varnothing 32$ А-III с $A_s = 32,17 \text{ см}^2$;

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 32,17}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 15,3 \text{ см}, \quad (2.126)$$

$$M^{4d} = R_s \cdot A_s^{4d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 3217 \cdot (560 - 0,5 \cdot 307) = 477,3 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

В месте теоретического обрыва арматура $2\varnothing 32$ А-III с $A_s = 16,08 \text{ см}^2$.

$$x = \frac{R_s \cdot A_s^{2d}}{R_b \cdot b} = \frac{365 \cdot 16,08}{0,9 \cdot 17 \cdot 25} = 15,3 \text{ см}; \quad (2.127)$$

$$M^{2d} = R_s \cdot A_s^{2d} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) = 365 \cdot 1608 \cdot (560 - 0,5 \cdot 153) = 283,8 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (2.128)$$

$$M_{2d25} = \frac{(q+v) \cdot x \cdot (l-x)}{2} + \frac{M_n \cdot (l-x)}{l} + \frac{M_n \cdot x}{l}; \quad (2.129)$$

$$\begin{aligned} l \cdot (g+v) \cdot x^2 + 2 \cdot M_n \cdot x - 2 \cdot M_n \cdot x - (g+v) \cdot l^2 \cdot x + 2 \cdot M_{2d25} \cdot l - 2 \cdot M_n \cdot l = \\ 7,2 \cdot 93,86 \cdot x^2 - 2 \cdot 219,77 \cdot x + 2 \cdot 219,77 \cdot x - \\ - 93,86 \cdot 7,2^2 \cdot x + 2 \cdot 283,8 \cdot 7,2 + 2 \cdot 219,77 \cdot 7,2 = 0 \\ 675,8 \cdot x^2 - 4865,7 \cdot x + 7251 = 0; \quad (a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0) \\ D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c = 4865,7^2 - 4 \cdot 675,8 \cdot 7251 = 2018^2; \\ x_{3,4} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2 \cdot a} = \frac{4865,7 \pm 2018}{2 \cdot 675,8} = x_3=2,1 \text{ м}; x_4=5,1 \text{ м}; \end{aligned}$$

Так как $x_4=5,1$ м $>$ $l-x_3=7,2-2,1=5,1$ м, принимаем $x_4=5,1$ м;

Поперечные стержни $\varnothing 8$ А-III в месте теоретического обрыва стержней $2\varnothing 32$ сохраняем с шагом $s=20$ см;

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 265,5 \cdot 1,006 \cdot 100 / 20 = 1290,195 \text{ Н/см}. \quad (2.130)$$

Поперечная сила сечения, при $x_3=2,1$ м:

$$Q_3 = \frac{(g+v) \cdot l}{2} - (g+v) \cdot x_3 - \frac{-M_n + M_n}{l} = \frac{93,86 \cdot 6,9}{2} - 93,86 \cdot 2,1 - 0 = 140,8 \text{ кН}. \quad (2.131)$$

Длина анкеровки:

$$W_3 = Q_3 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 140800 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 3,2 = 70,6 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}. \quad (2.132)$$

Поперечная сила сечения, при $x_4=5,1$ м:

$$Q_3 = \frac{(g+v) \cdot l}{2} - (g+v) \cdot x_3 - \frac{-M_n + M_l}{l} = \frac{93,86 \cdot 6,9}{2} - 93,86 \cdot 5,1 - 0 = -140,8 \text{ кН}. \quad (2.133)$$

Длина анкеровки:

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot A_{sw} / s = 265,5 \cdot 1,006 \cdot 100 / 20 = 1290,195 \text{ Н / см}; \quad (2.134)$$

$$W_3 = Q_3 / (2 \cdot q_{sw}) + 5 \cdot d = 140800 / (2 \cdot 1290,195) + 5 \cdot 3,2 = 70,6 \text{ см} > 20 \cdot d = 20 \cdot 3,2 = 64 \text{ см}. \quad (2.135)$$

Условия выполняются.

По результатам всех проведенных конструктивных расчетов, в дальнейшем, будут подобраны строительные конструкции, полностью удовлетворяющие расчетному анализу.

Вывод по разделу 2

В данном разделе был произведен комплексный расчет строительных конструкций и по результатам этого расчета были подобраны наиболее оптимальные варианты применения конструктивных элементов, способствующие обеспечить прочность и устойчивость всего здания в целом.

3 РАЗДЕЛ ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Строительство зданий и сооружений состоит из ряда строительных работ, которые, в свою очередь, делятся на отдельные процессы. В то же время строительные работы выполняются в определенной технологической последовательности [15]:

- подготовительные работы – работа подземной части или так называемый «нулевой цикл»;
- строительство надземной части;
- отделочные работы;
- благоустройство территории.

Монтаж строительных конструкций является ведущим технологическим процессом, во многом определяющим структуру потоков объекта, общую скорость возведения здания, последовательность и способы выполнения других строительных работ. Следует помнить, что выполнение всех видов строительных работ, включая сборку конструкций, должно быть объединено в один процесс - поток, конечной целью которого является получение готовой продукции в виде здания или сооружения.

Проекты организации строительства находятся на стадии разработки задания. ПОС действительны на весь период строительства, на все проектные работы, таким образом, устанавливают оптимальную продолжительность всего строительства, этапов, пусковых комплексов, крупных отдельных объектов по отношению к стандартам продолжительности строительства (СНиП 1.04.03–85).

При разработке технологических схем для производства отдельных строительных работ решающую роль играют выбор и комплексная механизация производственного метода работ, назначение здания или сооружения, пространственное планирование и конструктивные характеристики.

3.1 Земляные работы

В состав земляных работ обычно входят: вертикальное расположение, разработка ям, котлованов и рвов, обратная засыпка почвы, а в некоторых случаях и предварительное рыхление почвы или осушение. Объем и характер земляных работ зависит от пространственной планировки и конструктивных особенностей строящихся зданий и сооружений.

Земляные работы объединяют процессы, связанные с обработкой почвы. Разработку почвы проводят механически. В этом способе используется ДЗ-42 бульдозер. Основные процессы в механическом способе разработки почвы включают [17]:

- грунт режут;
- производят транспортировку;
- производят выравнивание и раскладку;
- выполняют трамбование.

Рытье ям и траншей осуществляется с помощью экскаватора ЭО–33211 на всю глубину с дефицитом 0,15 м для очистки вручную. В области эксплуатации рабочих земляных машин запрещается выполнение иных работ и расположение людей.

Строительный мусор (куски бетонного фундамента, кирпича, арматуры и т. д.) со стройплощадки вывозят на свалку за городом (расстояние до 20 км) и привозят чистый плодородный грунт (чернозем), чтобы засыпать газоны толщиной не меньше 0,2 м.

Экскавацию грунта производят механическим способом резания. В механическом способе грунт подвергают режущей силе рабочего органа земляного станка. В результате, определенная часть грунта отделяется от массы и может перемещаться и укладываться в кузове грузовика.

Минимальный угол уклона откоса котлована – 45 градусов, уклона – 1:0,85. На проектную высоту грунт заполняется вручную [17].

При засыпке котлована обеспечивают стабильность и безопасность заполненных конструкций и гидроизоляционных покрытий.

3.2 Разработка котлована

При строительстве карьеров количество проходок и их параметры определяются расчетами с наименьшим количеством времени, необходимого для завершения цикла земляных работ. Высота не должна превышать максимальную высоту скашивания и не должна быть меньше величины, обеспечивающей наполнение ковша.

Котлованами называют временные выемки, которые устраиваются для сооружения частей здания или сооружения расположенных ниже поверхности земли. Объем земляных работ при устройстве котлована вычисляют по проекту, составленному в соответствии с отметками заложения фундаментов и дна котлована, планом участка в горизонталях и принятой крутизной откосов.

Чаще всего используют одноковшовые экскаваторы.

В плане здание имеет сложную форму, но геологические условия в пределах необходимой площади одинаковы и до глубины 1,1 м сложены песком дресвяным, и далее песчаником мелкозернистым.

План котлована показан на рисунке 18.

Ширина откоса котлована:

$$a/h = m, \quad (3.1)$$

где m – коэффициент откоса; $h = 3,3$ м – глубина котлована.

Если $m = 0,5$, тогда ширина откоса $a = 3,3 \cdot 0,5 = 1,7$ м.

$F_1 = 1151,32$ м² – площадь дна котлована.

$F_2 = 1425,64$ м² – площадь верха котлована.

Найдем объем котлована:

$$V_x = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot h = \frac{741,76 + 939,64}{2} \cdot 3,3 = 2774,31 \text{ м}^3; \quad (3.2)$$

Для котлованов, разрабатываемых механизмами, недоработанный объем грунта дорабатывается вручную, в процентном отношении: $V_p = \frac{2774,31 \cdot 5}{100} = 138,7 \text{ м}^3$
 $x = 138,7 \text{ м}^3$ – объем котлована разрабатываемый вручную;
 На рисунке 18 показан план котлована.

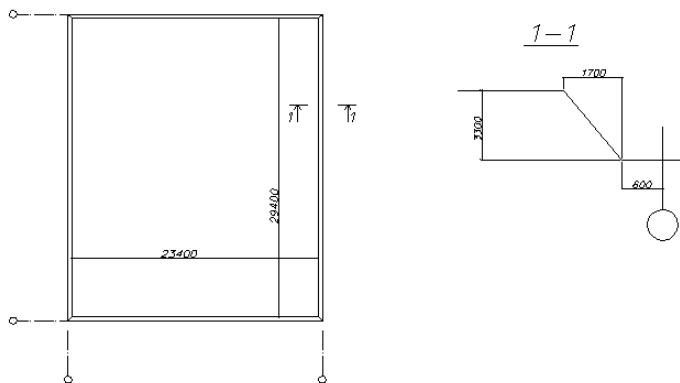


Рисунок 18 – План котлована

3.3 Устройство подземной части

Работы по возведению подземной части здания отличаются по своему характеру от работ по возведению надземной части здания, поскольку подземные сооружения вступают в более тесный контакт с природной средой. На особенности работ влияют местность, инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительной площадки и метеорологические условия. Иногда приходится иметь дело с мерзлыми почвами зимой и с водонасыщением и разбавлением почв с атмосферными и растворенными водами в теплое время года. Подземные секции зданий подвергаются воздействию грунтового давления, и это давление на различные конструктивные элементы подземного участка различается как по размеру, так и по направлению.

Природные факторы являются основными причинами того, что темпы возведение подземной части здания отстают от возведения надземной. Эти факторы доставляют проблемы с возможностями унификации и типизации конструктивных решений.

Структура возведения подземной части зданий и сооружений включает в себя отрывки ям и траншей, подготовку фундаментов, установку дренажа, строительство фундаментов и стен, туннелей, каналов и выполнение обратной засыпки [17].

3.4 Технологическая карта на возведение сборных колонн

Перед началом установки колонн в стаканы фундаментов необходимо [17]:

- соотнести качество поверхностей, правильность геометрических параметров;
- очистить опорные поверхности колонн и фундамента от мусора, грязи, снега и наледи;
- проверить наличие разметки, показывающей положение по проекту колонн.

Временное крепление колонн в стаканы производится с помощью комплекта оснастки, состоящего из подкосов, хомута, фундаментных блоков и клиновых вкладышей. Колонна крепится в уровне стакана ростверка клиньями и в верхнем уровне – двумя подкосами. Нижние концы подкосов крепятся анкерами за монтажные петли.

Заделка стыков колон с ростверком выполняется в следующей технологической последовательности [17]:

- очистка и смачивание стыка;
- бетонирование и уплотнение;
- заглаживание поверхности;
- выбивание клиньев по достижении бетоном 70 % (100 %) прочности.

Цокольные колонны установлены в фундаментные чаши в такой последовательности. По данным геодезического осмотра выполненных работ на верхние края фундаментов наносят риски осей колонн. Осевые риски также отмечены на колоннах, подготовленных к установке. Струну разрезают, поднимают и устанавливают с помощью стрелового крана КС–7361, совмещая по весу нанесенные на нее риски с осевыми рисками на основаниях. Столбец настраивается и временно фиксируется.

Во время монтажа колонн необходимо контролировать [17]:

- установку колонн в проектное положение;
- надежность временного крепления;
- качество замоноличивания стыков колонн с ростверком (ригелем).

Подъем колонны осуществляют в 3 этапа. Для проверки правильности и надежности строповки рабочий выдает сигнал машинисту крана на предварительное натяжение. Водитель крана поднимает колонну на высоту 15-20 см. Убедитесь в правильности и надежности стропы, рабочий посылает сигнал поднять колонну на высоту 1 м, чтобы снять рамку повязки. Сняв рамку бандажа, оператор позволяет водителю крана поднять колонну к месту ее установки.

Монтаж колонн второго этажа ведется с применением кондукторов. Кондукторы применяются для выверки колонн в проектное положение. Смонтированную колонну установщики временно фиксируют в кондукторе при помощи винтов регулировки обоймы сверху. После закрепления колонны в кондукторе ее расстроповывают и кран можно использовать для монтажа других конструкций.

3.5 Технологическая карта на возведение сборных ригелей и плит перекрытия

Ригели подаются краном КС–7361 на временные опоры, ведется их монтаж с площадок. После установки ригелей на колонны подается и устанавливается плита перекрытия. Через оголенную арматуру ригелей пропускаются арматурные стержни плиты перекрытия, увязанные между собою в каркас арматурной проволокой. Узел сопряжения колонна-ригель-плита является монолитным и жестким. Бетонная смесь привозится на площадку автобетоносмесителем на базе КамАЗ–65115, доставляется на проектные отметки с помощью автобетононасоса СО–50. Вибрирование уложенного бетона ведется с помощью глубинных вибраторов И-88

и поверхностных вибраторов С-413.

До начала монтажа плит перекрытий возводится сборный железобетонный каркас.

Перед укладкой плит перекрытия поверхность опорных частей, на которые помещают плиты, выверяют и производят выравнивание в плоскости потолка. Выверку горизонтальности опорных частей производят при помощи нивелира или водяного уровня. Каналы в плитах в целях предупреждения промерзания заделать жесткой бетонной смесью на глубину, равную длине опирания плиты на нагруженный ригель.

При укладке плит необходимо следить за тем, чтобы потолок помещения представлял собой горизонтальную плоскость. Если плоскость укладываемой плиты не совпадает с плоскостью ранее укладываемой плиты более, чем на 2 мм, укладываемую плиту необходимо приподнять, очистить от раствора, исправить толщину растворной постели, затем заново установить и выверить плиту. После окончательной установки плит их скрепить между собой и с ригелями согласно проекту. Швы между плитами, заполнить цементным раствором.

Доставка раствора на объект строительства (рисунок 19) осуществляется автосамосвалами. С целью недопущения его расслаивания, подача раствора на рабочее место краном осуществляется только после его перегрузки в ящики через шнековый агрегат для приема, перемешивания и выдачи кладочного раствора с принудительным побудителем рисунок 20. В зимних условиях производства работ должен быть организован электроподогрев раствора на месте его перегрузки в ящики.

Монтаж плит перекрытий с замоноличиванием стыков ведут специализированным звеном в составе 6-х человек: монтажник (4 разряд) – 1; монтажник (3 разряд) – 1; монтажник (2 разряд) – 1; бетонщик (4 разряд) – 1; бетонщик (2 разряд) – 1; арматурщик (3 разряд) – 1 [17].

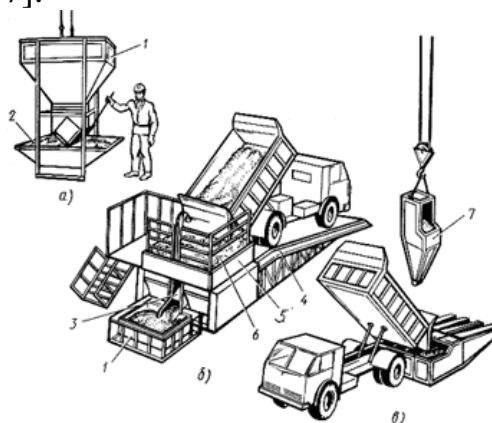


Рисунок 19 – Раздаточный бункер и перегрузка раствора

a – раздаточный бункер; *б* – перегрузка раствора из автосамосвала в раздаточный бункер; *в* – в поворотные бады

1– раздаточный бункер; *2* – ящик для раствора; *3*– затвор для выдачи раствора; *4*– эстакада; *5*– смеситель; *6* – сетка смесителя; *7* – бадья

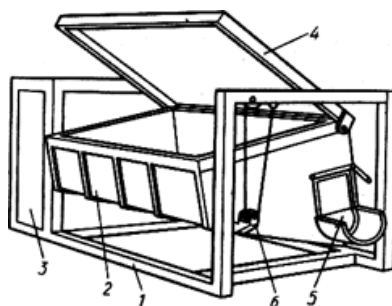


Рисунок 20 – Установка для приема, перемешивания и порционной выдачи раствора

1 – рама; 2 – емкость с винтом внутри для перемешивания раствора;
3 – моторный отсек; 4 – крышка; 5 – секторный затвор для выдачи раствора;
6 – подвеска

Анкеровку панелей выполняют заделкой выпусков арматуры к ригелю. Соединение всех стержней выполнять обязательно вязанием обожженной проволоки. При бетонировании обеспечивают проектное положение арматуры.

Работы в звене распределяются следующим образом: согласно рисунку 21 монтажник (2 разряд) стропит плиту к крюку крана и дает команду машинисту крана натянуть стропы. Убедившись в правильности строповки, монтажник (2 разряд) дает команду машинисту крана поднять плиту на высоту 1,2 м и производит осмотр плиты и очистку опорных поверхностей от грязи, наледей и др. Монтажники (3, 4 разряд) производят выверку горизонтальности опорных частей ригеля. Монтажник (3 разряд) готовит постель из раствора находясь на столике – подмостях.

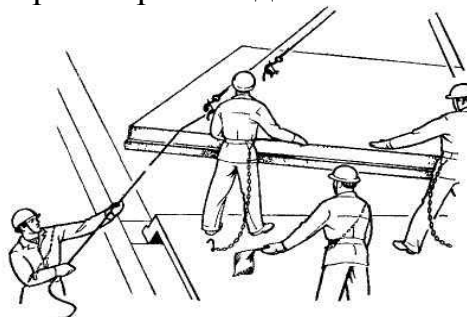


Рисунок 21 – Строповка плиты перекрытия

Машинист крана подает плиту к месту укладки. Монтажник (4 разряд), находясь на смонтированной этажной лестничной площадке, и монтажник (3 разряд), находясь на балочных инвентарных подмостях, принимают плиту и наводят её на место установки. По команде монтажника (4 разряд) крановщик плавно опускает плиту на место установки. Монтажник (4, 3 разряд) установленную плиту на подвесе крана с помощью монтажных ломов устанавливает в проектное положение точки, после этого монтажник (3 разряд) производит расстроповку плиты [17].

При монтаже плит перекрытий с армированными стыками в установку арматурных стержней и вязку каркасов производит арматурщик (3 разряд). Бетонирование армированных стыков и шпонок производят бетонщики (4, 2 разряд), изображено на рисунке 20.

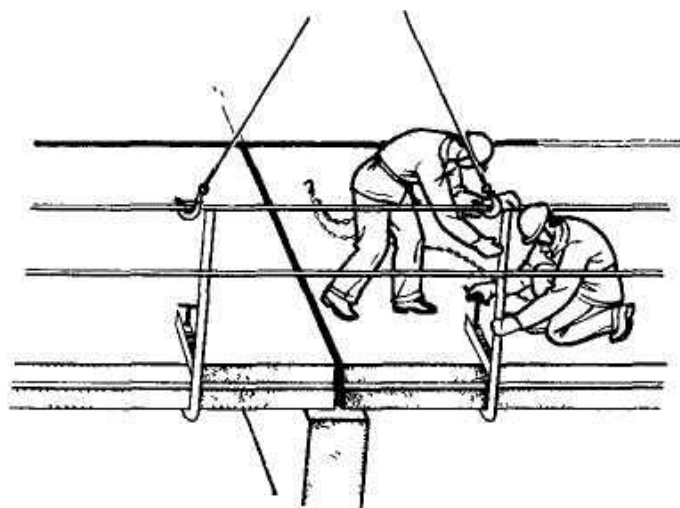


Рисунок 22 – Укладка и анкеровка плиты перекрытия

При этом бетонщик (2 разряд) укладывает бетон в стыки или шпонки лопатой, а бетонщик (4 разряд) производит уплотнение бетона вибратором заглаживание открытых поверхностей бетона.

3.6 Арматурные работы

Арматуру применяют для армирования железобетонных конструкций.

Конструкции могут армировать отдельными стержнями и сетками. Арматура бывает нескольких видов: рабочая, конструктивная, монтажная и хомуты.

Сначала выверяют арматурные выпуски, до установки каркаса в проектное положение. Эти каркасы монтируются самоходными кранами. Для соединения арматуры применяют различные виды сварки. Соединение внахлест без сварки используется для армирования конструкций сварной сеткой или плоскими рамами с односторонним расположением рабочих арматурных стержней и диаметром армирования не более 32 мм. В этом типе арматурного монтажа величина обхода (перекрытия) зависит от типа элемента, положения соединения в сечении элемента, класса прочности бетона и класса арматурной стали. При стыковке на сварке сеток из круглых гладких стержней в пределах стыка следует располагать не менее двух поперечных стержней. При стыковке сетей из стержней периодического профиля приваривать поперечные стержни в пределах стыка не обязательно, но длина перепуска в этом случае должна быть увеличена не менее чем на пять диаметров свариваемой арматуры [17].

Армирующие работы классифицируются как основные работы, и поэтому к ним предъявляются повышенные требования к качеству. Перед бетонированием проверяют рабочие характеристики арматурного стержня по паспортным данным, диаметры и количество стержней, расстояние между ними, устройство соединений, положение вкладышей для формирования защитного слоя и т. д. Качество сварных швов и узлов, выполненных во время установки, контролируется с помощью внешних испытаний, а также выборочных испытаний образцов.

3.7 Технологическая карта на ведение кровельных работ

Работы по кровле выполняют после завершения всех работ, которые в следствии могли вызвать поломки в готовой крыше.

Выполнение действий по монтажным работам:

- подготовительный этап – чистка от строй-мусора;
- измерения – в основе полученных результатов узнаем количество изделий, нужных для устройства кровли;
- пароизоляция, теплоизоляция, гидроизоляция;
- сборка кровли;
- нанесение защитного слоя бетона.

Работы с кровлей делают при температуре наружного воздуха не меньше 5°C. Материалы для кровли поднимают стреловым краном КС–7361.

3.8 Заполнение оконных и дверных проемов

Требования, которые необходимо соблюдать при монтаже оконных и дверных проёмов – их надо устанавливать на заданной отметке по уровню, термоизоляционными материалами проконопачивать зазоры, само крепление осуществлять шурупами или стальными ершами, верхняя поверхность должна иметь уклон 1–1,5 %.

Установка витражного остекления: вычисление размеров площади остекления, изготовление алюминиевого каркаса, окрашивание профиля, сборка витража, установка откидных створок.

Зная свойства стекла и профиля, можно рассчитать вес стекла. Так, квадратный метр 1 мм, толщина стекла 1 мм, весит 2,5 кг. Средний вес стеклопакета толщиной 3 мм должен составлять 7,5 кг. Это число должно быть умножено на сумму всех областей стекла. Общая длина используемого профиля рассчитывается таким же образом.

Витражное остекление долговечно, экологично, обладает прочностными характеристиками, теплоизоляционно, и проста в сборке.

Стоимость витража варьируется в зависимости от типа конструкции, сложности и объема работ, особенностей стеклопакета и системы крепления, наличия встроенных элементов. Разнообразие видов остекления позволяет выбрать вариант для любого бюджета.

3.9 Отделочные работы

Отделка – это процесс, основной целью которого является создание защитного слоя, который защищает конструкции от негативного воздействия окружающей среды, продлевает срок службы поверхностей и придает им более привлекательный внешний вид. Кроме того, хорошая обработка поверхности может значительно улучшить звукоизоляцию и огнезащитные свойства объекта [13].

Отделка здания является третьим и последним циклом строительства здания, но его начало обычно не совпадает с завершением комплекта строительства, но находится на самой ранней возможной дате. Тип и качество отделочных работ зависит

от их предполагаемого использования и проявляется в декоративных, эстетических, технических или защитных, а также гигиенических функциях. Все виды отделочных работ можно подразделить на основные и отделочные работы, которые используются в соответствии с требованиями помещения, фасада или их частей.

В отделке внутри выполняется:

- штукатурка стен;
- покраска стен и перегородок краской на основе акрила;
- устройство полов;
- монтаж окон;
- установка дверных проемов.

Работы по отделке совмещены с санитарно-техническими, электроустановочными и общестроительными работами при строгом соответствии техники безопасности. Материалы и инструменты поднимаются на полы с помощью лифтов. Отделку помещений проводят сверху вниз.

Штукатурные, малярные, стекольные, облицовочные, обойные и лепные работы относятся к видам отделочных работ.

Капитальные виды обработки выполняют из природного и искусственного камня, стекла и цветных металлов. Отделка из менее долговечных материалов может быть отнесена к декоративным видам. Качество обработки определяется степенью выравнивания и однородности поверхности, величиной зазоров между отдельными элементами и некоторыми другими характеристиками. Качество обработки задают в проекте для работ с дифференцированными требованиями к качеству или контролируют по единым, стандартным требованиям, независимо от вида и назначения помещения или сооружения.

3.10 Кровельные работы

Верхняя часть конструкции представляет собой своеобразный барьер, который защищает крышу и здание в целом от различных осадков. Долговечность зависит от покрытия, из которого она выполнена. Технология кровли является вторым показателем, обеспечивающим длительный срок службы кровли.

Вентиляция, утеплитель, гидроизоляция и пароизоляция – элементы, которые включает в себя кровля.

Работы по кровле выполняют после завершения всех работ, которые в следствии могли вызвать поломки в готовой крыше.

Выполнение действий по монтажным работам [13]:

- подготовительный этап – чистка от строй-мусора;
- измерения – в основе полученных результатов узнаем количество изделий, нужных для устройства кровли;
- пароизоляция, теплоизоляция, гидроизоляция;
- сборка кровли;
- нанесение защитного слоя бетона.

Работы с кровлей делают при температуре наружного воздуха не меньше 5°C. Материалы для кровли поднимают стреловым краном КС–7361.

При проведении работ по устройству кровли важно, чтобы все элементы были включены в конструкцию.

Неправильный монтаж одной части, составляет кровельное покрытие, или ее исключения приводит к тому, что кровля пропускает влагу или холод. А это, в свою очередь снижает надежность кровли и ее функции по защите здания от атмосферных явлений.

На рисунке 19 показаны элементы кровли.

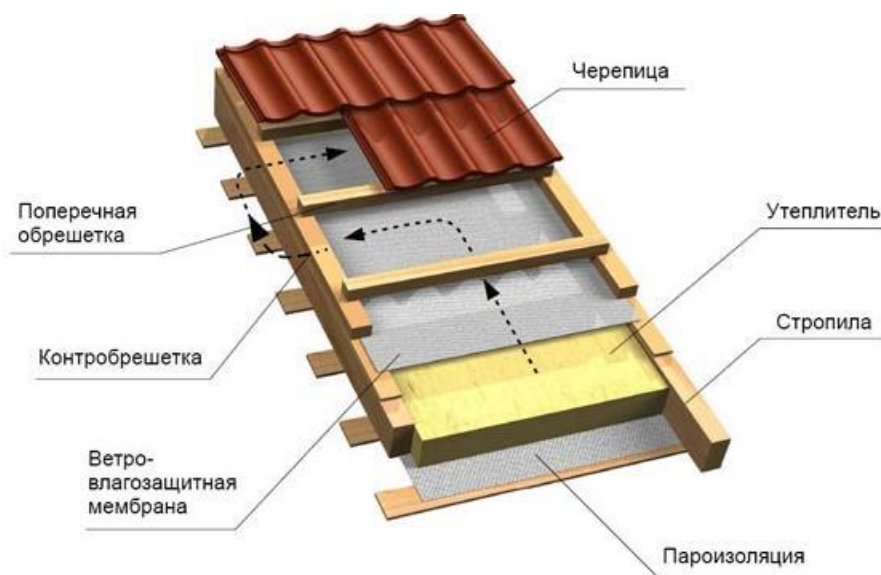


Рисунок 19 – Элементы кровли

Чтобы кровельное покрытие сохраняло свои свойства и в течение длительного времени выполняло свои функции, необходимо приступить к монтажным работам на крыше с учетом технологических процессов, создаваемых определенным покрытием, и технологии монтажа на кровле.

Технология выполнения кровельных работ состоит из следующих этапов: для начала монтируется стропильная система, устраивается пароизоляционный слой, идет укладка теплоизоляционных материалов, устраивается гидроизоляционный слой, затем монтируется обрешетка кровельного покрытия, контробрешетка, укладывается кровельный материал, устраиваются кровельные элементы и элементы для перемещения, отделка карнизного свеса и устраивается водосточная система.

Очень важно серьезно и ответственно относиться к правильности кровельных работ, а также к материалам, которые будут использоваться для покрытия.

3.11 Указания по производству работ в зимнее время

Мерзлый грунт имеет большую прочность, а это значит, что для его разработки требуются большие усилия, по сравнению с маломерзлым грунтом.

Рыхлый мерзлый грунт состоит из отдельных кусков, содержит много пустых мест и плохо уплотняется. Поэтому его нельзя использовать для оборудования насыпей и засыпки фундаментов (при размораживании подложка не удастся).

Временные земляные работы (траншеи, ямы), выполняемые в течение периода замерзания, могут быть без уклонов и без временной фиксации вертикальных стенок канавок, что снижает затраты и несколько уменьшает объем земляных работ.

Разрабатывать грунт зимой можно тремя принципиально разными методами: механическим способом, способом оттаивания грунта, применяя различные методы оттаивания и третий способ, это не дать грунту замерзнуть, то есть держать грунт с помощью нагревательных элементов длительное время с положительной температурой [17].

3.12 Технология бетонирования в зимних условиях

В зимних условиях основной задачей является предотвращение преждевременного замерзания уложенного бетона. Технические условия требуют, чтобы бетон сохранял положительную температуру во время монтажа и обслуживания, пока он не достигнет 50 % его расчетной прочности, но не менее 50 кг/см². В тех же случаях, когда бетонные конструкции зимой должны быть полностью загружены до наступления весны, технические условия требуют, чтобы бетон выдерживался при положительной температуре до тех пор, пока он не достигнет своей расчетной прочности [17].

Для затвердевания бетона в зимних условиях, прежде всего, необходимо, чтобы он был теплым в форме, и чтобы все его компоненты имели положительную температуру. Поэтому зимой бетонную смесь готовят, как и раствор, в горячей и предварительно нагретой воде.

Наиболее распространенный способ нагрева бетона – внешними источниками тепла, то есть паровой, электрический, электрический, индукционный, радиационный нагревы и т. д.

Не рекомендуется использовать пар для нагрева бетонной смеси, так как это увеличивает количество воды в бетоне, что серьезно скажется на снижении прочности, но в то же время, при правильной организации паропрогрева серьезных проблем может и не возникнуть.

После укладки бетонной смеси особое внимание следует уделить качеству ее укрытия с использованием утепляющих материалов, поскольку качество бетонной конструкции зависит от качественной теплоизоляции, отсутствия зазоров в изоляционных швах и слабоизолированных местах.

3.13 Техника безопасности при производстве работ

Безопасность играет важную роль в современном строительстве. Контроль за безопасностью на строительной площадке должен присутствовать в любом месте, независимо от масштаба строящегося объекта. Ведь каждая зона где осуществляется какая-либо операция является местом повышенной опасности. Огромное множество механизмов и устройств, многие из которых весят целые тонны, являются механизмами и устройствами повышенной опасности, а таковых на территории стройки всегда в избытке.

Системы, узлы и многие другие устройства и рабочие места требуют, чтобы правила безопасности всех участников процесса строго соблюдались.

Особого внимания заслуживают вопросы обеспечения безопасных условий труда, которые могут предотвратить возникновение производственных травм, а также профессиональных заболеваний работников.

Периодический инструктаж по технике безопасности на строительной площадке, обучение персонала и систематические проверки помогают сократить риски травматизма до минимума.

Техника безопасности при производстве работ должна быть регламентирована. Самый важный документ, от которого зависят все остальные – это проект организации труда. Он должен включать все важные аспекты для обеспечения бесперебойного управления трудовыми ресурсами. Поэтому проект должен учитывать все меры безопасности, определять средства механизации и уделять внимание тяжелой и утомительной работе.

Организация строительной площадки и рабочих мест должна обеспечивать безопасность работников на всех этапах работы. Все изолированные зоны должны быть оборудованы телефонной связью или радиосвязью.

При организации стройплощадки следует установить опасные зоны для людей там, где идет угроза для жизни и действуют опасные производственные факторы. Эти зоны (вблизи токоведущих частей электроустановок, неогражденных перепадов на высоте 1,3 м и больше, зоны, где содержатся вредные вещества, где строится здание, места, над которыми перемещается груз и т.д.) обозначаются специальными знаками.

При постоянно действующих опасных факторах устанавливаются предохранительные защитные ограждения, а где потенциально действуют опасные факторы устраиваются сигнальные ограждения.

Горизонтальной проекцией определяются границы опасных зон в местах, где происходит перемещение грузов краном.

Стройплощадка должна быть ограждена по ГОСТ 23407–78 [16].

Во время строительных работ должна быть обеспечена и противопожарная безопасность на строительном объекте в целом и на отдельном рабочем месте в соответствии с общими требованиями пожарной безопасности [6].

Кроме того, в рамках строительного производства осуществляется контроль вредных веществ в воздухе в рабочей зоне, а также контроль предельных значений освещения, вибрации и шума, нормативов температуры, относительной влажности и скорости ветра на рабочих местах. Контроль выполняются строительными лабораториями и другими отделами – специализированными или санитарными лабораториями.

При проведении строительного-монтажных работ должен осуществляться контроль за соблюдением гигиенических норм, наличие душевых, умывальных, санузлов и т.п. элементов включен в обязательное соблюдение требований по охране труда.

Хранение материалов, укладка конструкций, навеска воздушных линий и организация коммуникаций проводится вне призмы обрушения грунта котлована, траншеи, стены которых не закреплены, а их размещение внутри призмы представляет собой пустое пространство. Допускается искусственное упрочнение грунта крепежными элементами, при условии, что это было предварительно проверено путем расчета прочности крепежного элемента с учетом динамического фактора нагрузки.

На въезде на строительную площадку должна быть установлена схема движения транспортных средств, а на обочинах дорог и проездах – хорошо видны дорожные знаки, регулирующие движение транспортных средств в соответствии с Правилами дорожного движения. Скорость движения транспортных средств вблизи рабочих мест не должна превышать 10 км/ч на прямых участках и 5 км/ч – на поворотах.

Подъездные пути, проходы и рабочие места следует регулярно чистить и не перегружать, а зимой за пределами зданий следует обсыпать песком или шлаком. Проходы с уклоном более 20 градусов должны быть оборудованы лестницами.

Входы в строящееся здание (сооружение) должны быть защищены сверху сплошным тентом шириной не менее 2 м от входа на расстоянии не менее 2 м от стены здания. Угол, образованный между навесом и верхней стенкой над входом, должен составлять от 70 до 75 градусов.

В зависимости от условий труда и принятой технологии работы, задачи по организации безопасности на строительной площадке должны выполняться в соответствии с нормативными комплектами, с соответствующим исправным оборудованием и промышленными средствами защиты, а также средствами связи и сигнализации.

Вывод по разделу 3

В данном разделе дано описание ряда строительных работ в рамках текущего строительного производства с подготовкой технологических карт на выполнения отдельных технологических операций, таких как земляные работы (например разработка котлована); устройство фундамента; технология возведения сборных колонн, ригелей и плит перекрытия, проведение арматурных работ; ведение кровельных работ с подробным описанием технологии и подбором кровельных материалов; отдельно внимает уделено проведению работ в зимний период, а также очень важному вопросу по технике безопасности..

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Строительный генеральный план

Стройгенплан – это генеральный план с указанием постоянных и временных объектов, средств механизации и транспорта, коммуникаций в период строительства. Стройгенплан может быть разработан по всей строительной площадке или в виде отдельного объекта. Общий план строительства площадки (строительства) является частью ПОС и может также разрабатываться отдельно как часть рабочей документации.

Объект стройгенплан включен в проект производства работ. Общие принципы создания строительных генеральных планов остаются неизменными, отличается только уровень детализации расчетов и разработки.

Компоновка и состав стройгенпланов при проектировании строительной площадки сильно различаются в зависимости от характера строительства и окружающей среды. По этой причине при строительстве или реконструкции гражданских зданий в условиях свободной или городской застройки строительство обычно ограничивается небольшой площадью, обнесенной глухим забором. Все то, что находится в пределах строительной площадки, а это строительные машины и строительное оборудование, инвентарные здания бытовок, санузлы, электро-, тепло-, газовое оборудование носит, как правило, кратковременный характер (за исключением возводимого здания), следовательно, после окончания строительства будет демонтировано, разобрано, отцеплено или отключено, загружено и перевезено на новое место строительства.

4.2. Размещение монтажного крана

Выбор типа подъемного механизма для вертикального транспорта определяется проектом организации строительства и зависит от веса предназначенных к подъему материалов и деталей, высоты здания, его формы в плане (конфигурации), расположения складов материалов и деталей на строительной площадке, наличия электроэнергии и сроков выполнения работ.

Размещение и привязка монтажных кранов при разработке плана строительства необходимо для определения возможностей их сборки, эффективности использования в строительстве с учетом условий безопасности.

Ось движения крана относительно строящегося здания определяется по формуле:

$$B = R_{нов} + L_{без} = 5 + 1 = 6 \text{ м}, \quad (4.1)$$

где $R_{пов}$ – радиус поворотной платформы (или другой выступающей части крана), принимаемого по паспортным данным справочника, м; $L_{без}$ – минимальное безопасное расстояние, минимально допустимое расстояние от выступающей части крана до габарита строения, штабеля и т.п.

Первостепенной задачей при подборе крана является определение зон влияния крана.

При размещении подъемно-транспортных строительных машин необходимо определить зоны, опасные для людей, в которых потенциально возможны постоянные опасные действия или действия угрожающие жизни и здоровью человека. Основными опасными факторами производства преимущественно являются обрыв груза, падение обломков конструкции с высоты при ее деформации, падение мелкоштучного груза (например, кирпича) при соскальзывании его с поддона, свободное движение крюка, расчалок, строп и так далее

Области постоянного действия опасных факторов включают места, по которым груз перемещается кранами, эта зона окружена защитными барьерами. К зонам потенциального воздействия опасных факторов относятся участки территории вблизи строящегося здания, над которыми происходит монтаж конструкции и оборудования.

Опасной зоной работы крана называются зоны, в пределах которых постоянно действуют опасные факторы выполнения работ. Опасная зона определяется по формуле [16]:

$$R = R_{\max} + 0,5l_{\max} + l_{\text{без}} = 32 + 0,5 \cdot 2,4 + 3 = 37,9 \text{ м}, \quad (4.2)$$

где R_{\max} – максимальный рабочий вылет стрелы крана, м; l_{\max} – длина наибольшего перемещаемого груза, м; $l_{\text{без}}$ – дополнительное расстояние для безопасной работы, устанавливаемое в соответствии со СНиП.

Границы опасных зон, где грузы перевозятся краном, включают в себя зону обслуживания крана, половину внешнего размера перемещаемого груза путем сложения минимального общего расстояния груза, а также наибольшего общего размера движущейся (падающей) нагрузки [16].

Для работы в области опасных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемой работы, должно быть выдано разрешение на работу.

4.3 Подбор монтажного крана

Подбор крана осуществляем по основному параметру – грузоподъемности, с учетом вылета стрелы и высоты подъема крюка.

Требуемую грузоподъемность подбираем по ведомости наиболее часто поднимаемого груза (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Ведомость грузов

№	Наименование	Кол-во	Вес конструкции, кг
1	Фундаментные блоки	24	3000
3	Колонны	72	500
4	Плиты перекрытия	168	1790
5	Ригеля	60	1200
6	Кирпич	–	527
7	Бетонные блоки	500	600
8	Балки перекрытий	54	800

Рассчитаем требуемые технические параметры крана и по результатам расчета произведем подбор подходящего крана.

Высота подъема крюка над уровнем стоянки крана:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_3 + h_{cm} = 11,5 + 1 + 0,6 + 1,8 = 14,9 \text{ м}, \quad (4.3)$$

где h_0 – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана, м; h_3 – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее 1 м), м; h_3 – высота или толщина элемента, м; h_{cm} – высота строповки (от верха элемента до крюка крана), м.

Необходимая высота подъема верхнего конца стрелы:

$$H_c = H_k + h_{пс} = 14,9 + 2,45 = 17,35 \quad (4.4)$$

где $h_{пс}$ – высота полиспаста в стянутом состоянии (по паспорту), для расчетов от 2,45 до 3 м.

При выборе кранов высота подъема крюка зависит от вылета.

Требуемая грузоподъемность Q крана определяется массой поднимаемой конструкции и применяемого такелажного приспособления, а также массой конструкций усиления и навесных монтажных приспособлений, укрепляемых на конструкции до ее монтажа.

В общем, виде значение требуемой грузоподъемности крана Q_k определяется по формуле:

$$Q_k = Q_э + q_{тп} + q_k + q_m, \quad (4.5)$$

где $Q_э$ – масса монтируемого элемента, т; $q_{тп}$ – масса такелажного приспособления, т, (стропы траверсы); q_m – масса навесных монтажных приспособлений (оттяжки, кондуктор), т.

$$Q_k = Q + q_{тп} = 3 + 1,75 = 4,75 \text{ т}.$$

При расчете необходимо учесть, что для исключения возможности касания стрелой крана смонтированных конструкций ось стрелы не должна приближаться к ним ближе точки, удаленной от конструкции по горизонтали и вертикали на 1 м.

Угол наклона стрелы к горизонту будет зависеть от положения сигнальной точки и удалении оси крана от сооружения, а также от уровня точки закрепления на кране, определяемого размером h_c [16].

$$h_1 = H_M - h_c + 1 \text{ м}, \quad (4.6)$$

$$h_2 = L_2 \sin \alpha \quad (4.7)$$

$$h_1 = 11,5 - 1,5 + 1 = 11 \text{ м}.$$

$$b = \frac{B}{2} + f + 1 \text{ м}, \quad (4.8)$$

где b – расстояние по горизонтали от вертикальной оси, проходящей через крюк крана при установке конструкции в проектное положение; B – размер монтируемого элемента конструкции по горизонтали в направлении положения стрелы при монтаже, м; 1 м – расстояние по горизонтали от монтируемой конструкции после ее установки в пролетное положение до края сооружения со стороны стоянки крана по направлению положения стрелы при монтаже.

$$b = \frac{2,4}{2} + 0,2 + 1 = 2,4 \text{ м.}$$

Тогда $\frac{b}{h_1} = \frac{2,4}{11} = 0,22$ величина оптимального угла α :

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{b}} = \sqrt[3]{\frac{11}{2,4}} = 2,1 \quad (4.9)$$

откуда $\alpha = 70^\circ$.

$$h_2 = L_2 \sin \alpha = \frac{b}{\cos \alpha} \sin \alpha = \frac{2,4}{0,3} \cdot 0,9 = 7,2 \text{ м} \quad (4.10)$$

где h_1 – превышение точки «е» над точкой «С»; h_2 – превышение верхнего конца стрелы над точкой «е»; L_2 – размер верхней части стрелы от точки «е» до точки «А».

Длина стрелы:

$$L = \frac{h_1}{\sin \alpha} + \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{11}{0,9} + \frac{2,4}{0,3} = 20,2 \text{ м.} \quad (4.11)$$

Проекция всей длины стрелы:

$$l = L \cos \alpha = 20,2 \cdot 0,3 = 6,06 \text{ м.} \quad (4.12)$$

Высота от монтажного горизонта до верха стрелы:

$$h_{\text{ПС}} = h_2 + 1 = 6,06 + 1 = 7,06 \text{ м} \quad (4.13)$$

Параметры крана при $\varphi \neq 0$.

Определяем угол φ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Д}{l} = 6/6,06 = 0,99; \quad (4.14)$$

Рассчитываем проекции:

$$l_\varphi = l / \cos \varphi = 6,06 / 0,78 = 7,77. \quad (4.15)$$

Определяем угол наклона стрелы к горизонту:

$$\operatorname{tg} \alpha_\varphi = \frac{(h_1 + h_2)}{l_\varphi} = \frac{(11 + 7,2)}{7,77} = 2,34. \quad (4.16)$$

Находим и определяем требуемый вылет стрелы при $\cos \alpha_\varphi = 0,4$:

$$L = l_\varphi / \cos \alpha_\varphi = 7,77 / 0,4 = 19,5 \text{ м.} \quad (4.17)$$

Вывод: По полученным результатам подбираем необходимый кран по справочнику.

Таким образом для монтажа применяется гусеничный кран КС–7361 с длиной стрелы 14 м, с гуськом 12 м. Кран имеет следующие характеристики:

- Грузоподъемность 4–7,9 т.
- Вылет стрелы 5,2–12 м.
- Высота подъема крюка 28,3–36,8 м.
- Длина башни 27,75 м.
- Длина управляемого гуська 10 м.

Прокладка временных дорог

Расстояние между дорогой и забором, окружающим строительную площадку, составляет не менее 1,5 м, а расстояние между дорогой и открытым резервуаром составляет 1 м. Движение и порядок расположения, дороги в плане, крановая зона, обеспечивает доступ к складам. Строительство дорог до складов. Ширина отдельных полос составляет 6 метров. Радиус округления 12 м.

Размещение временных дорог над подземными сетями и в непосредственной близости от подземных коммуникаций, проложенных и подлежащих прокладке, недопустимо, поскольку это приводит к осадению на склонах грунта или засыпке и деформации дорог. Тип временной дороги – естественная, грунтовая.

4.5 Расчёт численности персонала в строительстве

Список работников, работающих на строительной площадке, включает работников, непосредственно вовлеченных в процесс строительства, а также в транспортные средства и услуги. Основой для расчета состава строительного персонала является общий график работы работников. Максимальное количество рабочих (определяется по календарю) составляет 85 % от общего числа людей, занятых на строительстве в смену.

Общая численность персонала, занятого на строительстве в смену определяется по формуле:

$$N = (N_{\max} + N_{итр} + N_{моп}) \cdot 1,06 = (144 + 7 + 5) \cdot 1,06 = 165 \text{ чел.} \quad (4.18)$$

где N_{\max} – максимальная численность рабочих основного и не основного производства, а также занятых монтажом технологического оборудования; находится по формуле:

$$N_{\max} = N_{осн} + N_{неосн} + N_{монт} = 120 + 24 = 144 \text{ чел.} \quad (4.19)$$

где $N_{осн}$ – численность рабочих основного производства; $N_{неосн}$ – численность рабочих неосновного производства; $N_{монт}$ – численность монтажников технологического оборудования; $N_{итр}$ – численность ИТР; находится по формуле:

$$N_{итр} = N_{\max} \cdot 0,06 = 120 \cdot 0,06 = 7 \text{ чел.}$$

$N_{моп}$ – численность МОП; находится по формуле:

$$N_{моп} = N_{\max} \cdot 0,04 = 120 \cdot 0,04 = 5 \text{ чел.}$$

4.6 Организация складского хозяйства

Отдельные условия при планировании стройгенплана касаются планирования и организации складов. Основным условием эффективного управления запасами является оптимизация процессов хранения. Чтобы обеспечить порядок на складе, необходимо дать сотрудникам мотивацию бережно относиться к запасам, грамотно организовать их хранение, быстро вводить новые товары в ассортимент, пытаться ранжировать товары по приоритету, проводить инвентаризацию и обработку документации. своевременно. Все это можно реализовать несколькими способами, главное – получить результат, то есть добиться порядка.

Хранение предназначено для обеспечения приемки материалов с определением их качества и количества; рациональное размещение и размещение материалов с учетом их физико-химических свойств; погрузочно-разгрузочная механизация; совершенствование методов хранения материалов, конструкций и изделий; минимизировать материальные потери при хранении; организация лицензий и учетных материалов.

Существует несколько видов складов по назначению: базисные, которые предназначены для централизованного обслуживания объектов, приобъектные склады (открытые и закрытые), участковые склады, которые необходимы для нужд общестроительного или специализированного участка, склады производственных предприятий и перевалочные склады.

По способу хранения материалов различают открытые, полужакрытые, закрытые и специальные склады.

Склады длительного использования строят по типовым проектам, а временные склады должны быть контейнерными.

Открытые склады на строительной площадке располагают в зоне действия монтажного крана, обслуживающего объект. Участки, выбираемые для размещения складов, должны быть по возможности ровными, с небольшим уклоном для водоотвода, не требовать затрат на осушение или понижение грунтовых вод. На недренирующих грунтах помимо планировки следует сделать небольшую подсыпку из щебня или песка (5–10 см). При необходимости производят поверхностное уплотнение.

Открытые склады предназначены для хранения основных строительных конструкций и изделий заводского производства

Навесы для хранения тяжелых и легких материалов или оборудования должны быть размещены в зоне монтажного механизма или рядом с ней, чтобы обеспечить бесперебойную доставку груза в рабочую зону. Временные дороги ведут к автономным складам.

Закрытые склады используются для хранения дорогих и в то же время материалов, которые могут портиться при хранении на открытом воздухе. Это краска, цемент, известь, керамическая и силикатная плитка, штукатурка, метизы и для хранения материалов, подверженных неблагоприятному воздействию окружающей среды (сыпучие материалы, дисперсные порошковые материалы и т.д.), а также для хранения некоторого инвентаря и запасных деталей для строительной техники, и оборудования.

Специальные хранилища предназначены для хранения материалов, требующих особых условий хранения. Эти материалы представляют собой легковоспламеняющиеся смазочные материалы, взрывчатые вещества, химические вещества, легко воспламеняющиеся вещества, кислород, карбид и так далее.

Ширина склада на площадке строительства, расположенного в зоне основного крана, не должна превышать максимальной величины вылета стрелы крана. Кроме того, должна быть соблюдена полная безопасность при организации разгрузки изделий и конструкций на склад, это подъезд грузового транспорта и планирование

разгрузочных карманов. Ширина отдельно расположенных складов с внутренними переходами, практически не ограничена. Склады, как правило, проектируют в непосредственной близости от основной транспортной развязки, при этом расстояние от склада до обочины должно быть не менее 0,5 м [16].

При проектировании склада учитывают максимальное использование применяемых строительных конструкций и заводских изделий. За основу берут такие показатели как геометрические характеристики, количество изделий и конструкций на смену плюс запас около 20 %, габаритность конструкции и вес.

В таблице 5 указаны параметры конструкций, которые в основном используются при строительстве горнолыжной базы.

Таблица 5 – Количество и вес конструкций

№	Наименование	Кол-во	Вес конструкции, кг
1	2	3	4
1	Фундаментные блоки	170	3000
3	Колонны	48	1280
4	Плиты перекрытия	194	1790
5	Кирпич	–	527
6	Бетонные блоки	500	400
7	Балки перекрытий	28	1350

Площадь складов рассчитывается по количеству материалов:

$$Q_{зан} = Q_{общ} \cdot k \cdot \alpha \cdot n / T, \quad (4.20)$$

где $Q_{зан}$ – запас материалов на складе; $Q_{общ}$ – общее количество материалов; α – коэффициент неравномерности поступления материалов на склады; T – продолжительность, дни; n – норма запаса материалов в днях; k – коэффициент неравномерности потребления материалов.

Полезная площадь складов:

$$F = Q_{зан} / q, \quad (4.21)$$

где q – количество материалов на 1 м² площади.

Полезная площадь склада:

$$S = F / \beta, \quad (4.22)$$

где β – коэффициент его использования, характеризующийся отношением полезной площади склада к общей.

4.7 Потребность во временных зданиях

Требуемая площадь конторских помещений, пунктов питания и т.д. определена из расчетного года по РН–73, ч.1, таблица 51, 52 [8].

Общее число работающих: 64 человек, из них: 57 человека – рабочих, 7 человек – ИТР, служащие, МОП.

В наиболее многочисленную смену: число рабочих составляет 25 % от общего числа, или 16 человек, а ИТР, служащих, МОП и охраны 80 % от общего числа – 6 человек. Расчет потребности в инвентарных зданиях:

$$S_{mp} = N \cdot n, \quad (4.23)$$

где N – число работающих в наиболее многочисленную смену; n – нормативный показатель площади.

$$N = 16 + 6 = 22 \text{ чел.}$$

$$\text{Уборная: } S_{mp} = 22 \cdot ((0,07 \cdot 0,7) + (0,14 \cdot 0,3)) = 2 \text{ м}^2,$$

где 0,07 и 0,14 – нормативные показатели площади соответственно для мужчин и женщин; 0,7 и 0,3 – коэффициенты, учитывающие соотношения соответственно количества мужчин и женщин. Расчет потребности в инвентарных зданиях приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет потребности в инвентарных зданиях

№ п/п	Наименование помещений	Расчетное количество, чел	Площадь на 1 раб.	Общий объем или площадь
<u>Санитарно–бытовое назначение</u>				
1	Гардеробная	57	0,7	40
2	Душевая	16	0,54	9
3	Умывальная	22	0,2	5
4	Сушилка	16	0,2	3,2
5	Помещение для обогрева рабочих	16	0,1	2
6	Туалет	22	0,1	3
<u>Административное назначение</u>				
7	Кантора прораба	6	4	24

В качестве временных инвентарных зданий принимаем модульные здания. Модульные здания – здания из модулей заводского изготовления, собранные из одного и более блоков модулей (в основном из блок-контейнеров). Они относятся к временным строениям, могут устанавливаться без фундамента (преимущественно до трёх этажей), могут легко демонтироваться и перевозиться на другое место. Изготавливаются в различном исполнении для любых климатических условий, отвечают всем пожарным и санитарным требованиям, имеют систему отопления и вентиляции, сантехнику и электрооборудование.

4.8 Расчет потребности в специализированных транспортных средствах

Потребность в строительных машинах по фактическим объёмам строительно-монтажных работ приведена в таблице 6 и 7.

Преимущественно на строительной площадке строительные машины выполняют транспортные работы, т.е. работы, связанные с перемещением, погрузкой, разгрузкой и подачей (подъемом) материалов и деталей на высоту, занимают значительное место в процессе строительства.

Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы составляют примерно четвертую часть всех трудовых затрат в строительстве.

В отдельных строительных процессах, например, при производстве работ по кирпичной кладке стен здания общественного назначения, стоимость транспортирования материалов составляет 70%, а самой кладки – только 30 % •

Сокращение расходов на транспортные работы представляет большую народнохозяйственную задачу, решения которой добиваются двумя способами: путем снижения веса здания и путем сокращения дальности перевозок и комплексной механизацией всех транспортных, погрузочных и разгрузочных операций.

Использование комплексной механизации всех транспортных процессов и разумная организация складов значительно сократят трудовые затраты и сроки строительства.

Транспорт на строительстве делится на внешний и внутривозрастной. Внешний транспорт доставляет материалы и изделия с предприятий промышленности, расположенных на значительном расстоянии от строительства. Внутривозрастной транспорт перевозит грузы в пределах строительной площадки, доставляет изделия с внутривозрастных установок и складов к строящемуся зданию.

Вид транспорта выбирают в зависимости от дальности перевозки, количества груза и времени, отведенного на его доставку.

Для доставки материалов и изделий к месту работ пользуются водным, железнодорожным и автомобильным транспортом.

Все эти виды транспорта так же, как и другие способы перемещения материалов и изделий (транспортными, шнеками, пневмотранспортом и др.), относятся к горизонтальному транспорту. Перемещение материалов и деталей со склада и со средств транспорта к месту укладки или монтажа, связанное с подъемом, называется вертикальным транспортом и осуществляется различными передвижными и стационарными подъемными механизмами.

Переход на полносборное домостроение с помощью мощных монтажных механизмов позволил во многих случаях совместить процесс вертикального подъема элемента здания или конструкции с его монтажом.

Расчет потребности в транспортных средствах выполняется на основе среднесуточного расхода строительных конструкций и материалов.

Количество автотранспорта для каждого грузопотока определяется по формуле:

$$M = \frac{Q \cdot t_{\text{ц}}}{q \cdot k_1 \cdot k_2}, \quad (4.24)$$

где Q – среднесуточный грузопоток (количество груза, доставляемого на строительную площадку за одни сутки) рассматриваемого вида перевозок, т; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность одного цикла автотранспорта, ч; q – грузоподъемность автотранспорта, т; T – продолжительность работы автотранспорта в течение суток, ч; k_1 – коэффициент использования автотранспорта по грузоподъемности (в зависимости от рода груза и его упаковки составляет 0,8); k_2 – коэффициент использования автотранспорта по времени (составляет 0,8).

Продолжительность одного цикла автотранспорта в часах определяется по формуле:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + t_{\text{м}} + 2 \cdot L/V, \quad (4.25)$$

где $t_{\text{п}}$ – время погрузки, ч; $t_{\text{р}}$ – время разгрузки, ч; $t_{\text{м}}$ – время на маневрирование машины, ч; L – расстояние перевозок, км; V – средняя скорость движения в оба конца, км/ч.

При строительстве данного объекта требуются следующие транспортные средства, представленные в таблице 7.

Таблица 7 – Транспортные средства

Автомобили	Среднесуточный грузопоток	Продолжительность цикла	Грузоподъемность	Кол-во автомобилей
Автомобиль бортовой	72	1,74	15	2
Бетоновоз маз-514	37	1,02	5	3
Автосамосвал маз-200в	35	1,4	4	2

В таблице 8 приведена ведомость приспособлений, инвентаря и механизмов.

Таблица 8 – Ведомость приспособлений, инвентаря, машин и механизмов

№	Наименование	Марка, ГОСТ	Ед. изм	Количество
1	Кран	КС-7361	шт.	1
2	Строп четырехветвевой	4СК-5,0 4000	шт.	2
3	Установка для перемешивания и выдачи раствора	УБ-342.00.000.	шт.	1
4	Бадья для бетона	–	шт.	2
5	Ящик для раствора	Р.ч 421.421.00 ЦНИИОМТПО, 21 м ³	шт.	1
6	Установка для подачи раствора	СО-126	шт.	1
7	Подмости	Р.ч. 372.00.00.000 ПТНОМЭС	шт.	6
8	Экскаватор	ЭО-33211	шт.	1
9	Бульдозер	ДЗ-42	шт.	1

4.9 Расчёт потребности в энергоресурсах и воде

Потребность в электроэнергии, топливе, паре, сжатом воздухе, кислороде для производства строительного-монтажных работ определено по укрупненным показателям.

Расчет потребности в электроэнергии, топливе, паре, сжатом воздухе и кислороде приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Потребность в электроэнергии, топливе, сжатом воздухе и кислороде

Наименование	Ед. изм.	Территор. коэффициент	Норма на 1 млн. руб	Потребность на период строит-ва
Электроэнергия	кВ	1,22	205	66,6
Топливо	т	1,22	97	31,5
Пар	кг. ч.	1,22	200	130,0
Кислород	м ³	0,86	4400	1008,2
Сжатый воздух	шт.	0,86	3,9	0,9

Обеспечение строительства водой и теплом осуществляется от существующих сетей.

Временное водоснабжение и канализация на строительной площадке предназначены для обеспечения производственных, хозяйственно–бытовых и противопожарных нужд.

Суммарный расчётный расход воды определяется:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{нр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (4.26)$$

где $Q_{\text{хоз}}$ – расход воды на хозяйственные нужды; $Q_{\text{пож}}$ – расход воды на пожарные нужды.

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{n_{\text{нр}}}{3600} \cdot \left(\frac{n_1 \cdot R_2}{8,2} + n_2 \cdot R_3 \right), \quad (4.27)$$

где $n_{\text{нр}}$ – наибольшее количество рабочих в смену, 30 человек; n_1 – норма потребления воды на 1 человека в смену, 25 литров; n_2 – норма потребления на приём 1 душа, 30 литров; R_2 – коэффициент неравномерности потребления воды – 2,7; R_3 – коэффициент, учитывающий отношение пользующихся душем к наибольшему количеству рабочих, 0,4.

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{30}{3600} \cdot \frac{25 \cdot 2,7}{8,2} + 30 \cdot 0,4 = 0,17 \text{ л/с.}$$

Минимальный расход для противопожарных целей определяется из одновременного действия двух струй гидрантов по 5 л/с на каждую струю:

$$Q_{\text{пож}} = 1 \cdot 5 = 5 \text{ л/с;}$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,17 + 5 = 5,467 \text{ л/с.}$$

Диаметр водопроводной напорной сети:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (4.28)$$

где v – скорость движения воды, 2 л/с.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,17 \cdot 1000}{3014 \cdot 2}} = 57,4 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр водопровода равным 100 мм.

В соответствии с рекомендациями [10], принимаем диаметр временной канализации 150 мм при максимальной скорости сточных вод 0,7 л/с и расчётным наполнением трубопровода не более 0,6 диаметра трубы.

Источником сжатого воздуха являются передвижные компрессорные установки ЗИФ 55.

Кислород завозится на стройку в баллонах кислородного завода.

Надежность, качество и безопасность являются главными требованиями, которые предъявляются к электроснабжению участка.

В зависимости от местоположения площадки, на которой ведется строительство, делается подбор метода временного электроснабжения. Следующие пункты влияют на выбор типа прокладки кабеля: расстояние от линии электропередачи, тип объекта, расчетное энергопотребление, выбор сети, состояние ближайшей воздушной линии электропередачи. Исходя из этих параметров, выбирается лучший способ установки временного источника питания на месте. Это может включать в себя установку существующих сетей или автономного генератора.

Расположение источников света производится с учетом особенностей планировки освещаемой зоны и наименования отдельных рабочих мест. Нерациональная компоновка устройств приводит к появлению глубоких и разных теней на рабочем месте. Мачты обычно располагаются по периметру строительной площадки, но иногда они устанавливаются непосредственно в освещаемой зоне.

Общая освещенность строительной площадки должна быть не менее 2 лк.

В местах производства строительно-монтажных работ, в дополнение к общему равномерному освещению, следует устроить освещение рабочих зон, по норме, указанной в таблице 1 СН–81–80. Для общего освещения строительной площадки следует использовать прожекторы ПЭС 35 с лампами мощностью 500 Вт при напряжении 220 В.

Число прожекторов на строительной площадке определяют из расчета:

$$П = (S \cdot E \cdot m) / (F \cdot t) = (4930 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 1,5) / (8000 \cdot 0,8) = 6 \text{ шт.}, \quad (4.29)$$

где S – площадь стройплощадки, м^2 ; E – освещенность, лк; m – коэффициент рассеивания; R – коэффициент запаса; F – световой поток лампы, т лк / ВТ; t – коэффициент полезного действия. Принимаем шесть прожекторов.

4.10 Технико-экономические характеристики по стройгенплану

Площадь территории строительной площадки, м^2 – 14 200.

Площадь, занимаемая постоянными сооружениями, м^2 – 1935.

То же, временными зданиями, м^2 – 204.

Склады (открытые и закрытые), м^2 – 692.

Протяжённость временных автодорог, м.п – 300.

Протяжённость ограждения, м.п. – 470.

Коэффициент застройки:

$$K_1 = \frac{F_3 + F_c}{F_{II}} = \frac{204 + 120}{14200} = 0,023. \quad (4.30)$$

Коэффициент использования территории

$$K_2 = \frac{F_3 + F_c + F_T + F_k}{F_{\Pi}} = \frac{204 + 120 + 1050 + 30}{14200} = 0,1, \quad (4.31)$$

где F_3 – площадь, занимаемая временными зданиями, сооружениями, м^2 ; F_c – площадь открытых складов, м^2 ; F_T – площадь, занимаемая транспортными коммуникациями, м^2 ; F_k – площадь, занимаемая инженерными коммуникациями, расположенными на поверхности стройплощадки, м^2 ; F_{Π} – площадь территории строительной площадки, м^2 .

Вывод по разделу 4

В основе данного раздела лежит планирование поэтапного выполнения строительно-монтажных работ на весь запланированный период строительства. В частности, организация стройгенплана, выбор монтажного крана и его размещения на строительной площадке, подбор машин и механизмов для земляных, бетонных и других видов работ, расчет временных зданий и сооружений, правильная организация складского хозяйства, комплексный анализ электро-, тепло-, водоснабжения и организации канализации.

5 РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

5.1 Общие сведения

Охрана труда, создание безопасных для здоровья условий производства работ – важнейшая задача государственных и общественных организаций, а также руководителей строек.

На строительстве действуют обязательные правила по технике безопасности, содержащие мероприятия, которые позволяют организовать безопасное проведение производства всех строительных и специальных работ.

Ответственность за выполнение правил по технике безопасности лежит на техническом персонале строек, который обязан ознакомить с этими правилами всех рабочих. Поз предварительного инструктажа по технике безопасности рабочего нельзя допускать к работе.

Там, где пренебрегают правилами техники безопасности, неизбежны несчастные случаи. Причинами несчастных случаев на строительстве чаще всего бывают недостаточные ограждения, обрушения грунта при земляных работах, ожоги при работе с паром и нагретыми материалами, поражение электрическим током, неумелое обращение с механизмами и т. п. Важное средство охраны труда на строительстве – создание нормальных санитарно-гигиенических условий труда. На каждой стройке должны быть столовые, душевые, раздевалки, места для обогрева в зимний период и для отдыха. Порядок обучения по охране труда и доказательств знания требований охраны труда работников организаций предназначен для обеспечения профилактических мероприятий по снижению несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и устанавливает общие положения об обязательном обучении по охране труда и подтверждение знания требований по охране труда всех работников, в том числе ИТР.

Для всех занятых лиц, а также для работников, переведенных на другую работу, работодатель обязан предоставить инструкции по охране труда.

Типы инструктажей: вводные, первичные отчеты на рабочем месте, повторные, внеплановые и специальные. При выполнении строительно-монтажных работ должны быть приняты меры по защите от шума строительной техники, а также от пыли при монтаже строительных конструкций.

При организации строительной площадки примите следующие меры: защитите опасные зоны на рабочих местах с помощью постоянных вывесок и отметьте их четко видимыми предупреждающими знаками (запрет); Входные коридоры, коридоры, погрузочно-разгрузочные платформы и рабочие места должны регулярно очищаться от строительного мусора и не должны быть разобраны. Металлические части строительных машин и механизмов с электроприводом.

Рабочее время – это время, в течение которого работник в соответствии с внутренними правилами работы организации и условиями трудового договора должен выполнять рабочие обязанности, а также другие периоды времени, которые в соответствии с законами и другие законодательные акты, относящиеся к рабочему времени.

Нормальное рабочее время не может превышать 40 часов в неделю. Время отдыха – это время, в течение которого работник освобождается от выполнения трудовых обязанностей и которое он может использовать по своему усмотрению. Виды отдыха: перерывы в течение рабочего дня (смены); ежедневный отдых (межсменный); выходные дни (непрерывный еженедельный отдых); нерабочие праздничные дни; отдых.

Трудовая дисциплина является обязательной для всех работников соблюдать правила поведения, установленные в соответствии с федеральным законом, коллективным договором, соглашениями, местными правилами и трудовым договором. Работодатель обязан в соответствии с трудовым законодательством и другими правовыми положениями, включая трудовые нормы, коллективные договоры, соглашения, местные законы и трудовые договоры, создавать условия, при которых работники могут соблюдать трудовую дисциплину.

Если нарушение правил безопасности или других правил охраны труда, совершенное лицом, ответственным за соблюдение этих правил, приводит к серьезному ущербу для здоровья человека, оно наказывается штрафом в размере двухсот тысяч рублей или заработной платой, или иным доходом. Лицо, приговоренное к принудительным работам на срок до двух лет или к лишению свободы на срок до одного года на срок до восемнадцати месяцев.

5.2 Требования безопасности при работе с краном

С помощью крана необходимо поднимать грузы, вес которых (с учетом веса строповых устройств) не превышает грузоподъемности крана при заданном вылете с крюка. Водитель должен проверить возможность подъема различных конструкций, деталей и материалов согласно графику грузоподъемности крана, висящего в кабине управления. Водитель в начале смены должен быть знаком с номенклатурой и весом собранных элементов. Во время работы вес поднятых грузов должен контролироваться с помощью специального индикатора, установленного в кабине или прикрепленного к штанге.

Запрещено поднимать груз неизвестной массы. Груз, близкий к разрешенной массе, должен быть поднят в два этапа. Во-первых, он поднимается на высоту 100 мм, проверяет устойчивость крана, влияние тормозов, демонтаж груза и подвески груза; затем опускается на землю. После этого нагрузка поднимается до указанного уровня установки.

Разрешается поднимать груз при условии, что он сбалансирован, надежно закреплен стропами или подвешен к контейнеру, что предотвращает любое падение, опрокидывание или произвольный разлив. При подъеме и перемещении товаров в местах, где находятся рабочие, водитель обязан предупреждать их частыми звуковыми сигналами.

Двигая груз в пространстве по сложной траектории, водитель должен убедиться, что он поднимается над конструкциями и предметами, которые встречаются не менее чем на 1 м.

Перемещение грузов и стрелы над рабочими запрещается, за исключением тех случаев, когда это вызвано особыми производственными условиями. Для этого необходимо письменное разрешение руководства монтажной организации.

Машинист обязан проводить все рабочие движения крана только по сигналу бригадира монтажной бригады, стропальщика и сигнальщика, а в особо ответственных случаях – по команде мастера или производителя работ. Машинист не имеет права принимать сигналы, явно противоречат правилам безопасности. В случае выполнения рабочего движения по неверному сигнала машинист несет ответственность за последствия, так же, как и лицо, подавшее этот сигнал.

Водитель не имеет права поднимать или перевозить людей на крюке или грузе. Не позволяйте посторонним лицам входить в кран. Водитель не может передать управление краном кому-либо без согласия администрации, даже ученику, когда он ненадолго покидает кран.

Водитель может покинуть свое рабочее место только в обеденный перерыв, в других случаях покидать кран разрешается только по указанию администрации. В случае болезни до начала смены или внезапного дискомфорта во время работы, водитель должен сообщить об этом администрации и немедленно прекратить работу на кране.

Техническое обслуживание, проверка, регулировка и ремонт деталей крана, расположенных на высоте более 4 м, могут выполняться только в том случае, если у водителя есть ремень безопасности или если водитель находится внутри металлических конструкций и опирается на лестницу.

5.3 Техника безопасности при работе ручным и электрическим инструментом

Сотрудники в возрасте 18 лет и старше, прошедшие медицинские осмотры, обучение по технике безопасности и методам работы по основному занятию и электробезопасности, начальное и базовое обучение на рабочем месте в области охраны труда, стажировку под руководством опытного работника и тестирование допускаются к ручным инструментам.

После прохождения обучения по электробезопасности в специальной электро-технической комиссии по второй группе электробезопасности проводится ежегодный тест на знание.

При работе с электроинструментом на работу влияют повышенные уровни вибрации и шума. При работе с ручными электрическими машинами следует учитывать и другие вредные и опасные факторы, в том числе электрический ток; работа на высоте; бракованный инструмент и т.д.

Работник должен добросовестно относиться и выполнять свои трудовые обязанности, соблюдать требования использования инструкции инструмента, уметь пользоваться средствами защиты от воздействия опасных и вредных факторов, должен соблюдать трудовую дисциплину и бережно относиться к имуществу предприятия.

В условиях дождя, а также во время снегопада или осадков только на открытом воздухе, разрешается использовать только соответствующие знаки электроинструмента.

Запрещено употреблять алкогольные напитки в заведениях. Курение должно быть только в специально отведенных и оборудованных местах.

5.4 Противопожарные мероприятия

В условиях строительных и производственных компаний основными причинами пожара являются небрежное и небрежное использование огня; Неисправность печей и других отопительных приборов и нарушение правил пожарной безопасности при их использовании; Неисправность электрооборудования (осветительное оборудование, электрические сети, электродвигатели, электроустановочное оборудование); Неисправность технологического оборудования (например, горелки, ацетиленовые газогенераторы).

Наличие временных деревянных конструкций, деревянных и других горючих складов, а также временного отопления, освещения и электростанций на строительных площадках без надлежащего надзора повышает риск возникновения пожара.

Сварка является наиболее опасным процессом, которые может происходить на строительной площадке. Для того, чтобы не возникло пожара от электрической дуги и искр, необходимо организовать рабочее место сварщика.

Сварка может проводиться на расстоянии не менее 5 м от твердых горючих веществ, газов и жидкостей.

Если необходимо сваривать в непосредственной близости от деревянных конструкций, например, деревянных полов, необходимо накрыть их на месте сварки переносным листом стали или обеспечить сварщика доступными средствами пожаротушения. Легковоспламеняющиеся вещества тушатся различными способами в случае пожара. Горящее дерево гасит водой; горящее масло, нефть, бензин, керосин покрыты песком или покрыты брезентом. В начале пожара средствами пожаротушения являются пенные огнетушители или огнетушители углекислого газа. Ручные пенные огнетушители могут быть использованы для тушения практически всех горящих предметов, а также небольшого количества легковоспламеняющихся и легковоспламеняющихся материалов. Поскольку пена проводит электричество, пенные огнетушители не должны использоваться для тушения горящих установок под воздействием электричества. Существует телефонная связь для оповещения о пожарах на предприятиях или строительных площадках. Сигнал о пожаре может подаваться звонком, но электрическая сигнализация более совершенная.

5.5 Охрана окружающей среды и утилизация строительных отходов

В соответствии с законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» при строительстве горнолыжной базы должны предусматриваться мероприятия по охране природы, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, а также выполняться требования экологической безопасности проектируемых объектов и охраны здоровья населения.

Основным загрязняющим фактором при проведении строительной деятельности является применение автотранспорта. Кроме того, в процессе строительного производства неизбежно образуются отходы организованного и неорганизованного характера. К первым относят бытовой и строительный мусор, дымоотходы, выхлопы, продукты сгорания, ко вторым соответственно те отходы, которые появляются «не запланировано», то есть внезапно, например, во время аварий или чрезвычайных ситуаций.

Всегда необходимо выполнять мероприятия по охране окружающей среды.

Основной задачей строительной организации с точки зрения экологической безопасности является не допуск и предотвращение неблагоприятной экологической обстановки, поэтому необходимо по возможности сохранять плодородный слой почвы, минимизировать количество выхлопа, исключить попадание горючесмазочных материалов в почву, вовремя утилизировать строительный мусор и вывозить его в места, предназначенные для этого. Для стока бытовых вод выполнить организованный водоотвод, подведенный к местной канализации, при том, что строительство ведется в городской среде, эта работа не должна вызвать определенных затруднений, так как временная канализация впоследствии станет постоянной.

После завершения строительства с территории застройки убирается весь оставшийся строительный и бытовой мусор, завозится глинозем и распространяется по всей территории с толщиной слоя не менее 30 см, прилежащая территория озеленяется газоном, деревьями и кустарником, асфальтированные и бетонированные участки промываются водой, устраиваются малые архитектурные формы.

Строительные отходы должны своевременно утилизироваться для переработки. Запрещается закапывать дефектные элементы и конструкции. Сжигание горючих отходов и отходов на строительной площадке запрещено.

Чтобы избежать загрязнения поверхности и паводка, необходимо задерживать загрязненную воду. Все промышленные и бытовые сточные воды должны быть очищены.

Строительная площадка должна быть обеспечена пунктом мойки колес. Выезд автотранспорта, не прошедшего через мойку категорически запрещен.

На территории строящихся заводов сокращение деревьев и кустарников, а также заполнение корневых шеек и стволов растущих деревьев и кустарников почвой согласно проектной документации не допускается. Спасенные деревья должны быть огорожены.

Слой грунта, вырезанный во время планировочных работ, пригодный для последующего использования, должен храниться в специально отведенных местах.

5.6 Защита от шума

Машины и аппаратура, создающие шум во время работы, должны работать таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни шума на постоянных рабочих местах в помещениях и прилегающей зоне не превышали допустимых значений.

Зоны с уровнем звука более 85 дБА должны быть обозначены знаками безопасности. Работа в этих зонах без использования средств индивидуальной защиты запрещается.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБ в любой октавной полосе.

5.7 Охрана труда и техника безопасности при производстве земляных работ

Производство земляных работ в местах расположения действующих подземных коммуникаций (электрокабеля, газопровода, паропровода и др.) допускается только по письменному разрешению организаций, ответственных за их эксплуатацию и после осуществления мер, исключающих повреждение этих коммуникаций.

Работы в непосредственной близости от кабелей, находящихся под напряжением, обычно ведут под наблюдением работников электрохозяйства.

Запрещается работать ударными инструментами возле действующих линий коммуникаций.

Рыть котлованы и траншеи с вертикальными стенками, без креплений (при естественной влажности грунтов) разрешается в следующих случаях: в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах на глубину не более 1 м; в супесчаных и суглинистых грунтах на глубину не более 1,25 м; в глинистых грунтах на глубину не более 1,5 м; в особо плотных грунтах, требующих для разработки применения ломов, кирок и клиньев на глубину не более 2 м. В других случаях правила по технике безопасности требуют устройства откосов или крепления на всю высоту.

Котлованы и траншеи, разрабатываемые на улицах, в проездах и дворах населенных пунктов и других местах, где бывают люди, должны быть ограждены и снабжены предупредительными надписями.

Грунт, выбрасываемый из траншеи или котлованов, необходимо размещать на расстоянии не менее 0,5 м от края разработки.

Запрещается устанавливать строительные машины и транспортные средства в зоне возможного обрушения грунта.

Для спуска рабочих в котлованы и широкие траншеи должны быть установлены стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами, а для спуска рабочих в узкие траншеи — приставные лестницы. Запрещается спускаться в траншеи по распоркам креплений.

При рыхлении и разработке грунта взрывным способом следует руководствоваться указаниями «Единых правил безопасности при ведении взрывных работ», а при оттаивании грунта – электроэнергией и паром – специальными правилами по безопасному ведению этих работ.

Следует так же строго соблюдать правила эксплуатации землеройных машин. К ним относятся оборудование каждой машины звуковой сигнализацией (рабочих следует ознакомить со значениями сигналов), соблюдение обязательного минимального расстояния в 1 м между кабиной одноковшового экскаватора и забоем, опускание ковша на грунт во время перерыва в работе, загрузка автомашины только со стороны заднего или бокового борта машины и другие.

Запрещается находиться людям между землеройной машиной и транспортными средствами во время погрузки грунта, а также производить там какие-либо работы. Посторонние лица не должны находиться в зоне, радиус которой превышает длину стрелы меньше, чем на 5 м.

5.8 Охрана труда и техника безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ

Правила по технике безопасности при производстве бетонных и железобетонных работ предусматривают тщательное исполнение поддерживающих лесов и опалубки; исправность кранового хозяйства, стропов, бадей и бункеров для бетона; устройство на эстакадах для подачи бетона сплошных настилов шириной 1,2 м, огражденных перилами высотой 1 м; исправность станков для заготовки и натяжения арматуры и ограждение их движущихся частей; заземление электрических установок, применяемых для электропрогрева бетона в зимнее время.

При паропрогреве конструкций необходимо, чтобы давление пара в месте выхода из паропровода не превышало 0,5 ат, а паровая рубашка исключала пропуск пара в атмосферу.

Надо также соблюдать правила безопасной работы с вибраторами. При монтаже сборных конструкций должно быть уделено особое внимание качеству стропов, захватов, приспособлений для временного закрепления конструкций и монтажных закладных петель, которые должны иметь определенный запас прочности и периодически подвергаться испытаниям под нагрузкой.

Сваривать и замоноличивать узлы установленных железобетонных конструкций необходимо с перекрытий, огражденных у рабочего места, передвижных подмостей с огражденными площадками наверху или с подвесных люлек.

В ряде случаев обязательно применение рабочими предохранительных поясов, удерживающих их от случайного падения.

5.9 Охрана труда и техника безопасности при производстве кровельных работ

До начала работ следует проверить качество строительных конструкций. Рабочие, занятые устройством кровли, допускаются на крышу после прохождения обучения безопасным методам работы. Их снабжают предохранительными поясами, а работающих на кровлях с уклоном более 25° или на мокрых кровлях – еще и переносными стремянками шириной не менее 30 см с нашитыми планками. Стремянки должны быть закреплены, чтобы они не скользили по кровле. Обувь рабочих также не должна быть скользкой. Следует принимать меры против падения с крыши штучных материалов и инструмента.

Покрывать трубы, парапеты, пояски, подвешивать водосточные трубы и воронки надо с подмостей, люлек или лесов.

Участки здания, где ведутся кровельные работы следует ограждать, чтобы люди не могли зайти в зону возможного падения материалов, инструмента, тары и т. п.

Запрещается производить кровельные работы при ветре силой более шести баллов, во время гололедицы, густого тумана, ливневого дождя и сильного снегопада.

Вывод по разделу 5

В рамках данного раздела были подробно рассмотрены вопросы по организации безопасного труда рабочих на строительной площадке, охране труда, вопросы экологической безопасности проекта, вопросы пожарной безопасности, борьбы с шумом и вибрацией и электробезопасности, утилизации строительного мусора и безопасной работы с машинами, механизмами о оборудовании повышенной опасности.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Сметная документация составлена в базисном уровне цен с использованием сметно-нормативной базы 2001 года, приведенных к уровню текущих цен с помощью переводных коэффициентов на 2021 г. Единичные расценки приняты по сборникам ФЕР–2001 Госстроя России. Стоимость строительных материалов, сборных бетонных и железобетонных конструкций определена по Федеральному сборнику сметных цен ФССЦ. Сметная стоимость строительства объекта определялась согласно Методике определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81 – 35.2004 (в редакции 2017 г.). Накладные расходы определены в соответствии с МДС81–33.2004 в процентах от фонда оплаты труда по видам строительно-монтажных работ. Сметная прибыль принята в соответствии с МДС 81–25.2001 в процентах от фонда оплаты труда по видам строительно-монтажных работ. Учет лимитированных затрат произведен в сводном сметном расчете в соответствии с методическими указаниями МДС 81–35.2004. Затраты на строительство временных зданий и сооружений приняты по ГСН81–05–01–2001, дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время – по ГСН 81–05–02–2001. Сметная стоимость материалов, изделий и конструкций включает отпускную цену, стоимость тары, упаковки, транспортные расходы по доставке материалов на стройплощадку. Расходы, которые связаны с созданием необходимых условий для выполнения СМР называются накладными расходами. В их состав включаются административно-хозяйственные расходы, расходы на обслуживание работников строительства и т.д.

Накладные расходы характеризуются тем, что большинство из них нельзя соотносить с конкретным строительным объектом. Следовательно, при определении сметных затрат на строительство и монтаж уровень накладных расходов определяется косвенно по стандарту накладных расходов в процентах от затрат на рабочую силу для строительных рабочих и работников, обслуживающих технику.

Накладные расходы на комплекс строительно-монтажных работ определяются по формуле:

$$HP = \frac{N_{HP} \sum_{i=1}^N (Z_{pi} + Z_{mi})}{100}, \quad (7.1)$$

где N_{HP} – укрупненная норма накладных расходов, %; Z_{pi} , Z_{mi} – затраты на оплату труда рабочих и строителей, которые обслуживают машины; N – количество СМР, которые включены в локальную смету.

Сметная прибыль определяется по нормам сметной прибыли в процентах от суммы затрат на оплату труда рабочих строителей и рабочих, которые обслуживают машины.

Вывод по разделу 6

По итогу всей проведенной работы был произведен технико-экономический анализ, результатом которого явилось составление сметной документации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан проект здания горнолыжной базы с использованием витражного остекления фасада. Данное здание отвечает всем требованиям безопасности, экологичности и комфортности пребывания людей.

Проект представляет собой оптимальный и наиболее целесообразный, с точки зрения условий строительства, вариант монтажных работ, с учетом соблюдения техники безопасности при строительстве и проведении работ, обеспечивающий при этом высокое качество монтажных работ и строящегося объекта в целом.

В ходе подготовки проекта были разработаны объемно-планировочное и конструктивное решения. Выполнен расчет преднапряженной железобетонной плиты перекрытия и ригеля.

Разработан проект производства монтажных работ, технологические карты на основные виды работ. На основе калькуляции трудовых затрат и затрат машинного времени составлен календарный план строительства объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион России, 2010 – 69 с.
- 2 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012 – 119 с.
- 3 СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. – М.: Госстрой России, 2011 – 81 с.
- 4 СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. – М.: Минрегион России, 2011 – 161 с.
- 5 СНиП II–А.3–62. Классификация зданий и сооружений. Основные положения проектирования. – М.: Госстрой СССР, 1997 – 77 с.
- 6 СНиП 21–01–97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Госстрой России, 2002 – 28 с.
- 7 СП 129.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Минрегион России, 2012 – 96 с.
- 8 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Минрегион России, 2012 – 83 с.
- 9 СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Минрегион России, 2011 – 56 с.
- 10 СП 82.13330.2016. Благоустройство территории. – М.: Минрегион России, 2016 – 43 с.
- 11 СП 113.13330.2012. Стоянка автомобилей. – М.: Госстрой России, 2012 – 28 с.
- 12 СП 23–101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Госстрой России, 2004 – 145 с.
- 13 СП 71.13330.2011. Изоляционные и отделочные покрытия. – М.: Госстрой России, 2016 – 75 с.
- 14 СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: Минрегион России, 2012 – 113 с.
- 15 Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007 – 216 с.
- 16 Тарануха, Н.Л. Технология и организация строительных процессов. / Н.Л. Тарануха, Г.Н. Первушин, Е.Ю. Смышляева, П.Н. Папунидзе. – М.: Издательство АСВ, 2005 – 192 с.
- 17 Теличенко, В.И. Технология строительных процессов. В 2-х частях. / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев. – М.: Высшая школа, 2005 – 392 с.