

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

подпись

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

21.05.04.09 Горные машины и комплексы

код – наименование специализации

Проектирование транспортной схемы добычного участка угольного  
разреза

тема

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

должность, ученая степень

Ю.А. Плютов

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.А.Щелканов

инициалы, фамилия

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа дипломной работы по теме Проектирование  
транспортной схемы добычного участка угольного разреза

Консультанты по

разделам:

Проектная часть

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Экономическая часть

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИЦИРОВАННУЮ РАБОТУ**

**в форме дипломной работы**

Студенту Щелканову Владимиру Алесксандровичу

фамилия, имя, отчество

Группа ГГ16-12 Специализация 21.05.04.09

номер

код

Горные машины и комплексы

наименование кафедры

Тема выпускной квалифицированной работы: Проектирование  
транспортной схемы добычного участка угольного разреза

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР: Ю.А. Плютов, доцент, канд. тех. наук,  
доцент каф. ГМиК ИГДГиГ СФУ

Исходные данные для ВКР: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Перечень разделов ВКР: Проектная часть; Безопасность  
жизнедеятельности; Экономическая часть \_\_\_\_\_

Перечень графического материала: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Ю.А. Плютов  
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

В.А.Щелканов  
инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

Введение .....	6
1 Проектная часть .....	7
1.1 Технические условия проектируемого угольного разреза .....	7
1.1.1 Вскрытие месторождения .....	7
1.1.2 Система разработки месторождения .....	9
1.2 Постановка задачи.....	12
1.2.1 Расчет и обоснования применения транспортных схем .....	14
1.2.2 Расчет и обоснования удлинения конвейерной линии .....	22
2 Безопасность жизнедеятельности.....	42
2.1 Эксплуатация ленточного конвейер.....	42
2.2 Эксплуатация экскаваторов .....	43
3 Экономическая часть .....	45
3.1 Сетевой график дипломной работы .....	45
3.2 Смета затрат на выполнения дипломной работы .....	49
Заключение .....	53
Список литературы .....	54
Приложение А .....	55

## **Введение**

На угольном месторождении «N» в качестве транспортирования угля применяется ленточный конвейер. Данный вид транспортирования угля является более дешевый по сравнению с автотранспортом и железнодорожным транспортом в потреблении эксплуатационных и капитальных затрат.

Таким образом, в моей дипломной работе была поставлена цель – проектирования транспортной схемы добычного участка угольного разреза.

Ниже перечислены задачи, которые будут решены в дипломной работе:

1) На период освоения мощности разреза предусмотреть возможность отработки 1 и 2 добычных уступов с транспортированием угля на дневную поверхность по одной линии магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 2, 4 с учетом рассчитанного коэффициента технической готовности и максимальной производительности конвейеров. При этом нужно обосновать годовой объём добычи, при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3; КЛМ-5250 №№ 2,4.

2) Определить необходимость и варианты модернизации или замены конвейеров КЛЗ-5250, КЛМ-5250. При достижении максимально возможных технических параметров по длине существующих конвейеров КЛМ 5250 потребуется рассмотреть возможность установки новых конвейеров с длиной до 1020 м.

3) Выполнить планограмму удлинения магистрального конвейера КЛМ-5250 в период транспортирования угля на дневную поверхность одной линией магистральных конвейеров.

## **1 Проектная часть**

### **1.1 Технические условия проектируемого угольного разреза**

Угольное месторождение N расположено на равнинной местности. На месторождение присутствует континентальный климат с продолжительным летом и короткой зимой. Средняя годовая температура в летний период составляет +45 °С, а в зимний -15 °С. Зима длится приблизительно пять месяцев.

Ближайшие транспортные связи разреза являются автомобильная дорога, расположенная в четырех километрах, железная дорога в шести километрах.

Источником энергии является высоковольтная линия электропередач, расположенная от разреза в девяти километрах. Приблизительно в восемнадцати километрах от разреза, расположено водохранилище.

Залегание угольного пласта происходит полого. Высота вскрышных пород в среднем от 30 до 56 м, угол падения пласта приблизительно от 0° до 4°, средняя мощность угольного пласта 56 м. Плотность бурого угля марки 2Б составляет 1,2 т/м<sup>3</sup>, а плотность вскрышных пород 1,8 т/м<sup>3</sup>. Вскрышные породы – рыхлые, что не требует производить взрывные работы.

Добыча угля будет осуществляться открытым способом, по причине низкого залегания угольного пласта.

Производительность разреза составляет 14,2 млн. т. угля в год, продолжительность эксплуатации разреза составляет более 70 лет. График работы разреза круглогодичный, продолжительность смены составляет двенадцать часов, количество смен в сутки две.

План ведения горных работ на разрезе, представлен в приложение А.

#### **1.1.1 Вскрытие месторождения**

Месторождение вскрывают внешними парными капитальными траншеями, при параллельном продвижении фронта работ, рисунок 1.



Рисунок 1 – Способ вскрытия месторождения



Одна траншея идет для конвейерного транспорта, предназначена для транспортирования угля. А вторая для автосамосвалов, которые вывозят вскрышные породы во внутренний отвал.

Основные параметры траншеи для автосамосвалов: Глубина заложения равна высоте уступа - принимаем 10 м, количество уступов 3; Продольный уклон 6 ‰; Угол откоса бортов приблизительно 70°; Ширина траншеи равна ширине автомобильной дороге 30 м (двух полосное движение), и радиусом 25 м. Съезды для автосамосвалов применяются прямые. Забойные и отвальные дороги имеют песчано-гравийное покрытие т.е. вскрышные породы.

Основные параметры траншеи для конвейерного транспорта: Высота траншеи 10 м; Угол откоса бортов приблизительно 70°; Уклон 25 ‰; Ширина 30 м.

Применяемый погрузочно-транспортный комплекс для вскрытия месторождения, состоит из экскаватора ЭКГ-10 и автосамосвала Komatsu HD785-7, грузоподъемность 91 т.

Подача автосамосвала под погрузку вскрышных пород осуществляется по тупиковой схеме, которая реализуется в стесненных условиях.

Взрывные работы не производится по причине, присутствия хрупких пород.

### **1.1.2 Система разработки месторождения**

Система разработки предназначена для последовательного выполнения горных работ в пределах угольного месторождения. Система разработки должна обеспечивать равномерную, экономическую, безопасную, требуемую мощность извлечения горной массы и т.д.

На угольном разрезе применяется транспортная система разработки, т.е. вскрышные уступы обрабатываются с помощью механической лопаты ЭКГ-10 и автосамосвалов, а добычные уступы обрабатываются при помощи ЭРШРД-5250 и ленточного конвейера, рисунок 2.

Необходимые параметры вскрышных уступов и вид применяемой технике были рассмотрены в пункте [1.1.1 вскрытие месторождений].

Высота добычных уступов составляет приблизительно 30 м, количество уступов 2, угол  $90^0$ , фронт работ приблизительно составил 2200 м.



Рисунок 2 – Система разработки месторождения

## 1.2 Постановка задачи

Добыча угля осуществляется двумя подступами с использованием роторных экскаваторов ЭРШРД-5250 рисунок 3. Транспортировка угля производится двумя линиями забойных конвейеров КЛЗ-5250, установленными на кровле верхнего подступа, и далее на наклонные магистральные конвейеры КЛМ-5250 до погрузочного комплекса, расположенного на промплощадке. Уголь с верхнего подступа отгружается непосредственно роторным экскаватором на забойный конвейер. Уголь с нижнего подступа перегружается на забойный конвейер с помощью перегружателя ПМД-5250.

Каждый конвейер состоит из приводной станции, установленной на гусеничном ходу, секций типовых, переходных и концевой, самоходного бункера. Тяговым и несущим органом конвейеров служит лента РТЛ - 2500 шириной 1800 мм. Необходимое предварительное усилие в ленте создается грузовыми натяжными станциями. По мере отработки забоя наклонные магистральные конвейеры наращиваются на величину заходки экскаватора (на глубину передвижки забойного конвейера). При этом лента разрезается, концевая секция перемонтируется на новое место установки.

В образовавшееся пространство монтируются бетонный фундамент и типовые секции, достыковывается лента необходимой длины, электрокабели наращиваются и укладываются на специальных кронштейнах секций. Самоходный бункер предназначен для приема материала на конвейер от роторного экскаватора или перегружателя. Бункер перемещается по рельсам, уложенным на шпалах, на которых установлены секции конвейера. С помощью этих же рельсов осуществляется передвижка и рихтовка линейной части конвейера.

Машинное число работы в смену 21 ч. Часовая производительность одной конвейерной линии, начиная от забоя и до борта разреза, 5250 м<sup>3</sup>/час (по максимальной производительности забойного конвейера).

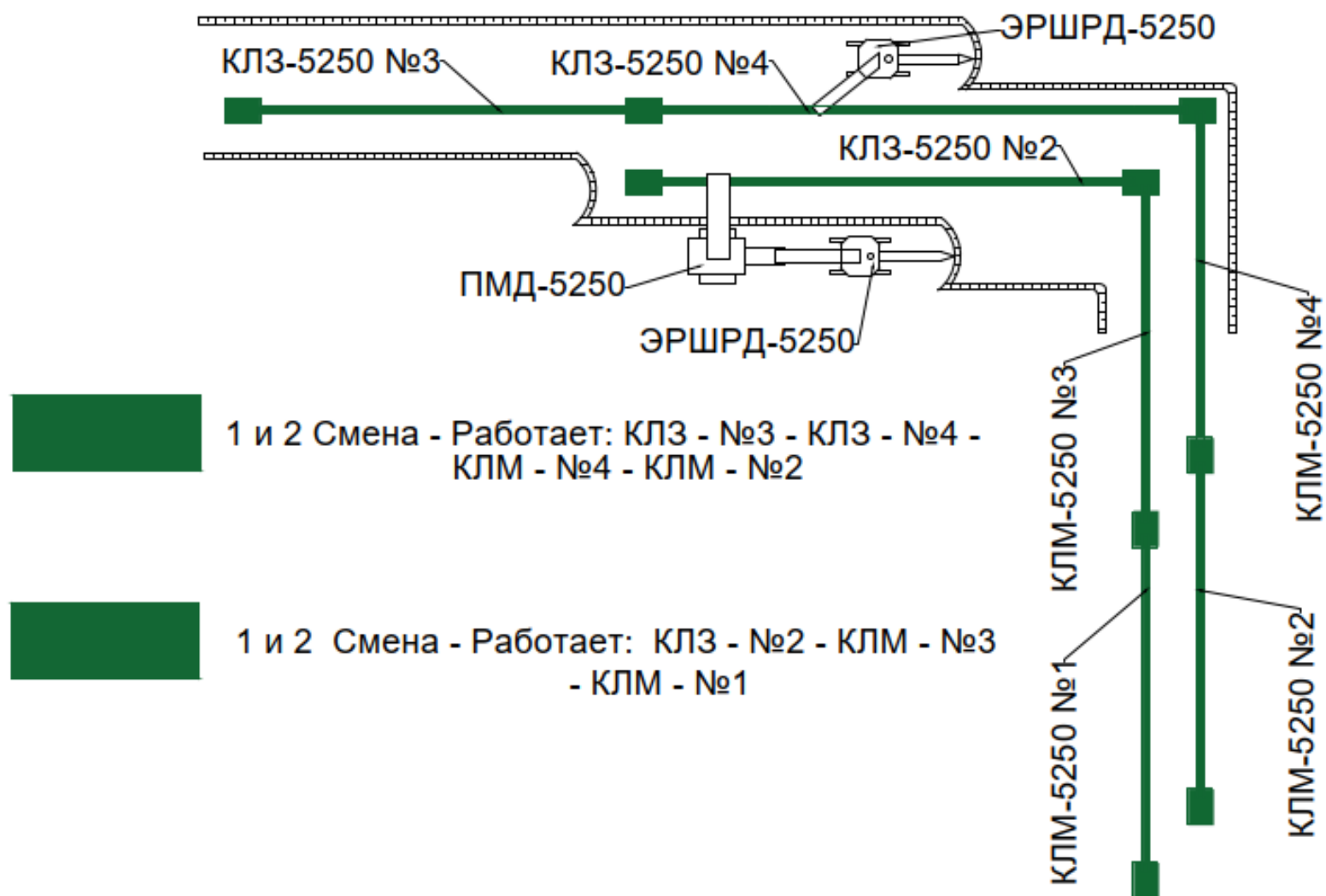


Рисунок 3 – Существующая схема транспортирования угля

В целях увеличения производственных показателей по углю на разрезе «N» предлагается модернизация конвейерных линий *по следующим направлениям:*

1. На период освоения мощности разреза предусмотреть возможность отработки 1 и 2 добычных уступов с транспортированием угля на дневную поверхность по одной линии магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 2, 4 с учетом рассчитанного коэффициента технической готовности и максимальной производительности конвейеров. При этом нужно обосновать годовой объём добычи, при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3; КЛМ-5250 №№ 2,4.

2. Определить необходимость и варианты модернизации или замены конвейеров КЛЗ-5250, КЛМ-5250. При достижении максимально возможных технических параметров по длине существующих конвейеров КЛМ 5250 потребуется рассмотреть возможность установки новых конвейеров с длиной до 1020 м.

3. Выполнить планограмму удлинения магистрального конвейера КЛМ-5250 в период транспортирования угля на дневную поверхность одной линией магистральных конвейеров.

### **1.2.1 Расчет и обоснования применения транспортных схем**

Первая задача обусловлена необходимостью удлинения магистральных конвейеров КЛМ-5250 с одновременным снижением издержек на транспортировании угля. Она может быть решена путем расчета обеспечения годовой производительности разреза по углю 14500000т добычным комплексом в составе двух экскаваторов ЭРШРД-5250, двух линий забойных конвейеров (КЛЗ №№ 3, 4 и КЛЗ № 2) и одной линии магистрального конвейера (КЛМ №№ 2, 4 или КЛМ №№ 1, 3).

Определяющими условиями для формирования проектных решений являются:

- Максимально возможная производительность одной линии магистрального конвейера КЛМ-4500 составляет 27333000 т/год, что обеспечивает годовую производительность разреза;

- Максимально возможная производительность одной линии магистрального конвейера КЛМ-5250 составляет 32856000 т/год (линии из двух секций), что обеспечивает годовую производительность разреза;

- Невозможность одновременной разгрузки двух линий забойных конвейеров КЛЗ-5250 №№ 3, 4 и КЛЗ-5250 № 2 на один магистральный конвейер КЛМ-5250 №№ 2, 4 и, как следствие, невозможность одновременной работы двух роторных экскаваторов;

- Годовые объемы технологических транспортировок угля соответствуют заданной годовой производительности разреза по углю.

Нами проведены расчеты для трех вариантов транспортирования угля от экскаватора до аккумулирующих бункеров, таблица 1.

**I вариант.** В течение первой смены работают конвейеры КЛЗ-№4, КЛЗ-№3, КЛМ-№4, КЛМ-№2. В течение второй смены работают конвейеры КЛЗ-№2, КЛМ-№4, КЛМ-№2. Смотрите рисунок 4 и рисунок 5.

**II вариант.** В течение первой и второй смен работают конвейеры КЛЗ-№4, КЛЗ-№3, КЛМ-№4, КЛМ-№2. Смотрите рисунок 6.

**III вариант.** В течение первой и второй смен работают конвейеры КЛЗ-№2, КЛМ-№4, КЛМ-№2. Смотрите рисунок 7.

Таблица 1 - Расчетный максимальный годовой объем перевозок угля

Схема транспортирования угля	Коэффициент неравномерности работы конвейерной линии $K_n$	Максимальный годовой объем перевозок угля $\Gamma$ (т) при значениях коэффициента технической готовности одного конвейера $K_T$			
		0,98	0,97	0,96	0,95
<b>1 вариант 1 смена:</b> КЛЗ-№4 – КЛЗ-№3 – КЛМ-№4 – КЛМ-№2; <b>2 смена:</b> КЛЗ-№2 – КЛМ-№4 – КЛМ-№2.	1,2	12268219	12143033	12017847	11892661
	1,1	13388966	13252371	13115872	12979466
	1,0	14727862	14577638	14427488	14277442
<b>2 вариант 1 и 2 смена:</b> КЛЗ-№4 – КЛЗ-№3 – КЛМ-№4 – КЛМ-№2;	1,2	12149244	12025272	11901300	11777328
	1,1	13253721	13118479	12983359	12848332
	1,0	14579093	14430386	14281753	14133223
<b>3 вариант 1 и 2 смена:</b> КЛЗ-№2 – КЛМ-№4 – КЛМ-№2.	1,2	12387193	12260793	12134393	12007993
	1,1	13524210	13386263	13248384	13110600
	1,0	14876631	14724889	14573223	14421661



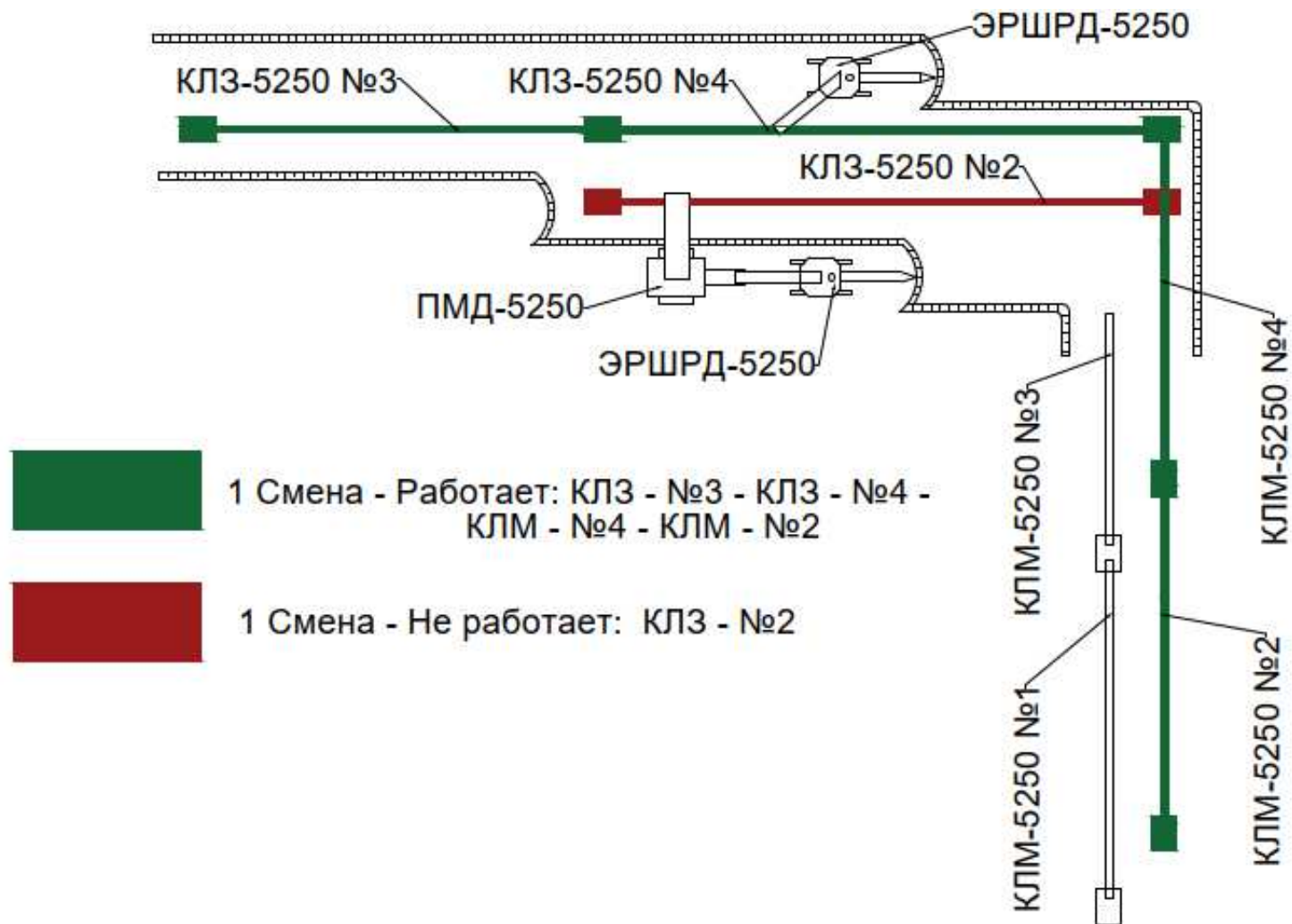


Рисунок 4 – Схема транспортирования угля для 1 варианта 1 смены

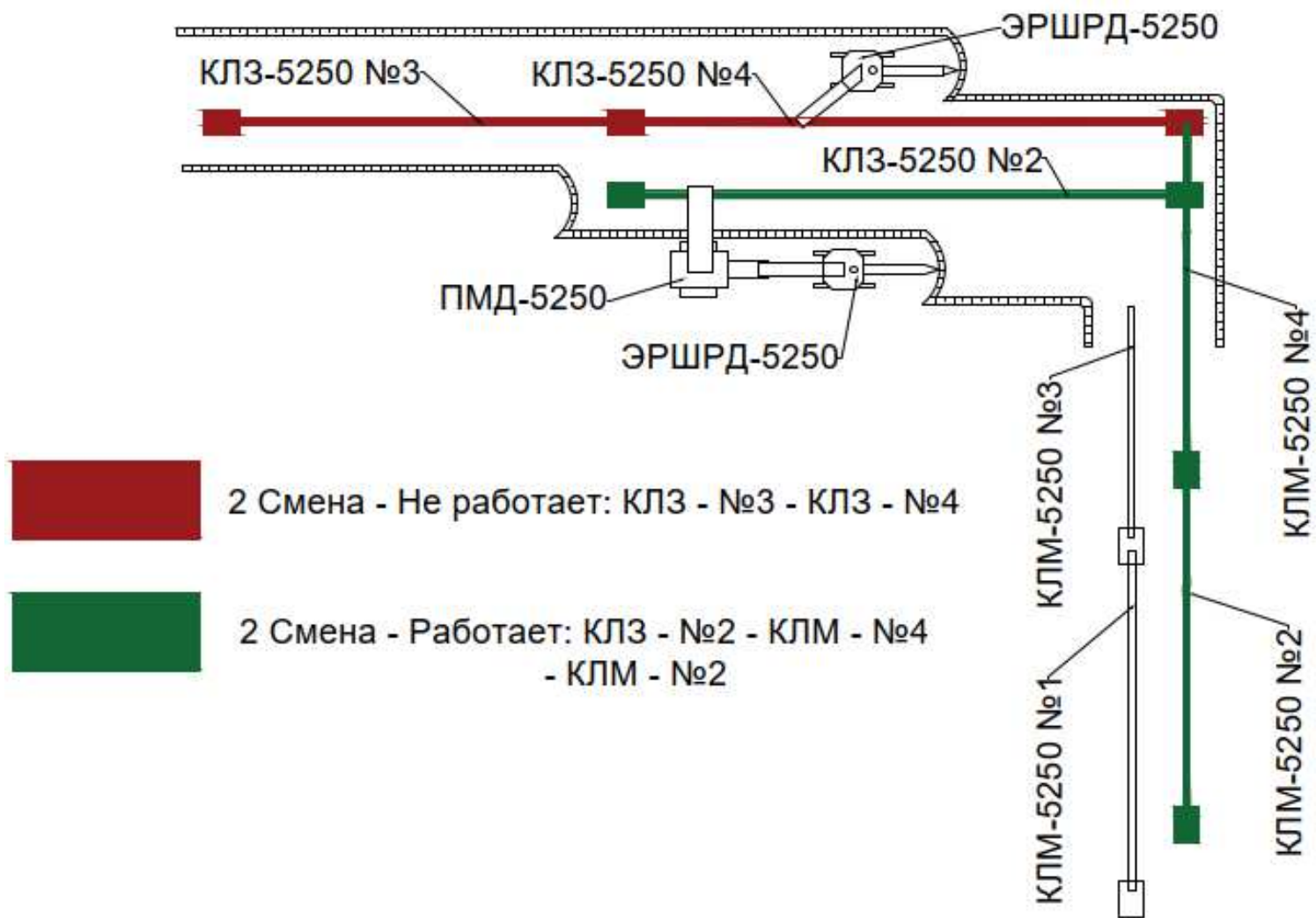


Рисунок 5 – Схема транспортирования угля для 1 варианта 2 смены

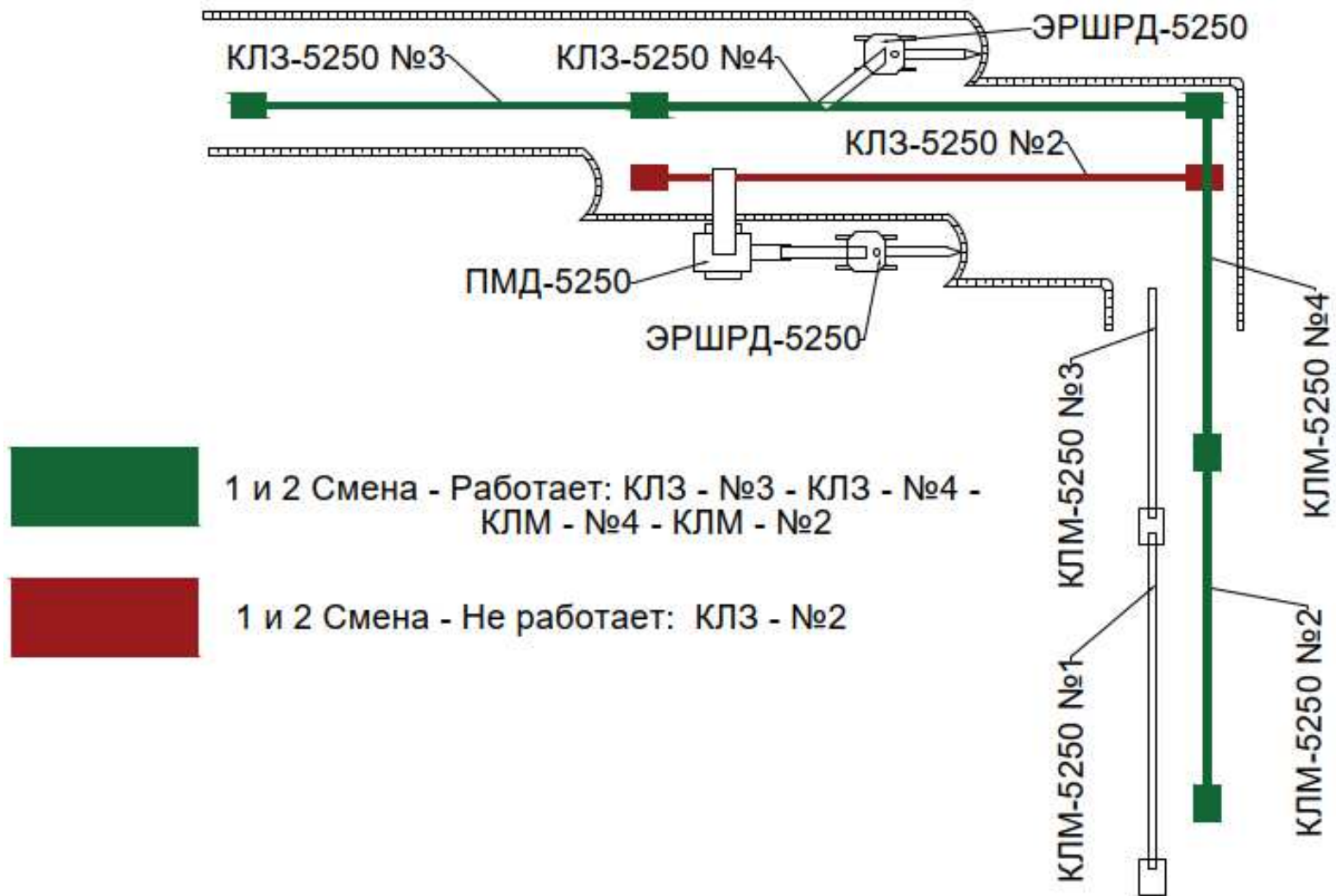


Рисунок 6 – Схема транспортирования угля для 2 варианта 1 и 2 смены

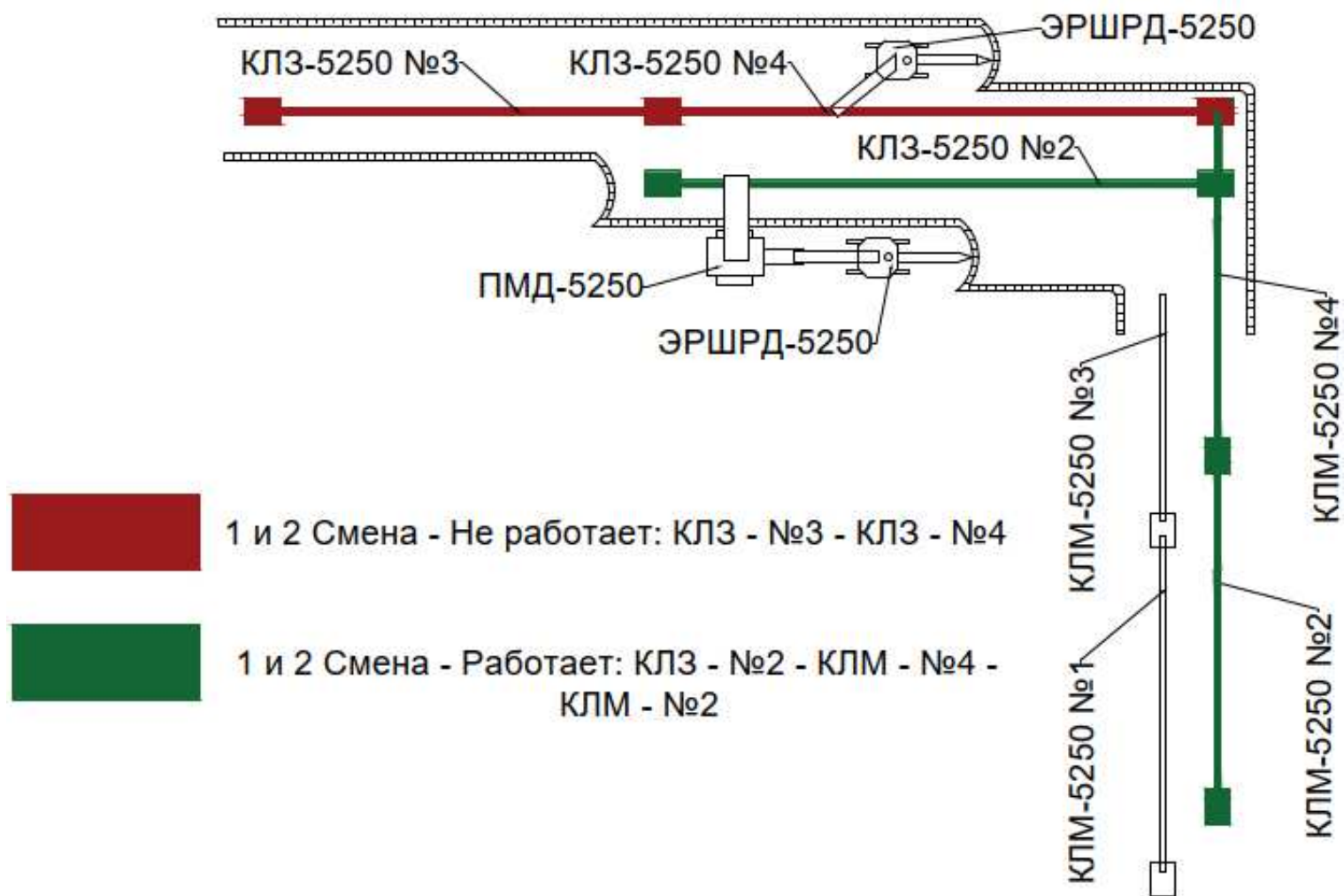


Рисунок 7 – Схема транспортирования угля для 3 варианта 1 и 2 смены

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. При отработке 1 и 2 добычных уступов с транспортированием угля на дневную поверхность по одной линии магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 2, 4 с учетом рассчитанных коэффициентов технической готовности и максимальной производительности конвейеров (соответствующей забойной производительности экскаватора ЭРШРД-5250), наибольший годовой объем перевозок обеспечивается по III варианту (в 1,01 раз больше, чем по I варианту и в 1,02 раза больше, чем по II варианту). Это объясняется более высоким значением коэффициента технической готовности конвейерной линии в целом за счет меньшего числа конвейеров в ней.

2. При I варианте транспортирования угля, максимальный годовой объем добычи, при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3 и КЛМ-5250 №№ 2,4, составляет  $\Gamma=14727862$  т (это достигается при  $k_n=1,0$  и  $k_r=0,98$ ). При  $k_r=0,96$  и ниже,  $\Gamma$  не превышает 14500000 т.

3. При II варианте транспортирования угля, максимальный годовой объем добычи, при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3 и КЛМ-5250 №№ 2,4, составляет  $\Gamma=14579093$  т (это достигается при  $k_n=1,0$  и  $k_r=0,98$ ). При  $k_r=0,97$  и ниже,  $\Gamma$  не превышает 14500000 т.

4. При III варианте транспортирования угля, максимальный годовой объем добычи, при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3 и КЛМ-5250 №№ 2,4, составляет  $\Gamma=14876631$  т (это достигается при  $k_n=1,0$  и  $k_r=0,98$ ). При  $k_r=0,95$  и ниже,  $\Gamma$  не превышает 14500000 т.

5. При значениях  $k_H=1,1$  и  $1,2$ ,  $k_T=0,95-0,98$  и любом варианте транспортирования угля, максимальный годовой объём добычи  $\Gamma$ , при котором потребуется переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3 и КЛМ-5250 №№ 2,4, не превышает значения 14500000 т (максимум  $\Gamma=13524210$  т достигается при III варианте транспортирования угля).

6. В соответствии с календарным планом ведения добычных работ, переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров КЛМ-5250 №№ 1,3 и КЛМ-5250 №№ 2,4 требуется осуществить в 2027 г. при плановой годовой производительности по углю  $\Gamma=14500000$  т. В соответствии с графиком удлинения конвейерной линии, в начале 2027 г. длина конвейерной линии КЛМ-5250 №№ 2,4 будет составлять 1500м, а длина конвейерной линии КЛМ-5250 №№ 1,3 - 900м. Установив новый конвейер длиной 1020 м, может быть осуществлен переход на схему транспортирования угля по двум линиям магистральных конвейеров протяженностью соответственно 1500 и 1920 м.

### 1.2.2 Расчет и обоснования удлинения конвейерной линии

Определяем максимальное тяговое усилия от натяжения сбегающей ветви ленты на конвейере КЛМ - 5250 №4 при длине 720 м:

$$W_{\max} = \frac{N_{\text{дв}} \cdot \eta}{V} = \frac{1500 \cdot 0,92}{4,67} = 295,5 \text{ кН} \quad (1)$$

где  $W_{\max}$  – Максимальное тяговое усилие, Н;

$V$  – Скорость движения конвейерной ленты, м/с;

$\eta$  – КПД;

$N_{\text{дв}}$  – Мощность двигателя, кВт.

Максимально тяговое усилие зависит от:

- 1) Натяжения сбегающей ветви ленты;
- 2) Коэффициента сцепления между ленты с барабаном;
- 3) Угла обхвата лентой барабана.

Для определения граничных условий тягового усилия и  $S_{сб}$ ,  $a$ ,  $\mu$ . Нам понадобится стенд для исследования тяговой способности привода ленточного конвейера рисунок 8, который находится в лаборатории СФУ ИГДГиГ.



Рисунок 8 – Стенд для исследования тяговой способности привода ленточного конвейера

*Опыт 1:* Определение зависимости максимального тягового усилия от натяжения сбегающей ветви ленты.

При  $\alpha = 180^\circ$ , среда сухая, барабан – гладкая точечная поверхность стальной. Расчеты показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Определение зависимости максимального тягового усилия от натяжения сбегающей ветви ленты на стенде

$S_{сб}$ , Н	12			24			36		
$S_{нб}$ , Н	40	42	44	82	80	84	122	126	124
$S_{нб.ср}$ , Н	42			82			124		
$W_{max}$ , кН	29			58,3			87,4		



Расчеты для определения максимального тягового усилия от натяжения сбегающей ветви ленты на стенде:

$$W_{\max, n} = S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot \alpha_{ск}} - 1) + 0,03 \cdot S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot \alpha_{ск}} + 1)$$

где  $S_{сб}$  – Сила натяжения сбегающей ветви ленты с приводного барабана, Н;

$e^{\mu \cdot \alpha_{ск}}$  – Тяговый фактор привода конвейера;

$\mu$  – Коэффициент сцепления ленты с барабаном;

$\alpha_{ск}$  – Дуга упругого скольжения ленты на приводном барабане, рад.

$$W_{\max, 12} = 12 \cdot (3,3 - 1) + 0,03 \cdot 12 \cdot (3,3 + 1) = 29 \quad (2)$$

$$W_{\max, 24} = 24 \cdot (3,3 - 1) + 0,03 \cdot 24 \cdot (3,3 + 1) = 58,3 \quad (3)$$

$$W_{\max, 36} = 36 \cdot (3,3 - 1) + 0,03 \cdot 36 \cdot (3,3 + 1) = 87,4 \quad (4)$$

После проведенных расчетов, был построен график по которому определили  $S_{сб} = 121$  Н, рисунок 9.

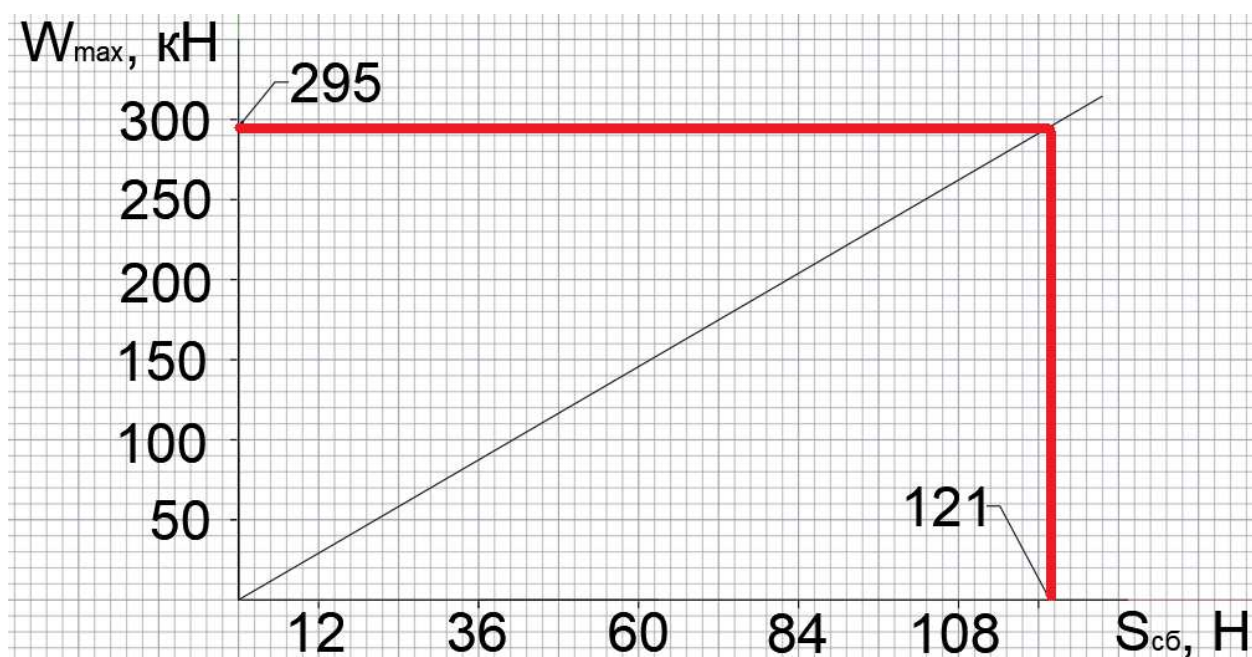


Рисунок 9 – График определения максимального тягового усилия от натяжения сбегающей ветви ленты КЛМ – 5250 №4

*Опыт 2:* Определение зависимости максимального тягового усилия от коэффициента сцепления между ленты с барабаном. Данные показаны в таблице 3



Таблица 3 - Определение максимального тягового усилия от коэффициента сцепления между лентой и барабаном на стенде

Параметры	Поверхность барабана								
	Не футерованная			Футерованная керамикой			Футерованная резиной		
$S_{сб}, Н$	24			24			24		
$S_{нб}, Н$	82	80	84	123	125	127	161	160	162
$S_{нб.ср}, Н$	82			125			161		
$e^{\mu a}$	3,5			4,2			6		
$\mu$	0,384			0,544			0,608		
$W_{max}, кН$	58,2			112,5			142		

Расчеты для определения максимального тягового усилия от коэффициента сцепления между лентой и барабаном:

$$W_{max, 24} = S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot a_{ск}} - 1) + 0,03 \cdot S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot a_{ск}} + 1)$$

$$W_{max, 24} = 24 \cdot (3,3 - 1) + 0,03 \cdot 24 \cdot (3,3 + 1) = 58,2 \quad (5)$$

$$W_{max, 24} = 24 \cdot (5,5 - 1) + 0,03 \cdot 24 \cdot (5,5 + 1) = 112,5 \quad (6)$$

$$W_{max, 24} = 24 \cdot (6,7 - 1) + 0,03 \cdot 24 \cdot (6,7 + 1) = 142 \quad (7)$$

По графику изображенного на рисунке 10,  $\mu = 0,75$ .

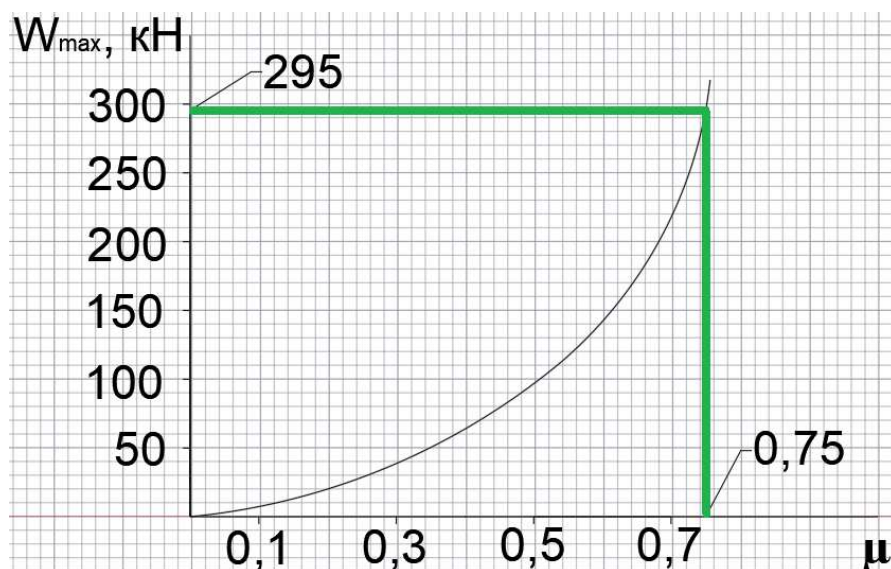


Рисунок 10 – График для определения максимального тягового усилия от коэффициента сцепления между лентой и барабаном для конвейера КЛМ – 5250 №4

*Опыт 3: Зависимость максимального тягового усилия от угла обхвата лентой барабана на стенде, таблица 4.*

Таблица 4 – Определение зависимости максимального тягового усилия от угла обхвата лентой барабана на стенде

Параметры	a=180°			a=210°			a=240°		
S <sub>сб</sub> , Н	12			12			12		
S <sub>нб</sub> , Н	40	42	44	82	80	84	122	126	124
S <sub>нб.ср</sub> , Н	42			82			124		
W <sub>max</sub> , кН	29			81			124		

Расчеты для определения максимального тягового усилия от угла обхвата лентой барабана:

$$W_{\max, 12} = S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot a_{ск}} - 1) + 0,03 \cdot S_{сб} \cdot (e^{\mu \cdot a_{ск}} + 1)$$

$$W_{\max, 12} = 12 \cdot (3,3 - 1) + 0,03 \cdot 12 \cdot (3,3 + 1) = 29 \quad (8)$$

$$W_{\max, 12} = 12 \cdot (7,5 - 1) + 0,03 \cdot 12 \cdot (7,5 + 1) = 81 \quad (9)$$

$$W_{\max, 12} = 12 \cdot (11 - 1) + 0,03 \cdot 12 \cdot (11 + 1) = 124 \quad (10)$$

По графику изображенного на рисунке 11,  $a = 285^\circ$ .

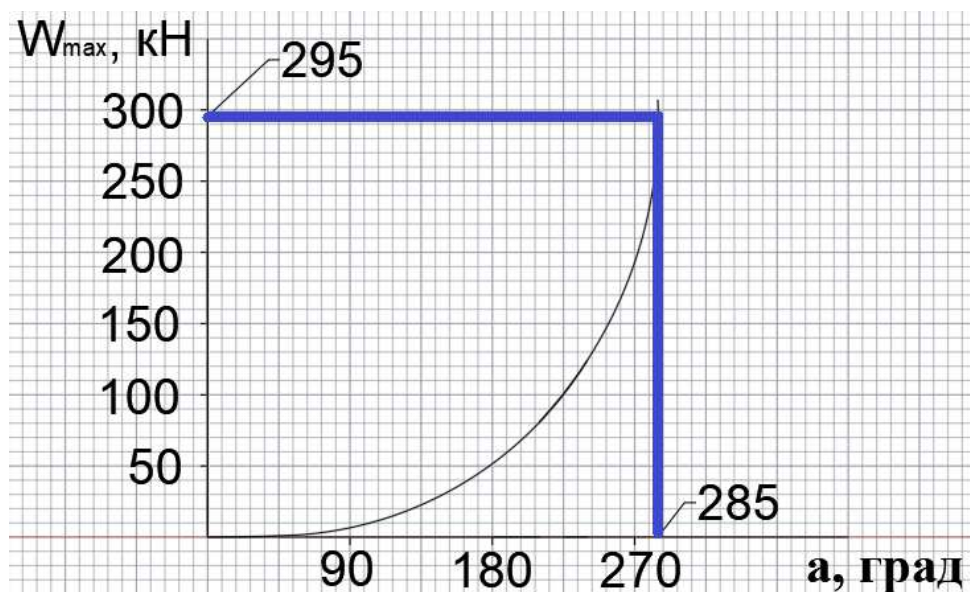


Рисунок 11 – График зависимости максимального тягового усилия от угла обхвата лентой барабана для конвейера КЛМ – 5250 №4

## Расчет конвейера КЛМ – 5250 №4

Расчет ленточного конвейера включает:

- 1) Предварительный выбор типа конвейера;
- 2) Проверку принятой ширины ленты конвейера;
- 3) Вычисление распределенных сопротивлений движению ленты;
- 4) Определение сосредоточенных сопротивлений движению ленты;
- 5) Расчет натяжений конвейерной ленты и тягового усилия;
- 6) Определение мощности привода;
- 7) Установление силы натяжного устройства;
- 8) Определение прочностных характеристик ленты.

**Выбор типа конвейера** производится по его расчетной часовой производительности  $Q_p$ , м<sup>3</sup>:

$$Q_p = \frac{\Gamma \cdot K_{н.р}}{n_{раб} \cdot n_{см} \cdot T_{см}} = \frac{14500000 \cdot 1,1}{250 \cdot 2 \cdot 12} = 2779 \quad (11)$$

где  $\Gamma$  – Годовая производительность карьера, т;

$K_{н.р} = 1,1 - 1,25$  – Коэффициент неравномерности работы карьера;

$n_{РАБ}$  – Число рабочих дней в году;

$n_{СМ}$  – Количество смен в сутки;

$T_{СМ}$  – Продолжительность смены, ч.

По расчетной производительности  $Q_p$  и исходным данным ориентировочно выбирается тип конвейера.

*Принимаем конвейер КЛМ-5250*

**Проверка принятой ширины ленты конвейера.** Проверка включает в себя два этапа. Сначала производится проверка соответствия принятой ширины ленты заданной производительности

$$B_p = 1,1 \cdot \left( \sqrt{\frac{Q}{C_0 \cdot v \cdot K_\beta}} + 0,05 \right) = 1,1 \cdot \left( \sqrt{\frac{5250}{550 \cdot 4,67 \cdot 1}} + 0,05 \right) = 1,62 \text{ м} \quad (12)$$

где  $B_p$ ,  $B$  – Соответственно, расчетная и принятая по технической характеристики ширина ленты, м;

$Q$  – Техническая производительность конвейера, принятая по технической характеристике ( $Q \geq Q_p$ ), т/ч;

$C_o$  – Коэффициент формы сечения груза на ленте (таблица 3.2);

$Y$  – Скорость движения ленты, м/с;

$K_\beta$  – Коэффициент, учитывающий снижение высоты насыпки груза при применении наклонных конвейеров:

*Принимаем ширину ленты 1800 мм.*

Затем ширина ленты проверяется по крупности куска:

$$B \geq (2,3-2,5) \cdot a_{\max}$$

$$B \geq 2,5 \cdot 250 \geq 625 \text{ мм}$$

Условие выполняется.

### ***Определение распределенных сопротивлений движению ленты.***

Распределенное сопротивление движению ленты на грузовой ветви конвейера определяется по формуле:

$$W_{гр} = (q + q_{л} + q'_{р}) \cdot \omega_{гр} \cdot L \cdot \cos \beta + (q + q_{л}) \cdot L \cdot \sin \beta$$

$$W_{гр} = (3063 + 653 + 804) \cdot 0,030 \cdot 720 \cdot \cos 3 + (3063 + 653) \cdot 720 \cdot \sin 3 = 237524 \text{ Н} \quad (13)$$

где  $q$ ,  $q_{л}$ ,  $q'_{р}$  – Линейные силы тяжести, соответственно, груза, ленты и роlikоопор грузовой ветви конвейера, Н/м:

$M_{л}$  – Масса 1 м<sup>2</sup> конвейерной ленты, кг/м<sup>2</sup> (таблица 3.3, 3.4);

$M'_{р}$  – Масса вращающихся частей роlikоопоры грузовой ветви конвейера, кг (таблица 3.5);

$l_{р}$  – Расстояние между роlikоопорами грузовой ветви конвейера, м (таблица 3.6);

$\omega_{гр}$  – Коэффициент сопротивления движению ленты на грузовой ветви конвейера (таблица 3.7);

$L$  – Расстояние транспортирования, м;

$\beta$  – Угол наклона конвейера, градус.

$$q = \frac{Q \cdot g}{3,6 \cdot v} = \frac{5250 \cdot 9,81}{3,6 \cdot 4,67} = 3063 \text{ Н/м} \quad (14)$$

$$q_{л} = M_{л} \cdot B \cdot g = 37 \cdot 1,8 \cdot 9,81 = 653 \text{ Н/м} \quad (15)$$

$$q_p' = \frac{M_p' \cdot g}{l_p'} = \frac{82 \cdot 9,81}{1} = 804 \text{ Н/м} \quad (16)$$

Распределенное сопротивление движению ленты на порожняковой ветви конвейера определяется по формуле:

$$q_p'' = \frac{M_p'' \cdot g}{L_p''} = \frac{47 \cdot 9,81}{2} = 231 \text{ Н/м} \quad (17)$$

$$l_p'' = (2) \cdot l_p' = 2 \cdot 1 = 2 \text{ м} \quad (18)$$

$$W_{\text{пор}} = (q_{\text{л}} + q_p'') \cdot \omega_{\text{пор}} \cdot L \cdot \cos \beta - q_{\text{л}} \cdot L \cdot \sin \beta$$

$$W_{\text{пор}} = (653 + 231) \cdot 0,035 \cdot 720 \cdot \cos 3 - 653 \cdot 720 \cdot \sin 3 = -2360 \text{ Н} \quad (19)$$

Сопротивление на загрузочном устройстве рассчитывают по формуле:

$$W_3 = \frac{q \cdot v^2}{g} = \frac{3063 \cdot 4,67^2}{9,81} = 6809 \text{ Н} \quad (20)$$

Сопротивление на разгрузочном устройстве (плужковый сбрасыватель) вычисляют по формуле:

$$W_p = 2,7 \cdot q \cdot B = 2,7 \cdot 3063 \cdot 1,8 = 14886 \text{ Н} \quad (21)$$

**Определение натяжений конвейерной ленты и тягового усилия.**

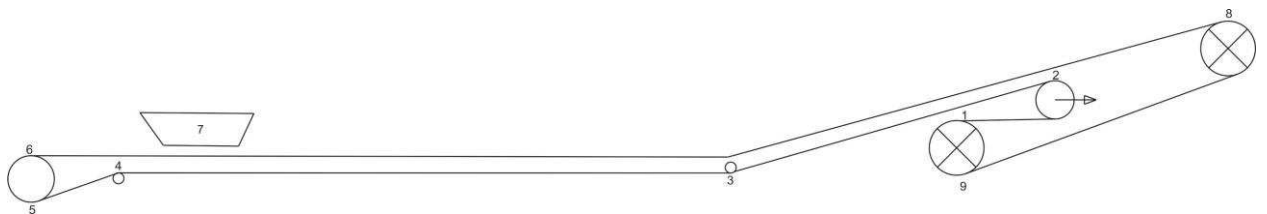


Рисунок 12 – Кинематическая схема конвейера КЛМ-5250

$$S_1 = S_{\text{СБ}}$$

$$S_2 = S_1 + W_{\text{пор}} = S_1 - 2360$$

$$S_3 = K' \cdot S_2 = 1,01 \cdot S_1 - 2384$$

$$S_4 = S_3 \cdot K' = 1,02 \cdot S_1 - 2408$$

$$S_5 = S_4 \cdot K' = 1,04 \cdot S_1 - 2456$$

$$S_6 = S_5 \cdot K' = 1,06 \cdot S_1 - 2505$$

$$S_7 = S_6 + W_3 = 1,06 \cdot S_1 - 2505 + 6809 = 1,06 \cdot S_1 + 4304$$

$$S_8 = S_7 + W_{гр} = 1,06 \cdot S_1 + 4304 + 237524 = 1,06 \cdot S_1 + 241828$$

$$S_9 = S_{нб} = K' \cdot S_8 = 1,08 \cdot S_1 + 246664$$

При двухбарабаном приводе (угол обхвата  $\alpha = 360^0$ ), состоянии атмосферы – влажное, обильное загрязнение и запыленность, шевронной резиновой футеровке приводного барабана определяем тяговый фактор привода:

$$e^{\mu\alpha} = 6,59$$

Для определения  $S_{нб}$  и  $S_{сб}$  составим систему уравнений

$$\begin{cases} S_{нб} = 1,08 \cdot S_1 + 246664 \\ S_{нб} = 6,59 \cdot S_{сб} \end{cases}$$

В результате получаем  $S_{нб} = 295015H$ ;  $S_{сб} = 44767H$ .

Определяем силы натяжения ленты в остальных точках:

$$S_1 = S_{сб} = 44767$$

$$S_2 = 44767 - 2360 = 42407$$

$$S_3 = 1,01 \cdot 44767 - 2384 = 42831$$

$$S_4 = S_3 \cdot K' = 1,02 \cdot 44767 - 2408 = 43254$$

$$S_5 = 1,04 \cdot 44767 - 2456 = 44102$$

$$S_6 = S_5 \cdot K' = 1,06 \cdot 44767 - 2505 = 44948$$

$$S_7 = 1,06 \cdot 44767 + 4304 = 51757$$

$$S_8 = 1,06 \cdot 44767 + 241828 = 289281$$

$$S_9 = S_{нб} = 1,08 \cdot 44767 + 246664 = 295012$$

Для нормальной работы конвейера должны выполняться два условия:

$$S_{нб} \leq S_{сб} \cdot e^{\mu\alpha}$$

$$295012 \leq 44767 \cdot 6,59$$

$$295012 = 295015$$

$$S_{\min} = (5 \div 10) \cdot (q + q_{л}) \cdot l_p' \leq S_2$$

где  $S_2$  – наименьшее натяжение ленты на грузовой ветви для нашего конвейера, Н.

$$S_{\min} = 10 \cdot (3063 + 653) \cdot 1 = 37160$$

**Условие выполняется.**

Тяговое усилие определяется по формуле:

$$W_0 = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} + 0,03 \cdot (S_{\text{нб}} + S_{\text{сб}})$$

$$W_0 = 295012 - 44767 + 0,03 \cdot (295012 + 44767) = 260438 \text{ Н} \quad (23)$$

**Определение мощности привода.**

При двухбарабанном приводе общую мощность необходимо распределить между приводными барабанами, которые работают не в одинаковом режиме. Мощность двигателя пропорциональна величине тягового усилия, поэтому нужно вначале определить величину тягового усилия, приходящуюся на каждый барабан:

$$W_{01} = S_{\text{нб}} \cdot \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}} = 295012 \cdot \frac{6,59 - 1}{6,59} = 250245 \quad (24)$$

$$W_{01} = W_0 - W_{01} = 260438 - 250245 = 10193 \quad (25)$$

**Определение силы натяжного устройства.**

$$S_{\text{н.у.}} = S_1 + S_2 = 44767 + 42407 = 87174 \text{ Н} \quad (26)$$

**Определение прочностных характеристик ленты.**

$$i = \frac{S_{\text{max}} \cdot K_3}{\delta_p \cdot B} = \frac{295012 \cdot 9}{1475 \cdot 1800} = 1 \quad (27)$$

где  $S_{\text{max}}$  – Наибольшее натяжение в ленте, Н;

$K_3$  – Коэффициент запаса прочности (при  $\beta \leq 10^0$   $K_3 = 8-9$ , при  $\beta > 10^0$   $K_3 = 9-10$ );

$B$  – Ширина ленты, мм.

Подбор резинокросовой ленты необходимой прочности выполняется по ее сопротивлению разрыву

$$\delta_p = \frac{S_{\text{max}} \cdot K_3}{B} = \frac{295012 \cdot 9}{1800} = 1475 \text{ Н/мм} \quad (28)$$

где  $K_3 = 8 - 8,5$  при  $\beta \leq 10^0$  и  $K_3 = 9 - 10$  при  $\beta > 10^0$ ;

Такая прочность обеспечивается выбранной лентой РТЛ-2500.

Для расчета ленточного конвейера (ЛК) на компьютере понадобится программа: «Расчет критериев эффективности эксплуатации ЛК для заданных условий карьера». Расчет показан на рисунках 13 – 18.

Стартовая Ввод исходный данных Выбор конвейера Тип ленты Тип роlikоопор Схемы Силы натяжения Отчёт

**Горизонт расчёта, лет, t**  Принять

Горнотехнические условия

Годовая производительность, млн м<sup>3</sup> A

Коэффициент неравномерности работы, K<sub>н.р.</sub>

Число рабочих дней в году, n<sub>раб</sub>

Число смен в сутки, n<sub>см</sub>

Продолжительность смены, ч T<sub>см</sub>

Насыпная плотность груза, т/м<sup>3</sup> γ

Угол естественного откоса груза на ленте φ

Максимальный размер куска, мм a<sub>max</sub>

Угол наклона конвейера, град β

Направление транспортирования груза  Вверх  Вниз

Угол наклона боковых роликoв, град β'

Расстояние транспортирования грузов, м L

Время, затрачиваемое на плановые ремонты транспортного оборудования в течение года, ч T<sub>рем</sub>

Время простоя транспортного оборудования по климатическим условиям в течение года, ч T<sub>клим</sub>

Время приема-сдачи смены транспортного оборудования в течение года, ч T<sub>пр.сд</sub>

Время праздников и выходных в течение года, ч T<sub>пр.вых</sub>

Далее

Рисунок 13 – Ввод исходных данных



Стартовая Ввод исходный данных Выбор конвейера Тип ленты Тип роликоопор Схемы Силы натяжения Отчёт

Выберите конвейер с часовой производительностью  $\geq 2567 \text{ м}^3$  Условие выполнено

Конвейер	Ширина ленты, мм	Скорость движения	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
S160.125	1600	2	2000
S160.160	1600	2	2000
S160.125	1600	2,5	2500
S160.160	1600	2,5	2500
S200.160	2000	1,6	2500
S200.200 (однобарабанный привод)	2000	1,6	2560
S200.200 (двухбарабанный привод)	2000	1,6	2560
S160.125	1600	3	3150
S160.160	1600	3,15	3150
S200.160	2000	2	3200
S200.200 (однобарабанный привод)	2000	2	3200
S200.200 (двухбарабанный привод)	2000	2	3200
S200.160	2000	2,5	4000
S200.200 (однобарабанный привод)	2000	2,5	4000
S200.200 (двухбарабанный привод)	2000	2,5	4000
КМЗ	1800	4,35	4500
КМП	1800	4,35	4500
КМО	1800	4,35	4500
S200.160	2000	3	4960
S200.200 (однобарабанный привод)	2000	3,15	4960
S200.200 (двухбарабанный привод)	2000	3,15	4960
КЛМ-5250	1800	4,67	5250

Проверка принятой ширины ленты конвейера

Соответствие принятой ширины ленты заданной производительности (условие выполняется)

Проверка принятой ширины по крупности куска (условие выполняется)

**Продолжить**

Рисунок 14 – Выбор конвейера

Выберите тип ленты

Резинотросовые

Резинотканевые

Тип ленты	Прочность,	Диаметр и шаг	Масса, кг/м2
РТЛ-1200	1200	4,2/15	26
РТЛ-1500	1500	6,2/15	28
РТЛ-2000	2000	4,65/14	30
РТЛ-2500	2500	7,6/14	37
РТЛ-3150	3150	8,6/15	43
РТЛ-4000	4000	8,0/15	48
РТЛ-5000	5000	10,5/17	55
РТЛ-6000	6000	11,5/18	65

Продолжить

Изображение



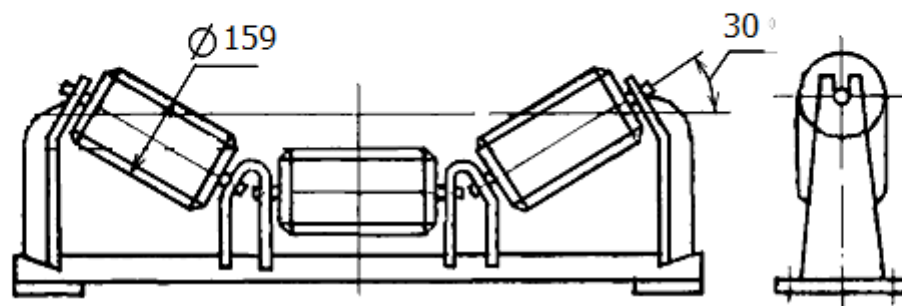
Рисунок 15 – Выбор конвейерной ленты

Выберите исполнение роlikоопор для грузовой ветви

Нормальное

Тяжёлое

Ширина ленты, мм	Трехроlikовая опора				Однороlikовая опора	
	в нормальном исполнении		в тяжелом исполнении			
	диаметр	масса, кг	диаметр	масса, кг	диаметр ролика,	масса, кг
800	127	22	159	45	127	19
1000	127	25	159	50	127	21,5
1200	127	29	159	55	127	26
1400	159	50	194	108	159	40
1600	159	60	194	116	159	40
1800	159	82	194	122	159	47
2000	159	82	219	190	159	47



Продолжить

Рисунок 16 – Выбор роlikовой опоры

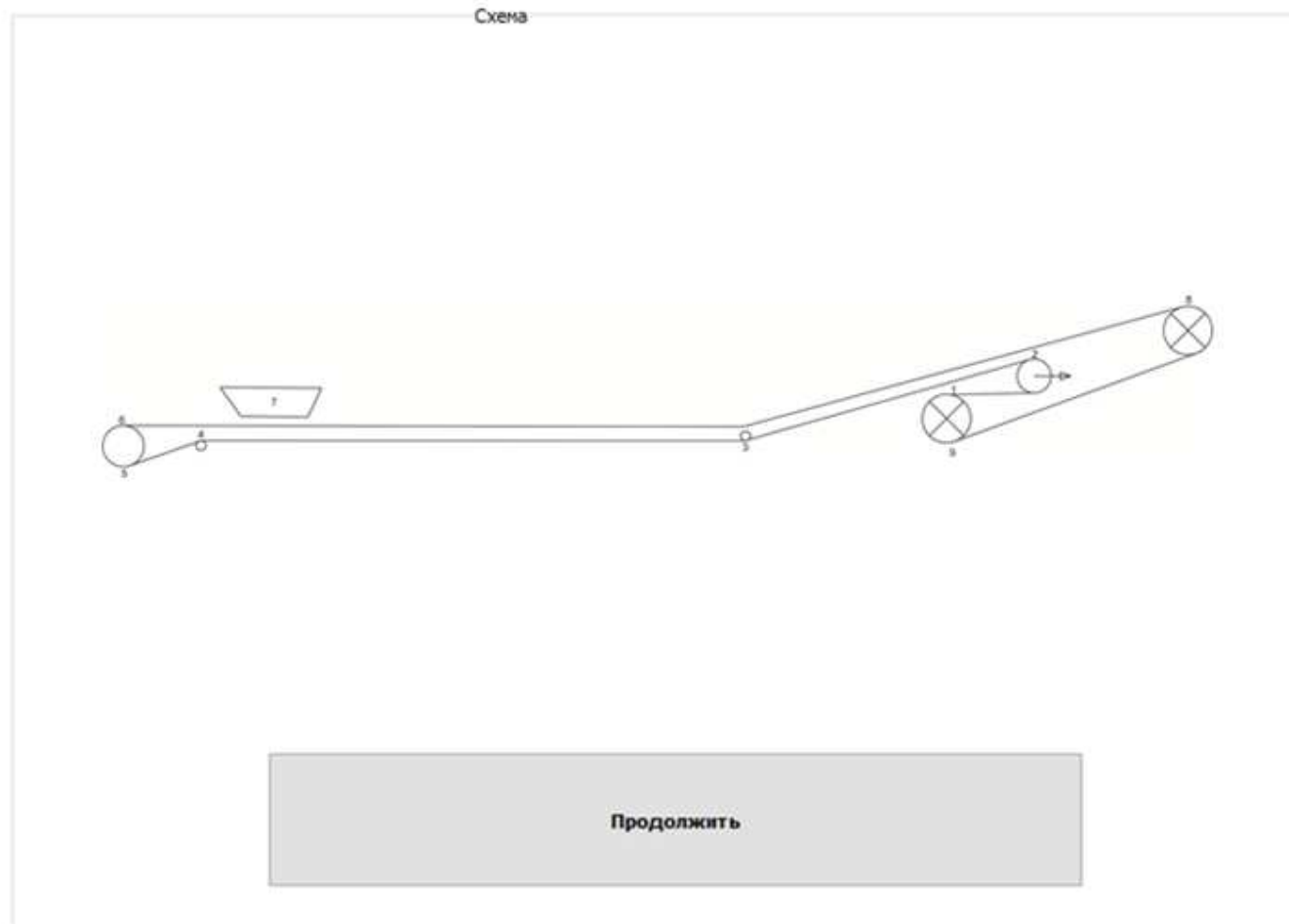


Рисунок 17 – Выбор схемы конвейера

Стартовая	Ввод исходный данных	Выбор конвейера	Тип ленты	Тип роlikоопор	Схемы	Силы натяжения	Отчёт
-----------	----------------------	-----------------	-----------	----------------	-------	----------------	-------

Материал барабана	Состояние атмосферы	Коэффициент сцепления $\mu$	Углы обхвата $\alpha$ , град, рад									
			180	210	240	300	360	400	420	450	480	
			3,14	3,66	4,19	5,24	6,28	7	7,33	7,85	8,38	
Чугунный или стальной	Очень влажная	0,1	1,35	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	2,08	2,19	2,32	
С деревянной или резиновой футеровкой	Очень влажная	0,15	1,6	1,73	1,87	2,19	2,57	2,87	3	3,25	3,51	
Чугунный или стальной	Влажная	0,2	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	4,33	4,34	5,34	
С деревянной или резиновой футеровкой	Влажная	0,25	2,18	2,49	2,85	3,7	4,81	5,75	6,25	7,05	8,17	
Чугунный или стальной	Сухая	0,3	2,57	3	3,51	4,81	6,59	8,17	9,02	10,5	12,35	
С шевронной резиновой футеровкой	Влажная	0,3	2,57	3	3,51	4,81	6,59	8,17	9,02	10,5	12,35	
С гладкой резиновой футеровкой	Сухая	0,35	3	3,61	4,33	6,27	9	11,62	13,01	15,6	18,78	
С шевронной резиновой футеровкой	Сухая	0,4	3,51	4,33	5,34	8,12	12,35	16,41	18,77	23	28,56	

Система уравнений для выбранной схемы:

$$\begin{cases} S_{НБ} = 1,08 \cdot S_1 + 246664 \\ S_{НБ} = 6,59 \cdot S_{СБ} \end{cases}$$

Силы натяжения в характерных точках	Пересчёт сил натяжения
$S_1 = S_{СБ} = 44767$	
$S_2 = 42407$	
$S_3 = 42831$	
$S_4 = 43254$	
$S_5 = 44102$	
$S_6 = 44948$	
$S_7 = 51757$	
$S_8 = 289281$	
$S_9 = S_{НО} = 295012$	

Рассчитать значения сил натяжения

Продолжить

Рисунок 18 – Выбор значения тягового фактора

Второе направление требует решения вопроса модернизации парка существующих магистральных конвейеров КЛМ-5250 в связи с переходом на транспортирование угля по одной линии взамен существующих двух линий.

Таблица 5 – Результаты тяговых расчетов конвейера КЛМ-№4

Год	Годовая производительность по углю $G$ , т	Длина конвейера $L$ , м	Мощность приводной станции $N_3$ , кВт
2021	7000000	600	1257
2022	7000000	660	1376
2023	8000000	720	1496
2024	8500000	780	1615
2025	8500000	780	1615
2026	10000000	840	1735
2027	11000000	900	1902

Таблица 6 – Результаты тягового расчета конвейера КЛМ-№3 длиной 300м

Год	Годовая производительность по углю $G$ , тыс.т	Длина конвейера $L$ , м	Мощность приводной станции $N_3$ , кВт
2027 - 2033	14500000 - 14672000	300	609

Нами проведены тяговые расчеты конвейеров таблица 5 и 6 , по результатам которых сделаны следующие выводы:

1. Существующая в настоящее время приводная станция магистрального конвейера КЛМ-№4 (3 двигателя мощностью по 500 кВт каждый) обеспечит работу конвейера до 2024 г. (при его длине 720 м). При планируемом удлинении конвейера в 2024 г. следует установить на второй приводной барабан дополнительный двигатель мощностью 500 кВт. Этот двигатель можно снять с конвейера КЛМ-№3, т.к. при длине 300 м мощности

приводной станции  $N_3 = 1000$  кВт (2 двигателя по 500 кВт) будет достаточно для транспортирования угля на 300 м.

2. В конце 2027 г. потребной мощности приводной станции  $N_3 = 2000$  кВт (4 двигателя по 500 кВт) хватит для обеспечения планового удлинения до 900 м. Поэтому в 2027 г. необходимо установить новый конвейер длиной 1020 м, чтобы обеспечить годовой объем добычи  $G = 14500000$  т, и тогда транспортирование угля будет производиться по 2 линиям:

- КЛМ-№4 (900 м), КЛМ-№2 (600 м) – общая длина 1500 м;

- новый конвейер (1020 м), КЛМ-№3 (300 м) и КЛМ-№1 (600 м) – общая длина 1920 м.

С учетом технических возможностей предприятия и полученных выводов предлагаемая программа модернизации магистральных конвейеров КЛМ-5250 включает в себя следующие основные этапы.

С 2021 г. транспортирование угля от забойных конвейеров КЛЗ ведется по конвейерной линии КЛМ-5250 №№ 4, 2. В 2021 г. планируется модернизация конвейера КЛМ-5250 № 4 с целью его удлинения путем добавления 4 двигателя, идентичного трем существующим, и установки дополнительного бункера для приема угля от КЛЗ-5250 № 2, обеспечивающего прохождение угля, отгруженного с КЛЗ-5250 № 4. Это даст техническую возможность наращивать конвейер до длины 840 м (при существующей длине 600 м, 4 раза по 60 м). Кроме этого необходима установка дополнительного погрузочного устройства для приема угля со второго конвейера. Работа по транспортировке угля конвейером КЛМ-5250 № 4 будет осуществляться до 2024 года включительно.

В 2022-2023 г.г. планируются замены конвейера КЛМ-5250 № 1 на новый КЛМ-5250 № 5 длиной 1200 м и конвейера КЛМ-5250 № 3 на новый КЛМ-5250 № 6 с начальной длиной 420 м и последующими удлинениями по 60 м до 1200 м.

В 2023-2024 г.г. производится монтаж конвейеров и приводных станций (переукладка основания, установка ставов, замена роликов и ленты, монтаж приводных станций).

С 2026 по 2033 гг. транспортирование угля от забойных конвейеров КЛЗ ведется по модернизированной конвейерной линии КЛМ-5250 №№ 6, 5. Конвейерная линия КЛМ-5250 №№ 4, 2 подлежит выводу из эксплуатации и консервации.

### **1.2.3 Планограмма**

Итоги удлинения магистрального конвейера КЛМ-5250, лучше всего представить в виде планограммы, которая показана на рисунке 19.

Планограмма позволяет определить количество единиц техники, определить количество людей для выполнения данной работы, более тщательно проанализировать ход работы, чтобы можно было транспортировать уголь на поверхность по одной линии магистрального конвейера.



№П/П	Наименование работы	Сроки выполнения																												Применяемая техника	Ответственный исполнитель	
		Февраль														Март																
		1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	1	4	5	6	7	10	11	12			13
	Передвижка конвейера КЛМ - №4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1	Подготовка трассы передвижки конвейера, подготовка нового места под станцию																														Д-275А, ДЗ-98	ГЦ
2	Разбивка оси трассы конвейера под турнодозер																														КАВЗ	ГЦ, Макшейдер
3	Демонтаж якоря и грузов на концевой секции конвейера КЛМ-№4																														ТГ-502, МТЗ КАВЗ, К-700	ГЦ
4	Удлинение и подключение в/в кабеля к станции 60 п.м.																														К-700, КАВЗ	ГЦ, Эл.цех
5	Продёрнуть став конвейера																														ТГ502, МТЗ, КАВЗ	ГЦ
6	Передвижка конвейера на 60пм на север по 5 пм в смену																														ТУРНОДОЗЕР, МТЗ, КАВЗ	ГЦ
7	Монтаж линейной части става, удлинение на 24 метра																														ТГ502, МТЗ, КАВЗ	ГЦ
8	Монтаж ленты на удлиненную часть става																														ТГ-502, МТЗ КАВЗ, К-700	ЦРМГО, ГЦ
9	Проверка става маркшейдером																														КАВЗ	ГЦ, Макшейдер
10	Рихтовка става по маркшейдерским отметкам																														ЭО - SOLAR, К-700, КАВЗ	ГЦ
11	Проверка рихтовки става маркшейдером																														КАВЗ	ГЦ, Макшейдер
12	Рихтовка става в поперечном уклоне																														ТГ502, КАВЗ	ГЦ
13	Наладка электрооборудования конвейера																														КАВЗ	ГЦ
14	Наладка приводов конвейера																															НГМНУ
15	Прокрутка конвейера																														КАВЗ	ГЦ
16	Кол-во работников ГЦ план	7	11	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	3	3	6	6	3	3	3	3	4	4			
17	Кол-во работников ГЦ факт																															

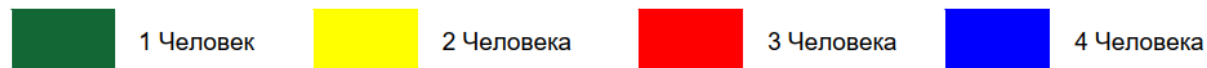


Рисунок 19 – Планограмма

## 2 Безопасность жизнедеятельности

### 2.1 Эксплуатация ленточного конвейера

При эксплуатации ленточного конвейера должна соблюдаться техника безопасности.

Переходные мостики над конвейером должны быть установлены через каждые 100 метров и иметь сплошной настил, шириной 0,3 метра, высотой 1 метр, обшита сплошной обшивкой по нижней части высотой 0,2 метра.

Ленточные конвейеры устанавливаются, так чтобы можно было производить ремонт и техническое обслуживание с обеих сторон. Ширина проходов между стенками здания и конвейерами не менее 1 метра, а между двумя конвейерами не менее 1,2 метра. Ленточный конвейер расположенный под наклоном, на нем должны быть установлены ловители, чтобы исключить сбег полотна при обрыве тягового органа.

На ленточный конвейер должно устанавливаться стопорное устройства, которое исключит перемещения грузенной ветви ленты в обратное направления.

На ленточных конвейерах устанавливаются устройства, которые выключают привод при пробуксовке и обрыве ленты, забивке разгрузочных желобов и воронок, а также дополнительное оборудования для очистки ленты и барабанов от налипания и примерзания угля.

Конвейерная лента при движение, не должна иметь боковых смещений, не выходить за пределы барабанов и роликовых опор. Для этого на конвейере устанавливаются специальные устройства, которые исключат смещения и боковой сход ленты.

Уборка просыпавшегося угля должна убираться механизированным способом. В случае уборке ручным трудом, ленточный конвейер отключают, и на пультах управления вешают таблички «Не включать работают люди!».

Пробуксовку ленты устраняют с помощью натяжных устройств.

При одновременной или последовательной работе нескольких конвейеров, необходимо соблюдать последовательность пуска и остановки

конвейера. Если происходит внеплановая остановка любого устройства, то отключается все устройства, которые находятся в предбудущих звеньях. Конвейерный став оборудуется местной блокировкой, которая предотвращает пуск конвейера с пульта при аварийных обстоятельствах. На всех конвейерных линиях устанавливаются устройства, которые способны выполнить полную остановку конвейера по всей длине става. Все вращающиеся узлы и грузы натяжных устройств ограждаются.

## **2.2 Эксплуатация экскаваторов**

Перегон экскаватора происходит по трассе вне призмы обрушения, шириной, чтобы производить маневры, и уклоны, которые способен преодолеть экскаватор. Перегон выполняется по сигналам помощника машиниста, при этом должна быть обеспечена постоянная видимость между ними.

Экскаватор необходимо располагать на уступе или на отвале на ровной поверхности и с уклоном, который не превышает паспортное значение. Расстояние между откосом уступа и экскаватора указывается в проекте ведения горных работ.

На роторных экскаваторах должны иметься устройства, которые обеспечивают заданную скорость движения и углы поворота роторной стрелы, а также устройства способные оповестить машиниста о максимальных углах подъема, опускания и выдвижения стрелы.

В кабине машиниста установлены датчики на скорость движения и угол поворота стрелы, прибор контроля напряжения и нагрузки стрелы, а также аварийная сигнализация.

Во время работы людям запрещается находиться под погрузочно и разгрузочными люками, конвейерами, перегрузочными оборудованием и под рамой ходовой части экскаватора.

Перед началом новой заходки экскаватора, горный мастер обязан осмотреть забой на наличие посторонних предметов, и в случае их обнаружения – он должен сообщить и устранить их.

При работе экскаваторов в комплексе с конвейерами управление должно быть заблокировано.

Кабина машиниста должна обеспечивать обзор забоя в котором работает роторный экскаватор.

### 3 Экономическая часть

#### 3.1 Сетевой график дипломной работы

Дипломная работа (ДР) на тему: «Проектирование транспортной схемы добычного участка угольного разреза», делалась с использованием методов сетевого планирования и управления, что позволила целесообразно разделить время по видам работ и выполнить дипломную работу в установленные сроки.

В таблице 7 показаны виды работ для выполнения дипломной работы.

Таблица 7 – Виды работ для выполнения ДР

Номер работы	Название работы	Номер события	Название события	Количество дней
1-2	Построение графика для ДР	2	График построен	2
2-3	Планирование цели и задачи	3	Тема работы	7
3-4	Изучение литературных источников для выполнения ДР	4	Литература изучена	10
4-5	Описание технических условий проектируемого угольного разреза	5	Технические условия описаны	7
5-6	Постановка трех задач	6	Задачи выполнены	5
6-7	Решение первой задачи	7	Задача решена	10
7-8	Построение транспортных схем в AutoCAD	8	Схемы построены	3
8-9	Решение второй задачи	9	Задача решена	20
9-10	Построение графиков в AutoCAD	10	Графики построены	3
10-11	Решение третьей задачи	11	Задача решена	15
11-12	Построение планограммы в AutoCAD	12	Планограмма построена	7
12-13	Написание раздела - безопасная жизнедеятельность	13	Раздел написан	3
13-14	Написание раздела - экономическая часть	14	Раздел написан	10

Продолжение таблицы 7

Номер работы	Название работы	Номер события	Название события	Количество дней
14-15	Составление пояснительной записки	15	Записка составлена	10
15-16	Составление презентации	16	Презентация составлена	5
16-17	Защита ДР	17	ДР сдана	1

На рисунке 20 изображен сетевой график работ, который был построен, руководствуясь таблицей 7.

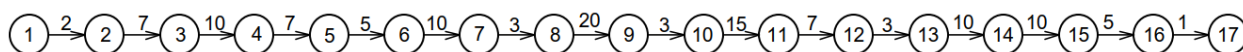


Рисунок 20 – Сетевой график работ

Раннее завершение работы связано с ее ранним началом, которое зависит от сетевого графика и определяется по формуле:

$$t_{ij}^{PO} = t_{ij}^{PH} + t_{ij} \quad (29)$$

где  $t_{ij}^{PO}$  – Раннее завершение работы, дней;

$t_{ij}^{PH}$  – Раннее начало работы, дней;

$t_{ij}$  – Продолжительность выполнения работы, дней.

Позднее начало и позднее завершение работы определяем в процессе расчета графика т.е. от конечного действия к исходному. Находим по формуле:

$$t_{ij}^{PH} = t_{ij}^{PO} - t_{ij} \quad (30)$$

где  $t_{ij}^{PH}$  – Позднее начало работы, дней;

$t_{ij}^{PO}$  – Позднее завершение работы, дней;

Полный резерв времени работы показывает, на какой интервал времени возможно отложить сроки исполнения работы.

Определяем полный и частный резерв времени работы, по формуле:

$$R_{ij}^n = t_{ij}^{PO} - t_{ij}^{PO} \quad (31)$$

$$C_{ij} = t_{jh}^{PH} - t_{ij}^{PO} \quad (32)$$

где  $t_{jh}^{PH}$  – Раннее начало следующей работы, дней;

В таблице 8 показан расчет показателей сетевой модели.

Для определения раннего срока наступления события пользуемся ниже приведенными зависимостями:

- 1) Когда к событию подходит один вид работы  $t_{Pi} = t_{PO}$ ;
- 2) Когда в данное событие входит несколько работ, то тогда  $t_{Pi} = \max(t_{PO})$ ;

Для определения позднего срока наступления события пользуемся ниже приведенными зависимостями:

- 1) Когда от события отклоняется один вид работы  $t_{Pi} = t_{Pi}$ ;
- 2) Когда немного  $t_{Pi} = \min(t_{Pi})$ ;

В таблице 9 представлены ранние и поздние сроки события.

Таблица 8 – Расчет показателей сетевой модели

Номер работы, $i$	Номер события, $j$	Продолжительность работы, $t_{ij}$	Раннее открытие работы, $t_{ij}^{PH}$	Раннее завершение работы, $t_{ij}^{PO}$	Позднее открытие работы, $t_{ij}^{ПН}$	Позднее завершение работы, $t_{ij}^{ПО}$	Полный резерв, $R_{ij}^n$	Частный резерв, $Ч_{ij}$
1	2	2	0	2	0	2	0	0
2	3	7	2	9	2	9	0	0
3	4	10	7	17	7	17	0	0
4	5	7	8	15	8	15	0	0
5	6	5	11	16	11	16	0	0
6	7	10	15	25	15	25	0	0
7	8	3	18	21	18	21	0	0
8	9	20	22	42	22	42	0	0
9	10	3	25	28	25	28	0	0
10	11	15	28	43	28	43	0	0
11	12	7	30	37	30	37	0	0
12	13	3	33	36	33	36	0	0
13	14	10	36	46	36	46	0	0
14	15	10	39	49	39	49	0	0
15	16	5	42	47	42	47	0	0
16	17	1	47	48	47	48	0	0



Таблица 9 – Ранние и поздние сроки события

Номер события	$t_{Pi}$	$t_{Pi}$	$R_i$
1	2	2	0
2	9	9	0
3	17	17	0
4	15	15	0
5	16	16	0
6	25	25	0
7	21	21	0
8	42	42	0
9	28	28	0
10	43	43	0
11	37	37	0
12	36	36	0
13	46	46	0
14	49	49	0
15	47	47	0
16	48	48	0

Продолжительность комплекса работ сетевого графика определится как сумма продолжительности отдельных работ, лежащих на критическом пути:

$L_1: 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17$

$t_{L1} = 121$  дней.

Таким образом, критический путь равен 121 дню. Резервов времени, критический путь не имеет.

### 3.2 Смета затрат на выполнения дипломной работы

В смету затрат входят:

- 1) Материальные расходы;
- 2) Расходы на заработную плату;
- 3) Амортизация основных фондов;
- 4) Остальные денежные затраты.

Расходы на материальные нужды показаны в таблице 10 и таблице 11.

Таблица 10 – Материальные расходы

Наименование	Количество, шт	Стоимость, руб	Сумма, руб
Печатание листов (обычных)	68	4	272
Печатание листов (цветных)	12	12	144
Набор картриджей (Canon CL-446)	1	2899	2899
Итого			3315

Таблица 11 – Расходы на электроэнергию

Наименование	Мощность, кВт	Время использования, ч	Потребленная электроэнергия, кВт·ч	Цена кВт·ч	Сумма, руб
Ноутбук	0,065	726	47,2	4,05	191,2
Компьютер	0,3	0,5	0,15	4,05	0,61
Принтер	0,3	0,5	0,15	4,05	0,61
Итого					192,42

При написании дипломной работы использовал интернет, расходы на который составили за 121 день 1260 рублей.

Расходы на заработную плату консультантов рассчитывают по формуле:

$$Z_T = T_K \cdot T_{TC} \quad (33)$$

где  $T_{TC}$  – Часовая тарифная ставка, руб/час;

$T_K$  – Время занятости по теме, час.

При выплате заработной платы сотрудникам, работодатель обязан оплачивать страховые взносы, которые зависят не только от выплаты работнику, но и от ставки на страховые взносы.

Тарифы отчисления на страховые взносы в 2021 и 2022 год составят:

- 1) Пенсионный фонд – 22%;
- 2) Фонд социального страхования – 2,9%;
- 3) Фонд медицинского страхования – 5,1%.

Общий итог отчисления с заработной платы в страховые взносы

составит 30%.

Итоги начисления заработной платы приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Итоги заработной платы

Должность работников	Часовая тарифная ставка, руб/час	Время выполнения работы, час	Расходы на заработную плату, руб	Отчисления на страховые взносы, руб	Итог заработной платы, руб
Выпускник	3700 мес.	4 мес.	14800	-	14800
Руководитель	500	15	7500	2250	9750
Консультант по безопасной жизнедеятельности	500	1	500	150	650
Консультант по экономической части	500	5	2500	750	3250
Рецензент	500	1	500	150	650
Итог			25800	3300	29100

Определяем амортизацию основных фондов по формуле:

$$A = C_{\text{перв}} \cdot N_A \cdot T \quad (34)$$

$$N_A = \frac{1}{T_{\text{ПИ}}} \quad (35)$$

где  $C_{\text{перв}}$  – Первоначальная стоимость оборудования, руб;

$N_A$  – Норма амортизации, %;

$T$  – Период использования оборудования, мес.;

$T_{\text{ПИ}}$  – Нормативный срок полезного использования оборудования, мес.

Амортизация основных фондов рассчитана в таблице 13.

Таблица 13 – Амортизация основных фондов

Наименование	$C_{\text{перв}}$ , руб	$T_{\text{ПИ}}$ , мес	$T$ , мес	$N_A$ , мес	$A$ , руб
Ноутбук	40000	60	4	0,02	3200
Компьютер	30000	60	1	0,02	600
Принтер	12000	60	1	0,02	240
Итог					4040

Остальные денежные затраты включают в себя накладные расходы составляющие 15% от прямых затрат. В накладные расходы входят управление и хозяйственное обслуживание, которые касаются всех выполняемых работ.

Смета затрат для выполнения дипломной работы, показана в таблице 14.

Таблица 14 – Смета затрат на выполнения ДР

Наименование	Сумма, руб
Материальные расходы	4767,42
Расходы на заработную плату	25800
Отчисления на страховые взносы	3300
Амортизация основных фондов	4040
Итого	37907,42
Накладные расходы 15%	5686,1
Итого	43593,52

Для выполнения дипломной работы был составлен сетевой график. Благодаря ему оптимально разделил время для выполнения дипломной работы, а также уложился в учебный график. Критический путь по выполнению дипломной работы составил 121 день, он не имеет резервов времени. Руководствуясь выше приведенным расчетам, для выполнения дипломной работы смета затрат составила 43593,52 рублей.

## Заключение

После написания дипломной работы, можно сделать следующие выводы:

1) Чтобы обеспечить производительность угольного разреза «N» в 14500000 т угля, нужно применить транспортную схему показанную в третьем варианте рисунок 7;

2) Мощность конвейера при 1500 кВт, достаточно для транспортирования угля при длине 720 м, а чтобы обеспечить работу конвейера свыше 720 м, нужно 2000 кВт;

3) Была построена планограмма удлинения магистрального конвейера КЛМ-5250 в период транспортирования угля на дневную поверхность одной линией магистральных конвейеров;

4) Была изучена техника безопасности, как нужно обезопасить людей при работе ленточного конвейера и роторного экскаватора;

5) Был построен сетевой график, благодаря ему мы своевременно выполнили дипломную работу, и уложились в срок 121 день. А также рассчитали смету затрат для дипломной работы, она составила 43593,52 рублей.

## Список литературы

1. Плютов Ю.А. Транспортные машины и комплексы: электронный образовательный курс / Ю.А. Плютов. Красноярск: Система электронного обучения СФУ, 2019. URL: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1656>
2. Плютов Ю.А. Карьерный транспорт / Ю.А. Плютов. Красноярск: Система электронного обучения СФУ, 2019. URL: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1556>
3. Плютов Ю.А. Компьютерная программа «Расчет ленточного конвейера» / Ю.А. Плютов. Красноярск: Система электронного обучения СФУ, 2019. URL: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1556>
4. Зелинский О.В., Петров А.С. Справочник по проектированию ленточных конвейеров. - М.: Недра, 1986.
5. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация: учебник для вузов / В.В. Ржевский. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 552 с.
6. Кузина Л.Н. Экономика горного производства: учеб. пособие для вузов / Л.Н. Кузина, С.Ф. Богдановская, Ж.В. Миронова. Красноярск: СФУ, 2011. 152 с.
7. Моссаковский Я.В. Экономика горной промышленности: учебник для вузов / Я.Н. Моссаковский. 2-е изд., стер. М.: МГГУ. 2006. 525 с.
8. Коростовенко В.В. Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело: учеб. пособие / В.В. Коростовенко, А.В. Галайко, В.А. Гронь. Красноярск: СФУ, 2018. 280 с.
9. Морин А.С., Чесноков В.Т., Игнатова О.С., Хомич Л.В. Методика подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы по специализации «Горные машины и оборудования» – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2021. - 52 с.
10. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности СТУ 7.5-07-2021.

## Приложение А

### План ведения горных работ на разрезе



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

  
подпись

А.С. Моран  
инициалы, фамилия

« 25 » января 2022 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

21.05.04.09 Горные машины и комплексы  
код – наименование специализации

Проектирование транспортной схемы добычного участка угольного  
разреза  
тема

Пояснительная записка

Руководитель

  
подпись, дата

доцент, в.б.н.  
должность, ученая степень

Ю.А. Плютов  
инициалы, фамилия

Выпускник

Щелканов 24.01.2022  
подпись, дата

В.А.Щелканов  
инициалы, фамилия

Красноярск 2022




Продолжение титульного листа дипломной работы по теме проектирования  
транспортной схемы добычного участка угольного разреза

Консультанты по

разделам:


Проектная часть

наименование раздела

 20.01.22 10.А.Тимохов  
подпись, дата инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности

наименование раздела

 10.12.21 Галайко А.В.  
подпись, дата инициалы, фамилия

Экономическая часть

наименование раздела

 13.01.22 г.г. Бурмеева Р.А.  
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 20.01.22 10.А.Тимохов  
подпись, дата инициалы, фамилия