МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет горный

Кафедра подземной разработки месторождений полезных ископаемых

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

по дисциплине «Горные машины подземных рудников»

для специальности 21.05.04Горное дело

направленность Подземная разработка рудных месторождений

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды занятий | Распределение по семестрам  в часах | | | Всего часов |
| 9  семестр | ----  семестр | ----  семестр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость | 252 |  |  | 252 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 22 |  |  | 22 |
| лекционные (ЛК) | 10 |  |  | 10 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 12 |  |  | 12 |
| лабораторные (ЛР) | - |  |  | - |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 194 |  |  | 194 |
| Форма промежуточного контроля в семестре\* | Экзамен = 36 |  |  | Экзамен = 36 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) |  |  |  |  |

**Краткое содержание курса**

|  |  |
| --- | --- |
| №  Темы, раздела | Наименование тем, разделов дисциплины |
| 1 | 2 |
| **I.** | **Общие сведения о горных машинах и оборудовании.** |
| 1 | **Общие сведения и классификация горных машин. Основы теории горных машин.**  Классификация машин для подземной разработки месторождений полезных ископаемых по функциональному назначению. Виды производительности горных машин, типы проводимых ремонтов. Надежность горных машин, расчет основных показателей надежности, производительности и эффективности машин. |
| **II.** | **Машины и оборудование для бурения шпуров и скважин.** |
| 2 | **Способы и средства бурения шпуров и скважин.** Машины вращательного и ударного бурения.  Пневматические перфораторы.  Телескопные и колонковые перфораторы.  Гидроперфораторы и буровой инструмент.  Шахтные бурильные установки.  Самоходные буровые станки и колонковые установки.  Буровые станки с пневмоударниками. Станки шарошечного бурения. |
| **III.** | **Машины и комплексы для погрузки и транспортирования горной массы, крепления горных выработок и заряжания шпуров и скважин.** |
| 3 | **Машины и комплексы для погрузки и транспортирования горной массы.**  Погрузочные машины. Локомотивный транспорт. Шахтные откаточные сосуды. Самоходные транспортные машины. Скреперные установки. Конвейерный транспорт. |
| 4 | **Машины и механизмы для крепления горных выработок и заряжания шпуров и скважин.**  Машины для возведения анкерной крепи, штучной крепи, обделки из сборных элементов, крепи из бетона, тампонажа и закладки. Зарядные устройства и машины эжекторного, нагнетательно-эжекторного и нагнетательного типов. |
| **IV.** | **Выемочные, проходческие машины, очистные комплексы и агрегаты.** |
| 5 | **Выемочные, проходческие комбайны и комплексы.**  Выемочные комбайны. Очистные комплексы и агрегаты для добычи полезных ископаемых.  Проходческие комбайны. Проходческие комплексы для проведения горизонтальных и наклонных выработок.  Проходческие комплексы для проведения восстающих.  Проходческие комплексы для проведения вертикальных стволов шахт. |

**Форма текущего контроля**

**Контрольная работа часть 1:**  **Расчет буровых машин**

Расчет заданий контрольной работы производится по методикам приведенным ниже.

*Задание на контрольную работу* по сумме двух последних номеров зачетки (например: две последние цифры зачетки 32 вариант задания номер №5).

Задание 1. Эксплуатационный расчет шахтных бурильных установок

*Задание: Определить техническую скорость бурения, теоретическую, техническую и эксплуатационную сменную производительность шахтной бурильной установки. Расход материалов на бурение шпуров в смену.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Тип бурильной  установки | Коэфф. крепости пород | Диаметр шпура  D , мм | Глубина шпура  L, м | Кол-во шпуров в забое, m |
|  | Boomer T1L | 20 | 41 | 2,0 | 32 |
|  | Boomer M1 | 18 | 41 | 2,0 | 42 |
|  | Boomer 282 | 16 | 41 | 2,0 | 52 |
|  | Boomer L2 | 14 | 41 | 2,0 | 62 |
|  | Boomer E3 | 12 | 41 | 2,0 | 72 |
|  | Boomer T1L | 11 | 45 | 3,0 | 65 |
|  | Boomer M1 | 13 | 45 | 3,0 | 55 |
|  | Boomer 282 | 15 | 45 | 3,0 | 45 |
|  | Boomer L2 | 17 | 45 | 3,0 | 35 |
|  | Boomer E3 | 19 | 45 | 3,0 | 27 |
|  | Boomer T1L | 12 | 56 | 2,5 | 64 |
|  | Boomer M1 | 10 | 56 | 2,5 | 58 |
|  | Boomer 282 | 16 | 56 | 2,5 | 44 |
|  | Boomer L2 | 14 | 56 | 2,5 | 36 |
|  | Boomer E3 | 16 | 56 | 2,5 | 32 |
|  | Boomer T1L | 9 | 43 | 3,4 | 62 |
|  | Boomer M1 | 11 | 43 | 3,4 | 58 |
|  | Boomer 282 | 13 | 43 | 3,4 | 54 |
|  | Boomer L2 | 15 | 43 | 3,4 | 53 |
|  | Boomer E3 | 17 | 43 | 3,4 | 51 |

***Расчет ударно-вращательного бурения гидроперфораторами с незави­симым вращением бура.***

Начальная механическая скорость бурения (мм/с) (перевести после расчета в м/мин) — скорость бурения первого метра шпура ударно-вращательными установками

 ,

где *А*—энергия удара перфоратора, Дж;

*п—*частота ударов, Гц;

*d*—диаметр шпура, мм;

*f—* коэффициент крепости пород.

Теоретическая скорость бурения шпуров ударно-вращательной установкой (м/ч)

.

Техническая скорость бурения (м/ч) шпуров

,

где  *kг —* коэффициент готовности 0,9;

*R —* число бурильных машин на установке;

*ko —* коэффициент од­новременности, *kо=* 1; 0,8; 0,7 при числе бу­рильных машин соответственно 1; 2; 3;

*υ*н— начальная механиче­ская скорость бурения шпуров, м/мин;

*υ*ох — скорость обратного хода бурильной головки, 16 (12-24) м/мин;

*Тз—*время замены резца (ко­ронки), 2 мин;

*В—* стойкость резца (коронки) на одну заточку, м;

*Тн—* время наведения бурильной машины с одного шпура на другой, 1 мин;

*Тзб—* время забуривания шпура (скважины), 2 мин;

*L—*глубина шпура, м.

Стойкость резца (коронки) на одну заточку, м;

;

где *qшт* – расход коронок на 1000м шпуров, кг (табл.1);

Здесь α—декремент затухания энергии силового импульса. Его величина зависит от глубины шпура или скважины, типа перфора­тора.

*Тип перфоратора ..... URA-475 гидроперфоратор*

*Декремент затухания α . . 0,03 0,02*

Эксплуатационная производительность (м/смену) подсчитыва­ется исходя из длительности смены, затрат времени на подгото­вительно-заключительные операции и простои по организацион­ным причинам:

,

где *Тсм*—длительность смены, мин;

*Тпз*—время на подготови­тельно-заключительные операции, 20…40мин;

*Ton*—время организаци­онных простоев, 30 мин;

*Тп*—время перегона установки, 20…30 мин;

*т—*число шпуров в забое.

*Расход материалов на бурение шпуров в смену*

Расход буровых штанг, кг *Qшт* = 

Расход коронок, шт *Nкор* = 

где *qшт* - расход буровых штанг на 1000м шпуров, кг (*табл.1*);

*nкор -* расход коронок на 1000м шпуров, шт (*табл.1*)

.

Таблица 1. Расход коронок буровой стали для пород различной крепости на 1000 м шпуров при ударно-вращательном бурении.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент крепости пород | 6-8 | 8-10 | 10-12 | 12-14 | 14-16 | 16-18 | 18-20 |
| Число коронок при диа­метре шпура: |  |  |  |  |  |  |  |
| 40мм | 17 | 21 | 26 | 33 | 45 | 66 | 111 |
| 43мм | 19 | 24 | 30 | 38 | 52 | 76 | 130 |
| 46мм | 22 | 27 | 34 | 43 | 59 | 86 | 144 |
| Масса буровых штанг, кг | 30 | 45 | 65 | 90 | 135 | 165 | 330 |

Таблица 2. Техническая характеристика шахтных бу­рильных установок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип установки | Boomer T1L | Boomer M1 | Boomer 282 | Boomer L2 | Boomer E3 |
| Глубина бурения шпуров, м | 4,015 | 6,14 | 4,625 | 6,14 | 6,14 |
| Площадь обуриваемого забоя, м2 | 6-20 | 8-34 | 8-45 | 15-104 | 20-137 |
| Число бурильных машин | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Тип бурильной головки | COP 1238 | COP 1638 | COP 1638 | COP 1838МЕ | COP 1838МЕ |
| Тип ходовой части | Пневмокол. | Пневмокол. | Пневмокол. | Пневмокол. | Пневмокол. |
| Мощность электропривода, кВт | 79 | 83 | 125 | 158 | 273 |
| Дизельный двигатель, кВт | 58 | 120 | 58 | 120 | 173 |
| Основные размеры в транспортном положении, мм: |  |  |  |  |  |
| длина | 9651 | 13770 | 11830 | 14232 | 17402 |
| ширина | 1300 | 2245 | 1990 | 2550 | 2926 |
| высота | 2700/2985 | 3019/2307 | 3000/2300 | 3091/2375 | 3664 |
| Масса, т | 11.0 | 17,8 | 18,3 | 27,0 | 41,2 |

Таблица 3. Технические характеристики гидравлических перфораторов **с**истемы COPROD

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **COP 1132** | **COP 1238** | **COP 1638** | **COP 1838МЕ** | **COP 2238** |
| Ударная мощность max, кВт | 11 | 15 | 16 | 18 | 22 |
| Энергия удара, Дж | 110 | 250 | 266 | 300 | 350 |
| Частота ударов, Гц | 100 | 60 | 60 | 60 | 73 |
| Рабочее давление, max, бар | 210 | 250 | 266 | 300 | 340 |
| Скорость вращения, об/мин | 0-320/500 | 0-300 | 0-190/310 | 0-210 | 0-210/ 275/340/460 |
| Рабочее давление вращателя, бар | 225 |  | 210 | 210 | 150/175 |
| Крутящий момент, max, Н м | 330/550 | 500 | 520/660 | 545/740 | 430/545/  700/740 |
| Масса (с хвостовиком), кг | 75 | 151 | 170 | 170 | 170 |
| Длина (без хвостовика), мм | 735 | 1002 | 1008 | 1008 | 1008 |
| Диаметр бурения, мм | 33-51 |  | 38-76 | 38-76 | 41-76 |

Задание 2. Эксплуатационный расчет буровых станков с перфораторами.

*Задание: Определить техническую скорость бурения, теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность шахтного бурового станка. Расход материалов, воды, сжатого воздуха на смену.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Тип бурового станка | Тип перфоратора | Коэфф. крепости по  род | Диаметр скважины  D , мм | Глубина скважин  L, м | Кол-во скважин в веере, m |
|  | ПБУ-80М | ПК-75А | 6 | 64 | 35 | 5 |
|  | SIMBA S7 D | COP1638 | 7 | 64 | 20 | 7 |
|  | SIMBA М3 | COP1838МЕ | 8 | 64 | 30 | 9 |
|  | SIMBA М6 | COP 2550 | 9 | 64 | 30 | 11 |
|  | DL 311 | HL510 | 10 | 51 | 30 | 13 |
|  | DL 421 | HL710 | 11 | 64 | 30 | 6 |
|  | ПБУ-80М | ПК-75А | 12 | 70 | 25 | 8 |
|  | SIMBA S7 D | COP1638 | 13 | 70 | 15 | 10 |
|  | SIMBA М3 | COP1838МЕ | 14 | 70 | 25 | 12 |
|  | SIMBA М6 | COP 2550 | 15 | 70 | 25 | 14 |
|  | DL 311 | HL710 | 16 | 70 | 25 | 15 |
|  | DL 421 | HL1060 | 17 | 70 | 25 | 13 |
|  | ПБУ-80М | ПК-75А | 15 | 76 | 10 | 11 |
|  | SIMBA S7 D | COP1638 | 16 | 89 | 20 | 9 |
|  | SIMBA М3 | COP1838МЕ | 17 | 89 | 20 | 6 |
|  | SIMBA М6 | COP 2550 | 18 | 89 | 20 | 14 |
|  | DL 311 | HL710 | 19 | 89 | 20 | 12 |
|  | DL 421 | HL1560T | 20 | 89 | 20 | 10 |
|  | ПБУ-80М | ПК-75А | 20 | 75 | 15 | 16 |
|  | SIMBA S7 D | COP1638 | 18 | 75 | 15 | 12 |

При ударно-вращательном бурении перфораторами с незави­симым вращением бура оптимальная частота вращения (с-1) бу­рового инструмента

*пвр*  = 145/*d*,

где *d—*диаметр скважины, мм.

Формула справедлива при 35< *d* <80 мм.

Практика показывает, что пневматические бурильные головки ударно-вращательного действия целесообразно эксплуатировать на повышенном давлении сжатого воздуха (0,6—0,7 МПа). Увеличе­ние давления на 0,1 МПа позволяет увеличить механическую ско­рость бурения на 20 %.

Начальная механическая скорость бурения (мм/с) (перевести после расчета в м/мин) — скорость бурения первого метра скважины ударно-вращательными установками

,

где *А*—энергия удара перфоратора, Дж;

*п—*частота ударов, Гц;

d—диаметр скважины, мм;

f—коэффициент крепости пород.

При бурении перфораторами глубоких взрывных скважин необходимо учитывать уменьшение скорости бурения с глубиной скважины и время на производство спускоподъемных операций.

Механическая скорость бурения υ (м/мин) перфоратором на глубине скважины L находится по формуле



где υ0 - начальная механическая скорость бурения, м/мин;

α - показатель потери скорости бурения с глубиной скважины, идентичен декременту затухания энергии силового импульса;

L - глубина скважины на которой ведется бурение, м.

Перфораторы с независимым вращением и большой массой поршня имеют α наименьшие.

Тип перфоратора ПП54В ВВС-53 ПК60А ПК75А URA-475 гидроперфоратор

Декремент затухания α . 0,24 0,062 0,05 0,04 0,03 0,02

Средняя скорость бурения скважины на интервале 0 - *L*:

*,*

Время бурения скважины до глубины *L*

*,*

Время бурения 1 м скважины до глубины *L*

*.*

Бурение скважин мощными колонковыми перфораторами сопровождается производством вспомогательных операций, таких, как свинчивание и развинчивание бурового става, замена долота, забуривание скважины, установка податчика на новую скважину.

Теоретическая скорость бурения скважин буровым станком

.

Техническая скорость бурения (м/ч) скважин буровым станком

,

где  *kг —* коэффициент готовности 0,9;

*R —* число бурильных машин на установке;

*ko —* коэффициент од­новременности, *kо=* 1; 0,8; 0,7 при числе бу­рильных машин соответственно 1; 2; 3.;

*υ*0— начальная механиче­ская скорость бурения скважины, м/мин;

α - показатель потери скорости бурения с глубиной скважины, идентичен декременту затухания энергии силового импульса;

L - глубина скважины, м.

Тз—время замены долота, 4,2 мин;

В—стойкость долота на одну заточку (около 5 заточек на коронку), м;

tн,  tр - время навинчивания или развинчивания одной штанги, 2 мин;

l – длина буровой штанги, м;

Тнп—время наведения бурильной машины с одной скважины на другую, 5…12 мин;

Тзб— время забуривания скважины, 2 мин;

Коэффициент готовности



где *Т*—наработка на отказ;

*Тв*—время восстановления отказа.

Эксплуатационная производительность (м/смену) бурения скважин буровым станком будет зависеть от времени на перегонку станка на новый веер и от простоев по организационным причинам

,

где *Тсм*—длительность смены, мин;

*Тпз*—время на подготови­тельно-заключительные операции, 40мин;

*Ton*—время организаци­онных простоев, 30 мин;

*Тп*—время перегона установки, 30…165 мин;

*m* – число скважин в веере.

Таблица 1. Расход бурового инструмента и материалов на 1000 м скважин.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент крепости пород | 10-12 | 12-14 | 14-16 |
| Крестовые коронки, шт: |  |  |  |
| диаметром 56мм | 10 | 17 | 22 |
| диаметром 65мм | 14 | 21 | 28 |
| Буровые штанги (длина 1000 мм) шт: |  |  |  |
| диаметром 32 мм | 9 | 23 | 46 |
| диаметром 38 мм | 7 | 26 | 38 |
| Соединительные муфты, шт | 18 | 36 | 46 |
| Хвостовики, шт | 1 | 2 | 4 |
| Сжатого воздуха, м3 | 80000 | 100000 | 128000 |
| Вода, м3 | 50 | 60 | 70 |

Таблица 2. Техническая характеристика буровых станков с пневмоперфораторами

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип станка (установки) | Буровые станки | | | | Колонковые установки | | |
| ПБУ-80М  БУ-80СА | СБ-1П | СБУ-55/85 | КБУ-50М  БУ-50Н | | КБУ-80  БУ-80Н |
| Диаметр скважин, мм | 65…80 | 50…85 | 5,…85 | 52 и 65 | | 65 и 75 |
| Глубина бурения скважин, м | 40 | 25 | 25 | 25 | | 30 |
| Число бурильных машин | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 |
| Тип перфоратора | ПК-75А | ПК-75А | ПК-75А | ПК-60А | | ПК-75А |
| Тип податчика | Винтовой | Пневматич. | Винтовой | Винтовой | | Винтовой |
| Диаметр буровых штанг, мм | 38 | 32 | 38 | 25 | | 38 |
| Длина буровых штанг, мм | 1220 | 1200 | 1000 | 1220 | | 1220 |
| Размеры выработки, м | 2,8×2,8 | 2,8×2,8 | 2,5×2,5 | 2,5×2,5 | | 2,5×2,5 |
| Скорость передвижения, км/ч | 1 | 5 | 2 | - | | - |
| Давление в воздушной системе, МПа | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | | 0,5 |
| Давление в гидросистеме, МПа | 6 | 6,5 | 6,5 | 8…12 | | 8…12 |
| Расход сжатого воздуха, м3/мин | 15 | 15 | 30 | 12 | | 13 |
| Расход воды , л/мин | 25 | 25 | 40 | 20 | | 25 |
| Основные размеры, мм: |  |  |  |  | |  |
| длина | 3100 | 3100 | 3380 |  | |  |
| ширина | 1860 | 1450 | 1350 |  | |  |
| Высота в рабочем положении | 2600 | 2600 | 2250 |  | |  |
| Высота в транспортном положении | 2000 | 1900 | 1500 | - | | - |
| Масса, кг | 4000 | 3870 | 3200 | 430 | | 570 |

Таблица 3. Технические характеристики колонковых перфораторов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип перфоратора | ПК60А | ПК75А |
| Масса, кг | 60 | 75 |
| Длина, мм | 600 | 700 |
| Диаметр поршня, мм | 110 | 125 |
| Ход поршня, мм | 40 | 55 |
| Расход воздуха, м3/мин | 9,1 | 13 |
| Частота ударов, с- | 45 | 37 |
| Энергия удара, Дж | 95 | 176 |
| Мощность, кВт | 5,25 | 8,1 |
| Крутящий момент, Н м | 160 | 255 |
| Диаметр коронки, мм | 40-65 | 45-85 |
| Максимальная глубина бурения, м | 25 | 50 |
| Диаметр воздушного шланга, мм | 32 | 38 |
| Диаметр водяного шланга, мм | 18 | 18 |
| Осевое усилие подачи, Н | 8000 | 10000 |

Таблица 4. Техническая характеристика буровых станков с гидроперфораторами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип станка (установки) | Буровые станки | | | | | |
| SIMBA S7 D | SIMBA М3 | SIMBA М6 | DL 311 | DL 421 |
| Диаметр скважин, мм | 51…89 | 51…89 | 51…89 | 64-89 | 64-102 |
| Глубина бурения скважин, м | 20 | 51 | 51 | 38 | 54 |
| Число бурильных машин | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Тип перфоратора | COP1638, СОР1838МЕ | СОР 1838МЕ, COP 2550 | СОР 1838МЕ, COP 2550 | HL510  HL710 | HL710  HL1060  HL1560T |
| Тип податчика | BMH 6804 | BMH 214 | BMH 214 | LF704 | LF1604 |
| Диаметр буровых штанг, мм |  |  |  | 38-45 |  |
| Длина буровых штанг, мм | 1220 (1525) |  | 1220 (1525; 1830) | 1035 |  |
| Размеры выработки, м | 5,17×5,87 | 4,91×7,44 | 5,65x8,52 | 3,0×3,0 | 3,24×3,24 |
| Скорость передвижения, км/ч | 12 | 15 | 15 | 12 | 15 |
| Установленная мощность двигателей, кВт | 55 | 120 | 120 | 73 | 80, 102, 119 |
| Основные размеры, мм: |  |  |  |  |  |
| длина | 9470 | 10500 | 10500 | 11415 | 11250 |
| ширина | 2000 | 2380 | 2210 | 1990 | 3045 |
| Высота в рабочем положении | 28000 | 2965 | 2945 | 2970 | 2675 |
| Высота в транспортном положении | 2100 | 2875 | 3200 | 2670 | 3050 |
| Масса, кг | 11800 | 17000 | 20900 | 15500 | 22000 |

Таблица 5. Технические характеристики гидравлических перфораторов **с**истемы COPROD

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **COP 1132** | **COP 1238 МЕ** | **COP 1638** | **COP 1838МЕ** | **COP 2550** |
| Ударная мощность max, кВт | 11 | 15 | 16 | 18 | 25 |
| Энергия удара, Дж | 110 | 240 | 267 | 330 | 570 |
| Частота ударов, Гц | 100 | 60 | 60 | 60 | 42-55 |
| Рабочее давление, max, бар | 210 | 250 | 266 | 300 | 340 |
| Скорость вращения, об/мин | 0-320/500 | 0-300 | 0-190/310 | 0-210 | 0-140 |
| Рабочее давление вращателя, бар | 225 |  | 210 | 210 | 210 |
| Крутящий момент, max, Н м | 330/550 | 500 | 520/660 | 545/740 | 1380 |
| Масса (с хвостовиком), кг | 75 | 151 | 170 | 170 |  |
| Длина (без хвостовика), мм | 735 | 1002 | 1008 | 1008 |  |
| Диаметр бурения, мм | 33-51 | 33-89 | 38-76 | 38-76 | 76-115 |

Таблица 6. Технические характеристики гидравлических перфораторов **с**истемы HLX

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип перфоратора** | **HLX5** | **HL510** | **HL710** | **HL1060** | **HL1560T** |
| Ударная мощность max, кВт | 20 | 16 | 19,5 | 25 | 33 |
| Энергия удара, Дж | 330 | 267 | 350 | 417 | 500 |
| Частота ударов, Гц | 67 | 59 | 45-52 | 33-38 | 30-40 |
| Рабочее давление, max, бар | 120-220 | 120-175 | 100-190 | 90-160 | 90-200 |
| Скорость вращения, об/мин |  | 0-250 | 0-180 |  |  |
| Рабочее давление вращателя, бар | 175 | 175 | 200 | 160 | 200 |
| Крутящий момент, max, Н м | 400 | 470-750 | 1335 | 2115-2540 | 1710-2330 |
| Масса (с хвостовиком), кг | 210 | 130 | 245 | 470 | 470-490 |
| Длина (без хвостовика), мм |  |  | 1035 |  |  |
| Диаметр бурения, мм | 43-64 | 43-51 | 64-115 | 89-152 | 89-152 |

**Задание 3. Эксплуатационный расчет буровых станков с погружными пневмоударниками**

*Задание: Определить начальную скорость бурения, теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность бурового станка с пневмоударником. Расход материалов, воды, сжатого воздуха на бурение скважи.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Тип станка | Тип пневмоударника | Коэфф. крепости пород | Глубина скважины  L, м | Кол-во скважин, m |
|  | НКР-100МА | ПП-105-2.4 | 14 | 35 | 10 |
|  | НКР-100МВА | ПП-105-2.4 | 14 | 70 | 8 |
|  | НКР-100МПА | ПП-105-2.4 | 14 | 35 | 6 |
|  | НКР-100МПВА | ПП-105-2.4 | 14 | 70 | 4 |
|  | НКР-100МА | ПП-105-2.2 | 16 | 40 | 11 |
|  | НКР-100МВА | ПП-105-2.2 | 16 | 75 | 9 |
|  | НКР-100МПА | ПП-105-2.2 | 16 | 40 | 7 |
|  | НКР-100МПВА | ПП-105-2.2 | 16 | 75 | 5 |
|  | НКР-100МА | ПП-105-2.4 | 9 | 43 | 14 |
|  | НКР-100МВА | ПП-105-2.4 | 9 | 67 | 12 |
|  | НКР-100МПА | ПП-105-2.4 | 9 | 33 | 10 |
|  | НКР-100МПВА | ПП-105-2.4 | 9 | 71 | 8 |
|  | НКР-100МА | ПП-105-2.2 | 11 | 31 | 15 |
|  | НКР-100МВА | ПП-105-2.2 | 11 | 73 | 13 |
|  | НКР-100МПА | ПП-105-2.2 | 11 | 27 | 11 |
|  | НКР-100МПВА | ПП-105-2.2 | 11 | 57 | 9 |
|  | НКР-100МА | ПП-105-2.4 | 6 | 15 | 4 |
|  | НКР-100МВА | ПП-105-2.4 | 6 | 50 | 6 |
|  | НКР-100МПА | ПП-105-2.4 | 6 | 15 | 8 |
|  | НКР-100МПВА | ПП-105-2.4 | 6 | 50 | 10 |

Производительность буровых станков с погружными пневмоударниками определяется механи­ческой скоростью бурения бурильной машины, затратами времени на спуско-подъемные операции, стойкостью долота, числом скважин, временем, затрачиваемым на перестановку станка.

Начальную механическую скорость бурения скважин с пневмоударниками (мм/с) (после расчета перевести м/мин) можно определить по формуле

,

где *А –* энергия удара, Дж;

*n –* частота ударов, с-1;

*d –* диаметр долота, мм;

*f* *-* коэффициент крепости пород.

Механическая скорость бурения пневмоударниками на заданной глубине скважины *L,* м/мин

.

где *β* – коэффициент падения скорости бурения с глубиной скважины; β=0.0004 мин-1;

*L –* глубина скважины, м.

Средняя скорость бурения скважин до их глубины *L,* м/мин

.

Время бурения скважины, мин

*.*

Время бурения 1 м скважины, мин/м

*.*

Теоретическая производительность станка (м/ч)

*.*

Техническая производительность, м/ч

,

где *Кг –* коэфф. готовности станка 0.9;

*β* – коэффициент падения скорости бурения с глубиной скважины; β=0.0004 мин-1;

*υ*0— начальная механиче­ская скорость бурения скважины, м/мин;

L - глубина скважины, м.

*tн*  - время навинчивания одной штанги, (0,5…1) 2 мин;

*tР* - время развинчивания одной штанги, (0,9…1,6) 2 мин;

l – длина буровой штанги, м;

*TЗ*  - время замены долота, (1..5) 16 мин;

*В –* стойкость долота на одну заточку, м;

*Tнп*  - время наведения станка на скважину, (2…6) 10…30 мин;

*Tзб*  - время забуривания скважины, (0,5…1,5) 3 мин.

Эксплуатационная производительность станка



где *Tсм*  - время длительность смены, мин;

*Tпз*  - время на подготовительно-заключительные операции, (10..25) 20…30 мин;

*Tоп*  - время организационных простоев, (30) 10 мин;

*Tп*  - время перемещения станка с одного веера (скважины при параллельном их расположении) на другой, 20..110 мин,

*m* - число скважин в веере.

**Контрольная работа часть 2: Расчет рудничного транспорта**

Расчет заданий контрольной работы производится по методикам, приведенным ниже или более полно с примерами в учебном пособии Медведев В.В. Подземный транспорт рудников, - Чита: ЗабГУ, 2013. – 220 с.

*Задание на контрольную работу* по сумме двух последних номеров зачетки (на пример: две последние цифры зачетки 32 вариант задания №5 номер).

**Задание 1. Эксплуатационный расчет локомотивного транспорта**

Рассчитать число вагонеток в составе, скорости движения составов на отдельных участках пути, потребное количество вагонеток и электровозов, пропускную способность электровозного транспорта.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Тип электровоза | Тип вагонетки | Грузопоток участка Q, т/см | Длина участка пути L,м | Насыпная плотность руды, т /м3 |
|  | 7КР-1У | ВГ-2,0 | 460 | 1050 | 1,8 |
|  | К-10 | ВГ-2,2 | 830 | 2520 | 2,0 |
|  | К-14 | ВГ-9А | 1620 | 2650 | 1,6 |
|  | 2КТ-28 | ВГ-4,5А | 2100 | 2840 | 2,4 |
|  | 5АРВ-2М | ВГ-1,2 | 540 | 3100 | 1,6 |
|  | АРП-7 | ВГ-2,0 | 480 | 1600 | 2,2 |
|  | АРП-10 | ВГ-2,2 | 620 | 4800 | 2,1 |
|  | АРП-14 | ВГ-4,5А | 1200 | 2400 | 2,0 |
|  | К-10 | ВГ-2,2 | 840 | 2640 | 1,9 |
|  | КТ-14 | ВГ-4,5А | 1400 | 3200 | 1,8 |
|  | 7КР-1У | ВГ-1.2 | 320 | 1560 | 1,7 |
|  | 7КР-1У | ВГ-2.0 | 680 | 1330 | 2,0 |
|  | К-10 | ВГ-2.0 | 620 | 1420 | 2,1 |
|  | КТ-14 | ВГ-4.5А | 840 | 2150 | 2,3 |
|  | АРП-7 | ВГ-1.2 | 450 | 1860 | 1,9 |
|  | АРП-10 | ВГ-2.0 | 960 | 2320 | 2,1 |
|  | АРП-14 | ВГ-2.2 | 1050 | 2460 | 2,2 |
|  | АРП-28 | ВГ-4,5А | 1120 | 2800 | 2,3 |
|  | 7КР-1У | ВГ-2,2 | 530 | 2400 | 2,1 |
|  | К-10 | ВГ-2,0 | 550 | 2720 | 2,2 |

**Эксплуатационный расчет локомотивного транспорта**

В общем виде расчет параметров электровозной откатки в зави­симости от размера грузопотока, протяженности и назначения горной выработки сводится к определению величины состава поезда и числа вагонеток (секций) в составе; числа и производительности электро­возов, числа аккумуляторных батарей и зарядных столов (при откат­ке аккумуляторными электровозами); параметров зарядной и тяговой подстанций (выбирается тип оборудования и определяется его мощ­ность); параметров контактной сети (для контактных электровозов); расхода электроэнергии на электровозную откатку.

Исходными данными для проектирования являются: план и про­филь пути всех откаточных выработок, включая околоствольный двор и места погрузки или составления поездов; число, производитель­ность и местонахождение погрузочных пунктов; сменный грузопоток от добычных и подготовительных участков; способ организации откатки. При проектировании средний уклон откаточных путей принимают обычно равным *i*=3…5 0/00, в сторону околоствольного двора.

Средневзвешенное значение уклона *iсв*, находят по формуле

,

где *i1,i2,in* - спрямленный уклон каждого из маршрутов, 0/00;

*L1,L2,Ln*- длина откатки каждого из маршрутов, м

Средневзвешенная длина откатки *Lсв*, м, определяется из выра­жения



где A1,A2,An- грузопоток на каждом из маршрутов, т/смену.

Сменная производительность откатки A, т/смену, принимается равной сумме всех грузопотоков

*А=А1+А2+…+Аn*.

Допустимую массу поезда G, т, определяют по условию трогания состава с места и по условию сцепления колес электровоза с рель­сами при движении с установившейся скоростью, принимая наименьшее из полученных значений. Масса поезда *G* определяется через вес поезда *Q*, с которым она связана соотношением *G*=*Q*/*g* (где *g*=9,81 м/с2 – ускорение свободного падения).

В общем виде вес поезда *Q*, кН, по условию трогания состава с места вычисляется по формуле

, (1.4)

где *Р*  - масса электровоза, т;

*ψ* - коэффициент сцепления колес с рельсами, принимается по табл. 1;

*ωг(п)* – основное удельное сопротивление движению груженых (порожних) вагонеток, Н/кН, принимается по табл.2.;

*ωкр* – дополнительное удельное сопротивление вагонетки от движения в кривой, *ωкр* =70/R (где R – радиус закругления) или принимается равным 1,5…2,5 Н/кН;

*ic* – спрямленный откаточный уклон (знак «-» ставится при спуске, знак «+» ставится при подъеме), 0/00;

*amin –* минимальное ускорение поезда при трогании с места 0,03…0,05 м/с2.

Таблица 1. *Значения расчетных коэффициентов сцепления ψ при движении*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика пути | Без подсыпки песка | С подсыпкой песка |
| Чистые сухие рельсы | 0,17-0,18 | 0,18-0,24 |
| Влажные практически чистые рельсы:  на рудниках  на угольных шахтах | 0,12-0,17  0,09-0,13 | 0,17-0,20 |
| Мокрые, покрытые грязью рельсы:  на рудниках  на угольных шахтах | 0,09-0.12  0,07-0,08 | 0,12-0,16 |

Таблица 2. *Значение удельного основного сопротивления движению шахтных вагонеток, Н/кН*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вместимость  вагонетки, м3 | Груженых, *ωг* | | | Порожних  *ωn* |
| при плотности транспортируемого материала γ,т/м3 | | |
| 1,6 | 1,8 | 2,5 |
| До 1,6 | 9 | 8 | 7 | 11 |
| До 2,5 | 8 | 7 | 6 | 10 |
| До 4,5 | 7 | 6 | 5 | 8 |
| До 9,5 | 6 | 5 | 4 | 6 |

Допустимый вес поезда принимается по минимальным значениям, полученным по вышеприведенным формулам.

Число вагонеток в составе:

* порожнем *zn=Qn min / (q0* ·*g) ;*
* груженом *z*г*=Q*г *min / ((q+q0)g),*

*где Qn min,, Q*г *min* –минимальное значение веса соответственно порожнего и груженого составов, кН;

*q0 –* масса вагонетки, т;

*q –* масса груза *q* = *kз* · *V · ϕ* , т;

*kз* – коэффициент заполнения вагонетки (для проектируемых шахт *kз* =1);

*V* – вместимость вагонетки, м3;

ϕ - плотность транспортируемого груза, т/м3.

Число вагонеток в груженом и порожнем составах принимают одинаковым, округляя *zn* и *z*г до ближайшего меньшего целого числа.

Предварительно выбранную массу поезда проверяют по условиям нагрева тяговых двигателей и обеспечению тормозного пути.

Критерием проверки массы поезда по нагреву тяговых двигате­лей является величина эффективного тока *Iэф*, А, значение которого, обеспечивающее нормальную работу тяговых двигателей, не должно превышать значение длительного тока *Iдл*, А, т.е. *Iэф* *≤ Iдл*.

Длительный ток находится от величины часового тока *Iдл=(0,4-0,45) Iч,* значение часового тока берется из технической характеристики электровоза или находится по электромеханической характеристике тягового электродвигателя от часовой скорости *υч*.

Средний эквивалентный (эффективный) ток *Iэф*, А, определяется по следующей формуле

 ,

где α - коэффициент, учитывающий дополнительный нагрев двигателей при выполнении маневров (1,15…1,3 для контактных электровозов; 1,05…1,15 для аккумуляторных);

*Iг, Iп* – токи двигателя соответственно при движении с груженым и порожним составами, А;

*tг, tп -*  время движения соответственно груженого и порожнего составов, мин: *tг=60L/υг и tп=60L/υп*;

*υг, υп  -* скорости движения соответственно в грузовом и порожняковом направлениях, км/ч;

*T –* время рейса, мин.

Время рейса , мин, определяется по формуле

*T=tг+tп+θ1+θ2+θ3*,

где *θ1* – продолжительность нахождения электровоза (время маневров) в околоствольном дворе за цикл (15 мин - для вагонеток с глухим кузовом; 10 мин - с донной разгрузкой);

*θ2* – продолжительность нахождения электровоза в пункте погрузки (10 мин для вагонеток с глухим кузовом и донной разгрузкой);

*θ3* – продолжительность дополнительных остановок в местах пересечения транспортных магистралей, 5…10 мин.

Время загрузки состава при замене вагонеток локомотивом, мин

*θ2* = *tпог⋅ z*г ,

где *tзаг* – время загрузки одной вагонетки, мин (табл. 3).

Таблица 3. *Продолжительность маневровых операций*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вместимость кузова вагонетки, м3 | Время загрузки одной вагонетки под люком, мин | Время разгрузки в опрокидывателе, мин | |
| одной вагонетки | двух вагонеток |
| 0,7-0,8  1,2  2,2  4,5  9,5 | 1,0  1,25  1,5  2,0  3,0 | 0,5  0,5  0,58  0,67  0,83 | 0,67  0,67  0,75  0,83  - |

Необходимые для расчета эффективного тока, значения токов двигателя с груженым и порожним составами *Iг,, Iп*, определяют по элект­ромеханическим характеристикам тяговых двигателей по силе тяги в грузовом и порожняковом направлениях *Fг* и *Fп,* приходящейся на один двигатель.

Таблица 4. *Величина длительного тока*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип электровоза | Часовой ток, А | Длительный ток, А | Тип двигателя |
| К4 | 50 | 22 | ДТН12/7 |
| 7КРМ1 | 145 | 62 | ДТН 33 |
| К10 | 145 | 62 | ДТН 33 |
| К14М | 204 | 85 | ДТН 45 |
| 28КР2М | 204 | 85 | ДТН 45 |
| А5,5 | 116 | 50 | ДРТ 10 |
| АРП7 (АРВ7) | 116 | 50 | ДРТ10 |
| АМ8Д (2АМ8Д) | 113 | 50 | ДРТ13М |
| АРП10Г | 113 | 50 | ДРТ13М |
| АРП14 | 150 | 65 | ДРТ23,5 |
| 2В8 | 150 | 65 | ДРТ23,5 |

Скорости движения соответственно груженого и порожнего сос­тавов *υг, υп* , км/ч, определяют по электромеханическим характеристикам тяговых двигателей как *υ=f(I)*.

Сила тяги в грузовом и порожняковом направлениях *Fг* и *Fп ,* Н,локомотива определяется по формулам:

,

,

Если Iэф>Iдл, необходимо уменьшить число вагонеток в составе и произвести проверочный расчет.

Проверка массы поезда по условию обеспечения тормозного пути производится в зависимости от допустимой скорости движения *υдоп*, км/ч.

Допустимая скорость движения *υдоп*, км/ч, груженного состава на преобладающем уклоне определяется по формуле

,

где *lт* – тормозной путь, по ПБ при перевозке грузов *lт* =40 м, при перевозке людей *lт*=20 м;

*bт* – удельная тормозная сила, Н/кН.

Удельная тормозная сила *bт*, Н/кН, определяется по формуле:

,

где *Вм* – дополнительная тормозная сила электромагнитных рельсовых тормозов (если они установлены) *Вм=1000Рмfм*  , Н;

где *Рм* – сила прижатия электромагнитных тормозов к рельсам (60 кН на 1 м полозьев), кН;

*fм* – коэффициент трения колодки тормоза о рельс (0,15…0,24 по ДГИ).

Если скорость начала торможения больше допустимой скорости движения *υдоп< υн* , то для движения состава принимают полученную допустимую скорость, устанавливая ограничительные знаки по маршруту движения.

Из полученных значений прицепного веса поезда по условиям трогания, сцепления колес электровоза с рельсами при равномерном движении, нагрева двигателя и торможения выбирают наименьшее зна­чение.

При наличии разминовок производят проверку числа вагонеток в составе по условию размещения длины состава на минимальной дли­не разминовок горной выработки.

Расчет инвентарного числа электровозов в целом по шахте (го­ризонту) сводится к определению числа рабочих электровозов *Nр*, в зависимости от производительности погрузочного пункта и длины от­катки по соответствующему маршруту и к суммированию полученных результатов. Если электровозы не закреплены за погрузочными пунк­тами, то суммируют дробные значения, которые затем округляют до целого числа.

Число рабочих электровозов на участке

*Nр*=*nn/n* ,

*где nn –* полное число рейсов в смену, *nn= nг+ nл;*

*nг –* число рейсов для вывоза груза;

*nл* – число рейсов для перевозки людей;

*n* - число возможных рейсов одного электровоза в течение одной смены, *n=60(Тсм-0,5)/Т*;

*Тсм* – продолжительность смены, ч.

Число рейсов для вывоза груза определяют по формуле

,

где *kн* – коэффициент неравномерности выдачи груза (1,5 – при отсутствии аккумулирующих ёмкостей: 1,25 – при наличии аккумулирующих ёмкостей).

Инвентарное число электровозов

*Nи=Nр+Nрез* ,

где *Nр* – число резервных электровозов, принимают: *Nрез=1* при *Nр≤6; Nрез=2* при *Nр=7-12; Nрез=4* при *Nр≥13.*

Расчет показателей производительности электровозной откатки сводится к определению средней сменной производительности одного рабочего и инвентарного электровоза.

Сменная производительность (т·км) одного рабочего локомотива

*Ар=LA/Nр* .

Сменная производительность (т·км) одного инвентарного локомотива

*Аи=LA/Nи.*

Необходимое число вагонеточного парка определяют путем расс­тановки составов по рабочим местам, исходя из условий: на каждый рабочий электровоз принимается по одному составу, на каждый пог­рузочный пункт - по одному обменному (находящемуся под погрузкой) составу плюс число составов, предусмотренных в качестве аккумули­рующей емкости.

Таблица А 1. Технические характеристики контактных электровозов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | 3КРА-600 | К4 | 7КРМ1 | К10 | К14М | 14КР2М | 28КР2М |
| Масса, т  Колея, мм  Сила тяги max, Н  Скорость при часовом режиме, км/ч  Сила тока при часовом режиме, А  Число приводов  Суммарная мощность при часовом режиме, кВт  Тяговый двигатель  Основные размеры электровоза, мм:  длина по буферам  длина по автосцепке  ширина по выступающим частям:  при колее 600мм  при колее 750 и 900 мм  высота по кабине  Рабочая высота по токосъемнику от головки рельсов, мм:  максимальная  минимальная | 3,3  600  10000  8,1  50×2  2  2×12,0  ДТН 12/7  3015  -  960  -  1500  2300  1600 | 4  600; 750; 900  12000  6,8  50×2  2  2×12,0  ДТН 12  3000  3300  1200  1350  1515  2300  1600 | 7,9  600; 750; 900  18000  12,2  145×2  2  2×33  ДТН33  4200  4600  1050  1350  1500  2400  1600 | 10  600; 750; 900  19000  11,7  145×2  2  2×33  ДТН33  4520  4920  1050  1350  1650  2300  1800 | 14  750; 900  27000  10,8  204×2  2  2×45  ДТН45  4700  51000  -  1350  1650  2300  1800 | 14  750  27000  11,5  204×2  2  2×45  ДТН45  4800  -  -  1350  1650  2300  1800 | 28  750; 900  54000  11,5  204×4  4  4×45  ДТН45  10200  -  -  1350  1650  2300  1800 |
| Завод-изготовитель | Кыштымский МЗ | Александровск. МЗ | Александровск. МЗ | Александровск. МЗ | Александровск. МЗ | Александровск. МЗ | Александровск. МЗ |

Таблица А 2. Технические характеристики аккумуляторных электровозов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | А5,5 | АРП7 | АРВ7 | АМ8Д | В8 | АРП10Г | АРП14 | 2В8 |
| Масса, т  Колея, мм  Тяговое усилие при часовом режиме, кН  Скорость при часовом режиме, км/ч  Число приводов  Суммарная часовая мощность двигателей, кВт  Тяговый двигатель  Основные размеры, мм:  длина по буферам  ширина:  при колее 600мм  при колее 750, 900мм  высота  Исполнение:  Тип аккумуляторной батареи | 5  600/ 750;  900  9,0/9,5  7,2/8,1  2  2×10  ДРТ10  3800  1050  1350  1330  РП  85ТНЖШ40095ТНЖШ400 | 7  600/ 750;  900  9,5 / 10,0  7,5 / 8,5  2  2×10  ДРТ10  4200  1050  1350  1450  РП  90ТНЖШ55  102ТНЖШ550 | 7  600/ 750;  900  9,5  7,5  2  2×10  ДРТ10  4200  1050  1350  1450  РВ  88ТНК400 | 8,05/8,7  600/ 750; 900  12,1/12,2  5,7/6,8  2  21/26  ДРТ13М  4550  1055  1355  1415  РП  96ТНЖШ500  112ТНЖШ500 | 8  600/750: 900  11,5  7,0  2  2×12  ДРТ13М  45550  1050  1350  1470  РВ  106ТНК400 | 10,45/10,8  600/900  26,0/29,2  7,2/7,9  2  26/29,2  ДРТ13М  5515  1060  1360  1510  РП  112ТНЖШ500  126ТНЖШ550 | 14  900  18,0  9,0  2  47  ДРТ23,5  5860  -  1360  1750  РП  161ТНЖШ550 | 16  600/ 750: 900  23,0  7,0  4  4×12  ДРТ13М  4550  1050  1350  1470  РВ  106ТНК400 |
| Завод-изготовитель | Ясног.МЗ | ЯсногМЗ | ЯсногМЗ | Дружк.МЗ | Ясног.МЗ | Дружк.МЗ | Дружк.МЗ | Ясног.МЗ |

Примечание. В числителе показаны значения для колеи 600 мм, в знаменателе - для колеи 750, 900 мм.

Таблица А 3. Технические характеристики грузовых вагонеток для рудных шахт

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | Модели вагонеток | | | | | | |
| ВГ-1,0 | ВГ-1,2 | ВГ-2,0 | ВГ-2,2 | ВГ-3,3 | ВГ-4,5 | ВГ-9А |
| Вместимость кузова, м3  Грузоподъемность, т  Основные размеры, мм:  длина  ширина  высота  Жесткая база, мм  Диаметр колеса по кругу катания, мм  Колея, мм  Высота от сцепки до головки рельса, мм  Масса, кг  Тип сцепки | 1,0  2,5  1500  850  1300  500  300  600  320  521  Звеньевая | 1,2  3,0  1850  836/986  1300  600  350  600/750  320  892/933  Звеньевая | 2,0  5  3070  1250  1200  1000  400  750; 900  365  1510  Звеньевая | 2,2  5,5  2985  882/1032  1300  1000  400  600/750  365  1350/1408  Автоматическая  звеньевая | 3,3  6,0  3400  1350  1460  1100  400  900  365  1567  Звеньевая | 4,5  13,5  4050  1350  1550  1250  400  750/900  365  3440/3510  Автоматическая  звеньевая | 9  25  7850  1350  1550  4000  400  750; 900  365  9100  Автоматическая  звеньевая |
| Завод-изготовитель | Дарасунский МЗ | Александровский МЗ |  | Александровский МЗ | Александровский МЗ | Александровский МЗ | МЗ Звезда |

**Задание 2. Транспортирование горной массы самоходными погрузочно-транспортными машинами**

Задание: Произвести тяговый и эксплуатационный расчет самоходной погрузочно- транспортной машины.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Тип ПТМ | Сменная производительность, Q т/см | Насыпная плотность руды  γ, т/м3 | Характеристика транспортных выработок | | | |
| Погрузочный заезд или очистное пространство | | Транспортный щтрек | |
| Длина выработки, L, м | Уклон пути i, 0/00 | Длина выработки, L, м | Уклон пути i, 0/00 |
|  | ПТМ: LH 201E | 85 | 2.2 | 40 | 15 | 60 | 3 |
|  | ПТМ: ПД-5А | 95 | 2.1 | 65 | 15 | 40 | 3 |
|  | ПТМ: LH 203E | 105 | 2.0 | 50 | 15 | 210 | 3 |
|  | ПТМ: ST- 14 | 165 | 1.9 | 75 | 15 | 320 | 3 |
|  | ПТМ: LH 209L | 215 | 1.8 | 60 | 15 | 360 | 3 |
|  | ПТМ: ПД-2Э | 125 | 1.7 | 50 | 10 | 120 | 4 |
|  | ПТМ: ST1520 | 145 | 1.8 | 70 | 10 | 230 | 4 |
|  | ПТМ: ЕST2D | 225 | 1.9 | 80 | 10 | 320 | 4 |
|  | ПТМ: ST1030 | 315 | 2.0 | 100 | 10 | 450 | 4 |
|  | ПТМ: LH 514E | 445 | 2.1 | 120 | 10 | 380 | 4 |
|  | ПТМ: LH 306E | 75 | 2.2 | 20 | 0 | 80 | 4 |
|  | ПТМ: ST3,5D | 135 | 2.2 | 30 | 0 | 70 | 4 |
|  | ПТМ: ПД-8В | 205 | 2.1 | 80 | 0 | 160 | 4 |
|  | ПТМ: LH517 | 265 | 2.0 | 85 | 0 | 130 | 4 |
|  | ПТМ: ST7LP | 325 | 1.9 | 100 | 0 | 150 | 4 |
|  | ПТМ: LH 201E | 265 | 1.7 | 30 | 3 | 170 | 5 |
|  | ПТМ: ПД-2Э | 375 | 1.6 | 40 | 3 | 270 | 5 |
|  | ПТМ: LH 203E | 415 | 1.5 | 12 | 3 | 310 | 5 |
|  | ПТМ: ST- 14 | 120 | 2,3 | 20 | 3 | 180 | 5 |
|  | ПТМ: LH 209L | 165 | 2,5 | 25 | 3 | 2500 | 5 |

**Эксплуатационный расчет транспортирования груза самоходными машинами**

Эксплуатационный расчет транспортирования груза самоходными транспортными машинами заключается в определении эксплуатационной производительности транспортной машины, продолжительности рейса, числа рейсов машины за смену и числа рабочих машин.

Эксплуатационная производительность погрузочно-транспортной машины, т/смену

,

где *V* – вместимость грузонесущего органа (кузова или ковша), м3;

*Tсм* - длительность смены, ч;

*t*пер – время перерывов в работе транспортной установки, включающее технологические перерывы в работе забоя (взрывание, проветривание и др.), при работе самоходных машин *t*пер = 0,7…0,8 ч.

*kз*- коэффициент заполнения грузонесущей емкости (*kз* = 0,75 – коэффициент заполнения ковша для крепких руд, *kз*= 0,95 – коэффициент заполнения кузова);

*tр*- продолжительность одного рейса, мин.

Продолжительность рейса, мин

*tр = tп+tдв+tраз +tразм* ,

где *t*п – время погрузки машины, которое определяется вместимостью кузова, мин;

*tдв -* время соответствено загрузки, движения, мин;

*tраз* - время разгрузки, мин.

*tразм* – время ожидания на разминовке, 1…3 мин.

Время загрузки для машин с грузонесущим ковшом, мин

*tп = ξ tц Kман /60* ,

где *tц*– время цикла черпания грузонесущим ковшом, *tц* = 50 с.

Время движения машины, мин

 ,

где *L* – длина транспортирования , км;

*υгр , υпор*– скорость движения соответственно груженной и порожней машины, км/ч;

*kдв*– коэффициент, учитывающий неравномерность движения машины, *kдв=*1,25..1,3.

Время разгрузки машины *tраз* принимается равным с учетом маневров у рудоспуска *tраз* = 0,5…0,7 мин (30…40с).

Необходимое число машин для работы на участке

*Nр.м = kн Qсм / Qэ* ,

где *k*н – коэффициент неравномерности поступления полезного ископаемого;

*Qсм*– сменная производительность участка по горной массе, т/смену;

*Qэ*– эксплуатационная производительность самоходной транспортной машины, т/смену.

Инвентарное количество машин

*N*инв = *k*инв*N*р.м,

где *k*инв – коэффициент инвентарности парка, *k*инв = 1,3÷1,4.

Таблица А 1. Технические характеристики дизельных погрузочно-транспортных машин компании Sandviс

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | LH201  (Microscoop 100) | LH202  (TJC 65D) | LH203 (TORO 151) | LH307  (TORO 6) | LH410  (TORO 7) | LH514  (TORO 9) | LH517  (TORO 010) | LH621  (TORO 11) | LH205L  (ЕJC 155LP) | LH208L(ЕJC 777) | LH209L(ЕJC 400LP) |
| Грузоподъемность, т  Вместимость ковша,м3:  основного  сменного  Основные размеры, мм  длина  ширина  высота (по кабине)  Наибольшая высота при разгрузке ковша, мм | 1,0  0,54  -  4650  1055  2045  2320 | 2,945  1,2  1,0-1,5  5486  1448  2134  - | 3,5  1,5  1,4-1,8  6970  1480  1840  3790 | 6,7  3,0  2,7-3,7  8631  2230  2200  4900 | 10,0  4,0  4,0-5,4  9680  2550  2395  5380 | 14,0  5,4  4,6-7,0  10870  2950  2540  5750 | 17,2  7,0  6,5-8,6  11120  3000  2750  6520 | 21,0  8,0  8,0-10,7  11993  3100  2950  7,02 | 5,0  1,8  -  7960  2310  1600  - | 7,71  2.3-2.87  8688  2642  1600  - | 9,6  4.2-4.6  9240  3260  1690  - |
| Двигатель | Deutz F3L-912W | Deutz F5L-912W | Deutz ВF6L-914 | Mercedes Benz OM 906 LA | Mercedes OM 926 LA | Detroit S60 DDEC IV | Detroit diesel S60 DDECIV | Detroit diesel S60 DDEC IV | Deutz BF4M2012C | Deutz BF6M2012C | MERCEDES OM906LA |
| Мощность привода, кВт  Max скорость движения, км/ч  Масса, т | 33  9,0  3,65 | 51  20,0  6,76 | 71,5  24,0  8,7 | 150  26,0  19,6 | 220  27,0  26,2 | 243  26,0  38,1 | 298  27,0  44,0 | 354  25,5  56,8 | 93  -  24,3 | 140  -  17,77 | 170  -  9,6 |

Таблица А 2. Технические характеристики электрических погрузочно-транспортных машин компании Sandviс

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | LH201Е  (Microscoop 100Е) | LH202Е  (ЕJC 65Е) | LH203Е (TORO 151Е) | LH306Е  (ЕJC 145Е ) | LH409Е  (TORO 400Е) | LH514Е  (TORO 1400Е) | LH625Е  (TORO 2500Е) |
| Грузоподъемность, т  Вместимость ковша,м3:  основного  сменного  Основные размеры, мм  длина  ширина  высота (по кабине)  Наибольшая высота при разгрузке ковша, мм | 1,0  0,54  -  4850  1055  2045  2320 | 2,948  1,2  1,0-1,5  5842  1448  2134  - | 3,5  1,5  1,3-1,75  6995  1480  1840  3500 | 6,6  3,0  2,7-3,1  8407  2159  2235  4390 | 9,6  3,8  3,8-4,6  9736  2525  2320  5270 | 14,0  5,4  4,6-7,0  10950  2880  2550  5760 | 25,0  10,0  8,0-10,7  14011  3900  3161  7,37 |
| Двигатель | Three-phase, asynchronous, squirrelcage | AC induction type, 3 phase | VEM | AC induction type TEAO, 3 phase | VEM KPER 315 S4 | VEM K11R 315 MX4 | Siemens 1 LA8 317 1000 V / 50 |
| Мощность привода, кВт  Max скорость движения, км/ч  Масса, т | 30  8,0  3,85 | 37  10,0  7,13 | 55  10,3  9,4 | 94  6,4  17,24 | 110  12,0  24,5 | 160  18,9  38,5 | 315  16,0  77,5 |

Таблица А 3. Технические характеристики погрузочно-транспортных машин компании Atlas Copco

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | ST-2D | ST-3,5D | ST-7LP | ST-7 | ST-1030 | ST-1030LP | ST-14 | ST-1520 | ST-1520LP | EST-2D | EST-3,5D |
| Грузоподъемность, т  Вместимость ковша, м3  Основные размеры, мм  длина  ширина  высота (по кабине)  Наибольшая высота при разгрузке ковша, мм | 3,6  1,9  6645  1555  2085  3733 | 6,0  3,1  8458  3038  2247  3984 | 6,8  3,4  8470  1920  1390  3920 | 6,8  3,1  8620  1920  2160  4710 | 10,0  5,0  9745  2260  2355  5060 | 10,0  5,0  9890  2260  1840  4750 | 14,0  6,4  10850  2640  2550  5930 | 15,0  7,5  11320  2648  2650  6000 | 15,0  7,5  11320  2648  2301  6000 | 3,6  1,9  6880  1515  2085  3732 | 6,0  3,1  8849  1905  2118  3936 |
| Двигатель | Дизельный:  Deutz F6L-912W | Дизельный:  Deutz F8L-413FW | Дизельный:  Cummins QSB6,7 EPA | Дизельный: Cummins QSB6,7 EPA | Дизельный: Cummins QSL9 | Дизельный: Cummins QSL9 | Дизельный: Cummins QSM11 | Дизельный:  Cummins QSX15 | Дизельный:  Cummins QSX15 | Электрический 3-фазный 50 или 60Гц | Электрический 3-фазный 50 или 60Гц |
| Мощность привода, кВт  Скорость движения уклон 15°, км/ч  Масса, т | 63  4,5  12,32 | 136  1,86  17,1 | 144  5,8  19,1 | 144  5,8  19,3 | 86  4,7  26,3 | 186  4,7  26,3 | 250  4,4  38,0 | 298  4,7  41,3 | 298  4,7  41,3 | 56  1,86  13,0 | 74,6  2,07  17,9 |

**Задание 3. Эксплуатационный и тяговый расчет скреперной установки**

Задание: *По заданной производительности определить объем скрепера и выбрать по тяговому усилию скреперную установку, проверить прочность выбранного каната на разрывное усилие.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Сменная производительность забоя, Qсм т/см | Плотность руды в разрыхленном состоянии  γ, т/м3 | Длина скреперования,  L м | Угол наклона выработки,  β град. | Направление транспортирования | Крупность горной массы,  *а* мм | Коэф. загрузки установки в смену, *kи* |
|  | 90 | 2.3 | 30 | 3 | Спуск | 300 | 0.6 |
|  | 150 | 2.2 | 35 | 3 | Спуск | 350 | 0.55 |
|  | 230 | 2.1 | 40 | 3 | Спуск | 400 | 0.5 |
|  | 380 | 2.0 | 45 | 3 | Спуск | 450 | 0.45 |
|  | 510 | 1.9 | 50 | 3 | Спуск | 500 | 0.6 |
|  | 75 | 1.8 | 40 | 5 | Подъем | 250 | 0.6 |
|  | 130 | 1.9 | 45 | 5 | Подъем | 300 | 0.55 |
|  | 210 | 2.0 | 50 | 5 | Подъем | 350 | 0.5 |
|  | 320 | 2.1 | 55 | 5 | Подъем | 400 | 0.45 |
|  | 540 | 2.2 | 60 | 5 | Подъем | 450 | 0.4 |
|  | 60 | 1.8 | 25 | 10 | Спуск | 350 | 0.6 |
|  | 160 | 1.9 | 30 | 10 | Спуск | 400 | 0.55 |
|  | 280 | 2.0 | 35 | 10 | Спуск | 450 | 0.5 |
|  | 420 | 2.1 | 40 | 10 | Спуск | 500 | 0.45 |
|  | 560 | 2.2 | 45 | 10 | Спуск | 550 | 0.6 |
|  | 105 | 1.7 | 30 | 5 | Подъем | 250 | 0.6 |
|  | 160 | 1.9 | 35 | 5 | Подъем | 300 | 0.55 |
|  | 250 | 2,1 | 40 | 5 | Подъем | 350 | 0.5 |
|  | 340 | 2.3 | 45 | 5 | Подъем | 400 | 0.45 |
|  | 480 | 2.5 | 50 | 5 | Подъем | 450 | 0.4 |

Если задана сменная производительность доставки, то объем скрепера, м3, находится из формулы

 . (3.2)

По полученному объему скрепера и характеристике горной массы выбирают тип скрепера, его массу и вместимость по табл. 1.

Таблица 1. *Параметры скреперов для подземных работ*

| Скрепер | Расчетная вместимость,  м3 | Основные размеры, мм,  не более | | | Масса, кг,  не более | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ширина | длина | высота | легкие | тяжелые |
| СГ | 0,1  0,16  0,25  0,4  0,6  1,0  1,6  2,5  4,0 | 710  860  950  1120  1250  1500  1700  1900  2260 | 950  1250  1400  1700  2000  2360  2650  3000  3550 | 400  500  560  670  800  900  1060  1250  1500 | 85  160  265  400  560  800  1180  1600  2120 | 160  265  400  560  800  1180  1600  2120  3000 |
| СЯ | 0,16  0,25  0,4  0,6  1,0  1,6  2,5  4,0 | 700  850  950  1120  1250  1500  1700  1900 | 800  950  1120  1400  1700  2000  2560  3000 | 360  400  450  500  560  630  710  800 | 85  160  265  400  560  800  1180  1600 | 160  265  400  560  800  1180  1600  2120 |

Примечание. Скреперы изготовляются легких моделей для доставки горной массы насыпной плотностью до 2 т/м3 и тяжелых моделей для горной массы с насыпной плотностью более 2 т/м3.

Эксплуатационная производительность скреперной установки, т/смену, при погрузке горной массы в вагонетки локомотивной откатки или скипы канатной откатки

 ,

где *Vв*– вместимость вагонетки или скипа, м3;

*z* – число вагонеток в составе;

*tп* – время погрузки одной вагонетки или скипа, с;

*tс* – время, затрачиваемое на смену состава или скипа, с.

Время погрузки одной вагонетки, с, находится из выражения

,

где *t1* – время затрачиваемое на загрузку и разгрузку скрепера, *t1* = 15…25с.

Производительность скреперного грузчика или скреперной установки, подающей горную массу на конвейер, рассчитывается по формуле так же как и для очистного забоя.

**Тяговый расчет скреперной лебедки**

Сопротивление (Н) перемещению груженого скрепера

*Wгр=W1+W2+W3+W4* ,

где *W1 , W2 , W3 , W4*  - сопротивление перемещению соответственно горной массы, скрепера, канатов по почве выработки и от подтормаживания барабана, Н.

Сопротивление (Н) при перемещении горной массы скрепером

*W1=1000Vcγkз(f1cosβ±sinβ)g* ,

где *f1*  - коэффициент трения горной массы по почве, *f1=*0,6…0,8;

*β* - угол наклона выработки (знак “+” – вверх, “- ” – вниз).

Сопротивление (Н) при перемещении скрепера по почве

*W2=G0 (f2cosβ±sinβ)g* ,

где *G0* - масса скрепера, кг;

*f2*  - коэффициент трения скрепера по почве, *f2 =*0,4…0,55.

Сопротивление (Н) при перемещении каната по почве

*W3=2L q f2 g* ,

где *q*- масса 1 м каната, кг/м.

Сопротивление (Н) от натяжения хвостового каната лебедки *W4=1000…3000 Н.*

Сила тяги (Н) каната при перемещении груженого скрепера

*Fгр=W1+W2+W3+W4*.

Сила тяги (Н) каната при перемещении порожнего скрепера

*Fп=W2+W3+W4*.

Мощность двигателя лебедки (кВт) при движении груженого скрепера

*N=kустFгрυгр /(1000η)* ,

где *kуст –* коэффициент запаса мощности, *kуст =*1,15…1,2;

*η* - КПД трансмиссии лебедки, *η=*0,75..0,85.

Запас прочности каната составляет

*m=Sр/Fгр ≥ 3…4* ,

где *Sр –* разрывное усилие каната, находится по каталожным данным соответственно диаметру каната скреперной установки.

Таблица. Технические характеристики скреперных подземных лебедок АО «Кыштымское машиностроительное объединение»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры | 10ЛС2СМА | 17ЛС2СМА | 30ЛС2СМА | 30ЛС2ПМА | 30ЛС3СМА | 55ЛС2СМА | 55ЛС5ПМА | 55ЛС3СМСА | 110ЛС2СМА | 110ЛС2ПМА | 1!0ЛС3СМА |
| Мощность электродвигателя, кВт  Среднее тяговое усилие на рабочем канате, кН  Средняя скорость каната  рабочего, м/с  холостого, м/с  Число барабанов  Диаметр каната, мм  Разрывное усилие каната, кН  Масса 1 м каната, кг  Канатоемкость, м  Основные размеры, мм:  длина  ширина  высота  Масса, кг | 11  10  1,25  1,7  2  12  73,1  0,57  45  1350  570  561  508 | 18,5  16  1,26  1,74  2  14  92,2  0,73  60  1550  650  632  760 | 30  28  1,3  1,77  2  15  127  0,95  90  1938  806  770  1320 | 30  28  1,3  1,77  2  15  127  0,95  90  1540  1220  839  1450 | 30  28  13  1,77  3  15  127  0,95  90  2400  860  770  1810 | 55  45  1,46  2,0  2  19,5  173  1,2  100  2320  995  924  2260 | 55  45  1,46  2,0  2  19,5  173  1,2  100  1990  1380  895  2220 | 55  45  1,46  2,0  3  19,5  173  1,2  100  2865  1205  925  2960 | 110  80  1,5  2,1  2  23  224  1,8  125  2800  1202  1221  4320 | 110  80  1,5  2,1  2  23  224  1,8  125  2240  1630  1221  4660 | 110  80  1,5  2,1  3  23  224  1,8  125  3480  1550  1221  5470 |

**Форма промежуточного контроля**

**Экзамен**

***Вопросы на экзамен по дисциплине "Горные машины и оборудование "***

**Общие сведения о горных машинах и оборудовании.**

1. Горные машины, их общая классификация по функциональному назначению.
2. Виды производительности горных машин, типы проводимых ремонтов.
3. Основные показатели качества и надежности горных машин.
4. Основные физико-механические свойства горных пород, определяющие условия работы горных машин.

**Машины и оборудование для бурения шпуров и скважин.**

1. Классификация способов механического бурения шпуров и скважин.
2. Ручные и колонковые сверла (принцип бурения, область применения, конструкции, буровой инструмент).
3. Машины вращательно-ударного бурения (назначение, конструкции, буровой инструмент).
4. Конструкция и принцип действия переносного и телескопного перфораторов.
5. Воздухораспределительные устройства перфораторов ударно-поворотного бурения: классификация, принцип действия, область применения.
6. Установочные механизмы и податчики перфораторов: типы, конструкции, область применения.
7. Буровой инструмент машин ударно-поворотного бурения, методы и средства борьбы с шумом, пылью и вибрациями при работе перфораторов.
8. Пневматические колонковые перфораторы: классификация, особенности конструкции, область применения.
9. Гидравлические перфораторы: конструкции, область применения.
10. Шахтные бурильные установки: назначение, конструкции, буровой инструмент.
11. Конструкции манипуляторов и автоподатчиков шахтных бурильных установок.
12. Классификация буровых станков по типу исполнения: ходового устройства, числу и расположению бурильных машин, оси вращения и крепления податчика.
13. Станки ударно-вращательного бурения: назначение, конструкции, буровой инструмент.
14. Станки с погружными пневмоударниками: назначение, конструкции, буровой инструмент.

**Выемочные, проходческие машины, очистные комплексы и агрегаты.**

1. Широкозахватные очистные комбайны: конструкции и область применения.
2. Узкозахватные очистные комбайны: классификация, конструкции и область применения.
3. Индивидуальные и механизированные крепи: классификация, конструкции, область применения.
4. Очистные и выемочные комплексы и агрегаты: классификация, конструкции, область применения.
5. Угольные струговые установки: назначение, конструкции, режущий инструмент.
6. Проходческие комбайны: классификация, конструкции и область применения.
7. Конструкции исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного и бурового действия.
8. Конструкции погрузочно-транспортного и ходового оборудования проходческих комбайнов.
9. Проходческие комплексы оборудования для проведения горизонтальных и наклонных выработок буровзрывным способом: типы, состав механизмов, конструкции и область применения.
10. Проходческие комплексы оборудования для проведения горизонтальных и наклонных выработок комбайнами избирательного и бурового действия: типы, конструкции и область применения.
11. Проходческие комплексы для проходки восстающих выработок буровзрывным способом: (основные типы, их конструкция и область применения).
12. Проходческие комплексы для проходки восстающих выработок буровым способом.
13. Проходческие комплексы и установки для проведения вертикальных стволов шахт буровзрывным способом: назначение, классификация, конструкции, состав оборудования.
14. Проходческие комплексы и установки для проведения вертикальных стволов шахт буровым способом: назначение, классификация, конструкции.

**Машины и комплексы для погрузки и транспортирования горной массы, крепления горных выработок и заряжания шпуров и скважин.**

1. Ковшовые погрузочные машины: конструкции и область применения.
2. Погрузочные машины непрерывного действия: конструкции и область применения.
3. Самоходные погрузочно-транспортные машины, типы и конструктивные особенности, область применения.
4. Виды рудничных локомотивов и грузовых вагонеток, их исполнение и область применения.
5. Типы самоходных транспортных машин, области применения, конструктивное исполнение.
6. Конвейерный транспорт: типы конвейерных установок, область применения, конструктивное исполнение.
7. Скреперные установки: устройство, схемы скреперования и область применения.
8. Машины и механизмы для возведения разборной крепи: конструкции, область применения.
9. Машины и механизмы для возведения анкерной крепи: конструкции, область применения.
10. Машины и механизмы для возведения крепи из бетона без опалубки: конструкции, область применения.
11. Машины и механизмы для возведения крепи из монолитного бетона с применением опалубки: технологические схемы крепления, конструкции машин, область применения.
12. Зарядные устройства и машины эжекторного, нагнетательно-эжекторного и нагнетательного типов применяемые для заряжания шпуров и скважин.

**Оформление письменной работы согласно МИ 01-03-2023** Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

**Печатные издания**

1. Бритарев В.А. Горные машины и комплексы : учебник / Бритарев Валентин Алексеевич, Замышляев В.Ф.. - Москва : Недра, 1984. - 288 с.
2. Кантович Л.И., Гетопанов В.И. Горные машины. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
3. Медведев В.В. Подземный транспорт рудников / В.В. Медведев - Учебное пособие. - Чита: ЗабГУ, 2013. – 220 с.

**Издания из ЭБС**

1. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий [Электронный ресурс] / Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дьяченко В.П., Запенин И.В., Шешко Е.Е. - 2-е изд. - М. : Горная книга, 2011.
2. Гришко, Л.П. Стационарные машины и установки [Электронный ресурс] / Л. П. Гришко, В. И. Шелоганов; Гришко Л.П.; Шелоганов В.И. - Moscow : Горная книга, 2007.

**Дополнительная литература**

**Печатные издания**

1. Зайков, В.И.. Эксплуатация горных машин и оборудования : учебник / Зайков Витольд Иванович, Берлявский Гаррий Павлович. - Москва : МГГУ, 2006. - 257 с.

**Издания из ЭБС**

1. Морозов В.И. Очистные комбайны [Электронный ресурс] : Справочник / Морозов В.И., Чуденков В.И., Сурина Н.В.; Под общей ред. В.И. Морозова. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006.
2. Займов, В.И. - Эксплуатация горных машин и оборудования [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Зайков В.И., Берлявский Г.П. - 3-е изд., стер. - М: Издательство МГГУ, 2001.
3. Лагунова Ю.А. Машиностроение. Горные машины. Т. IV-24 [Электронный ресурс] / Энциклопедия Ю.А. Лагунова, А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков - М.: Машиностроение, 2011.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы\***

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. <https://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань».
2. <https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт»
3. <http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
4. <http://www.trmost.com/> Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»
5. <http://diss.rsl.ru/> Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки.
6. <https://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7. <http://www.edu.ru> Федеральный портал «Российское образование»
8. <http://law.edu.ru/> Федеральный правовой портал «Юридическая Россия»
9. http://window.edu.ru Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.
10. http://megabook.ru/ Энциклопедии Кирилла и Мефодия
11. http://www.krugosvet.ru/ Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия «Кругосвет»
12. http://www.glossary.ru/ Тематические толковые словари
13. https://dic.academic.ru/ Словари и энциклопедии
14. http://www.nlr.ru/ Российская национальная библиотека
15. https://www.prlib.ru/ Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина
16. http://www.gpntb.ru/ Государственная публичная научно-техническая библиотека России
17. http://www.rasl.ru/ Библиотека Российской Академии наук
18. http://studentam.net/ Электронная библиотека учебников
19. http://techlib.org Библиотека технической литературы
20. http://rvb.ru/ Русская виртуальная библиотека

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Медведев

Заведующий кафедрой ПРМПИ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Медведев