Филиал Государственного бюджетного профессионального
образовательного учреждения Республики Хакасия
«Черногорский горно-строительный техникум»

ОВД.03 Основы технического обслуживания ПСМ

(подземных самоходных машин)

Методические указания и контрольные вопросы
для студентов заочного обучения

по программе среднего профессионального образования
по специальности **21.02.17 «Подземная разработка месторождений подземных ископаемых»**
по программе базовой подготовки
квалификация: **Специалист по горным работам**

Абаза, 2026

Методические указания составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых.

Методические указания по МДК 01.04 «Основы технического обслуживания (ПСМ)» содержат рекомендации по выполнению контрольных заданий, предназначенные для студентов заочной формы обучения.

Разработчик:
Шаталова И.А. преподаватель спец дисциплин

Введение

К самоходному транспортному оборудованию относят погрузочно-доставочные машины, самоходные вагоны, автосамосвалы, погрузочно-транспортные машины, подземные экскаваторы. Из перечисленного оборудования и самоходных буровых установок обычно составляют добычной комплекс. Создание и внедрение самоходных комплексов обеспечивает максимальную механизацию всех элементов при проходке или добыче.

Применение самоходного оборудования в подземных рудниках позволяет повысить скорость проведения горных выработок и производительность труда проходчиков.

На отечественных рудниках самоходными комплексами добывается около 50 % руд цветных металлов, половина из них – при камерно-столбовой системе разработки; 15 % – при этажном и подэтажном обрушениях; 15 % – при этажно-камерной системе с отработкой подэтажных штреков и 20 % – при системе разработки с закладкой.

На зарубежных рудниках самоходное погрузочно-доставочное оборудование является основным средством механизации выпуска, погрузки и доставки руды практически при всех системах разработки.

Широкое применение самоходного оборудования в подземных рудниках в условиях современного технического прогресса предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала. Дисциплина «Основы технического обслуживания ПСМ», изучаемая студентами специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых, тесно связана с общепрофессиональными дисциплинами и профессиональными модулями, учебной и производственными практиками. Программа данной дисциплины предусматривает изучение студентами конструктивных особенностей самоходных машин, классификацию, типы и параметры самоходных машин, виды приводов, дистанционное управление и автоматизацию, эксплуатационный расчет, конструктивные особенности выработок и дорог для самоходных машин, характерные неисправности машин и методы их устранения, правила безопасности при эксплуатации машин.

Общие методические указания

Изучение теоретического материала следует вести в последовательности, предусмотренной программой. Материал, изучаемый по учебнику, необходимо четко и аккуратно конспектировать в рабочей тетради, основные определения подчеркивать.

Схемы необходимо вычерчивать согласно ГОСТам. Конспект составлять так, чтобы по нему можно было готовиться к экзамену, не перечитывая весь материал по учебнику.

После проработки темы необходимо ответить на вопросы для самопроверки и закрепления знаний по изученному материалу.

Тема 1. Самоходные погрузочно-транспортные машины

1.1. Общие сведения и классификация

Все виды горно-транспортных машин, способных самостоятельно передвигаться по почве выработок на пневмоколесном или гусеничном механизме перемещения с дизельным, электрическим, пневматическим или другим видом привода.

Основные преимущества и недостатки самоходных машин. Применение самоходного оборудования на доставке руды. Рост производительности труда с использованием

самоходного оборудования на отечественных рудных шахтах

1.2. Комплексы самоходных машин для очистных и подготовительных работ

Состав комплексов самоходных машин для очистных и подготовительных проходческих работ. Факторы, с учетом которых выбираются комплексы самоходных машин. Повышение эффективности использования комплексов. Горно-технические параметры самоходных машин для погрузки, доставки и транспортирования горной массы. Автосамосвалы.

1.3. Конструктивные особенности самоходных погрузочно-транспортных и транспортных машин

Конструктивные особенности наиболее широко применяемых отечественных и зарубежных погрузочно-транспортных машин типа ПД и подземных автосамосвалов, используемых для доставки горной массы.

Сборочные единицы погрузочно-транспортной машины с грузонесущим ковшом (типа ПД) с дизельным или электрическим приводом. Сборочные единицы подземных автосамосвалов с дизельным или электрическим приводом. Приводы современных мощных погрузочно-транспортных и транспортных самоходных машин. Основные требования, предъявляемые к дизельным двигателям, работающим в подземных условиях. Требования по безопасному применению самоходного (нерельсового) оборудования в подземных рудниках. Схема нейтрализации отработавших газов дизельного двигателя.

Мероприятия по снижения концентрации токсичных примесей отработавших газов в рудничной атмосфере до санитарных норм. Трансмиссия самоходной машины. Кинематическая схема погрузочно-транспортной машины ПД-5. Гидротрансформатор: мероприятия по экономии топлива, снижению уровня шума трансмиссии машины. Гидромеханическая передача, основные преимущества и недостатки гидромеханической передачи. Ведущий мост и тормозная система на самоходных погрузочно-транспортных и транспортных машинах. Мероприятия по снижению уровней шума и вибрации машины.

1.4. Передача тягового усилия и торможение самоходных машин

Физика явления передачи тягового усилия сцеплением колеса с опорой. Коэффициент сцепления ψ пневмошин с дорогой. Механическая характеристика двигателя.

В результате изучения темы студент должен:

иметь представление:
- о всех видах горно-транспортных машин;

знать:
- устройство, принцип действия и область применения горно-транспортных;
- преимущества и недостатки самоходных машин;
- методы повышения эффективности использования комплексов;

- горно-технические параметры самоходных машин;
- конструктивные особенности отечественных и зарубежных погрузочно-транспортных машин;
- сборочные единицы автосамосвалов;

- требования к безопасному применению самоходного оборудования;

уметь:
- разбираться и читать кинематические схемы погрузочно-транспортных и транспортных машин;
- объяснить физику явления передачи тягового усилия сцеплением колеса с опорой.

Тема 2. Типы и параметры самоходных машин.

2.1. Параметры самоходных погрузочно-транспортных машин типа ПД с дизельным приводом

Отраслевой стандарт, устанавливающий на отечественные погрузочно-транспортные машины типоразмерный ряд грузоподъемности погрузочно-транспортных машин с грузонесущим ковшом типа ПД. Параметры отечественных погрузочно-транспортных машин. Параметры зарубежных погрузочно-транспортных машин с дизельным приводом. Крупнейшие европейские фирмы по производству погрузочно-транспортных машин. Схема соединителя быстроразъемной системы. Навеска и снятие сменных рабочих органов.

2.2. Погрузочно-транспортные машины с электрическим приводом

Недостатки погрузочно-транспортных машин с дизельным приводом.Погрузочно транпортные машины с электрическими двигателями. Преимущества электрических погрузочно-транспортных машин по сравнению с дизельными. Параметры зарубежных электрических погрузочно-транспортных машин. Основной недостаток электрических погрузочно-транспортных машин. Система подвода электроэнергии к самоходной машине с подвеской кабеля к монорельсу.

2.3. Погрузочно-транспортные машины с погрузочным ковшом и грузонесущим кузовом

Марки погрузочно-транспортных машин с ковшом и кузовом, выпускаемых отечественной промышленностью. Технические характеристики отечественных погрузочно-транспортных машин с ковшом и кузовом. Система управления машинами ПТ-4, ПТ-6. Недостатки погрузочно-транспортных машин с ковшом и кузовом.

2.4. Дистанционное управление и автоматизация погрузочно-транспортных машин

Область применения машин с дистанционным управлением. Схема системы дистанционного управления «Торотель» фирмы АРА '(Финляндия). Система радиодистанционного управления «Торотель».

Размещение аппаратуры контроля и управления на машине типа ПТ. Сбор данных от датчиков, расположенных на погрузочно-транспортной машине. Блок накопления информации.

2.5. Самоходные транспортные машины

Технические характеристики подземных автосамосвалов отечественных и зарубежных подземных автосамосвалов. Характеристика подземного автосамосвала МоАЗ-7405-9586,

выпускаемого отечественной промышленностью. Зарубежные марки автосамосвалов для подземных работ. Отечественные самоходные вагоны типа ВС. Техническая характеристика самоходного вагона 5ВС-15М.

Методические указания к выполнению контрольной работы

1. Внимательно изучить расчет, выполнить решение одной из предложенных задач.
2. Ответить в письменной форме на вопросы.
3. Контрольную работу выполнить в соответствии с требованиями к оформлению контрольных работ филиала техникума.

Эксплуатационный расчет погрузочно-транспортных и самоходных транспортных машин сводится к определению их технической и эксплуатационной производительностей, числа транспортных машин, обеспечивающих бесперебойное транспортирование руды из одного или нескольких забоев, а также к тяговому расчету машин.

Данная тема имеет важное значение, поскольку эти машины широко применяются в горной промышленности.

В результате изучения темы студент должен:

иметь представление:

– об эксплуатационном расчете погрузочно-транспортных и самоходных транспортных машин;

знать:

– назначение, устройство, принцип действия погрузочно-транспортных и самоходных транспортных машин;

– основные параметры;

– технические характеристики;

уметь:

– определять основные параметры погрузочно-транспортных и самоходных транспортных машин.

Эксплуатационный расчет самоходных машин

Исходными данными для расчета являются: техническая характеристика применяемой машины, сменный грузопоток, продолжительность смены, коэффициент неравномерности работы машины, длина транспортирования, продольный профиль трассы и вид покрытия транспортных выработок.

Эксплуатационная производительность (т/ч) погрузочно-транспортной машины

$$Q_э = \frac{3600 V k_з \gamma}{t_{погр} + t_{дв} + t_{раз}} \qquad (1)$$

где V — вместимость грузонесущего органа (кузова или ковша), м^3; $t_{погр}$, $t_{дв}$, $t_{раз}$ — время соответственно загрузки грузонесущей емкости, движения машины от забоя до пункта разгрузки и обратно, разгрузки, с; $k_з$ — коэффициент заполнения ковша ($k_З$ = 0,74÷0,8).

Время загрузки (с) для машин с грузонесущим ковшом (типа ПД)

$$t_{погр} = \xi t_ц \cdot k_{ман}$$

где ξ = 1,15÷1,2 — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на разборку негабарита в забое; $t_ц$ = 50 с — время цикла черпания грузонесущим ковшом; $k_{ман}$ = 1,2— коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на маневры машины в забое.

Время загрузки (с) для машин с ковшом и грузонесущим кузовом (типа ПТ)

$$t_{погр} = \xi \frac{V_{куз} t_ц' k_{з.к}}{V_к k_з} k_{ман} \qquad (2)$$

где $t_ц'$ — длительность цикла погрузки, с; $V_{куз}$ — вместимость кузова, м^3; $k_{з.к}$ — коэффициент загрузки кузова.

Время загрузки машины с грузонесущим ковшом (типа ПД) гораздо меньше времени загрузки машины с грузонесущим кузовом (типа ПТ).

Время движения машины (с)

$$t_{дв} = \frac{L}{k_{с.х}} \left(\nu_{гр}^{-1} + \nu_{пор}^{-1} \right) \qquad (3)$$

где L — длина транспортирования, м; $\nu_{гр}$, $\nu_{пор}$ — скорость движения соответственно груженой и порожней машины, м/с; $k_{с.х}$ = 0,6 — коэффициент среднеходовой скорости движения.

Время разгрузки машины $t_{раз}$ = 15÷20 с.

Таким образом, часовая эксплуатационная производительность (т/ч) погрузочно-транспортной машины с грузонесущим ковшом

$$Q_э = \frac{3600 V_к k_з \gamma}{\xi t_ц k_{ман} + \frac{L}{k_{с.х}} \left(\nu_{гр}^{-1} + \nu_{пор}^{-1} \right) + t_{раз}} \qquad (4)$$

а для машины с ковшом и кузовом (т/ч) —

$$Q_э = \frac{3600 V_{куз} k_{з.к} \gamma}{\xi \frac{V_{куз} t_ц'}{V_к k_з} k_{ман} + \frac{L}{k_{с.х}} \left(\nu_{гр}^{-1} + \nu_{пор}^{-1} \right) + t_{раз}} \qquad (5)$$

Сменная эксплуатационная производительность (т)

$$Q_{см} = Q_э T_{см} k_и \qquad (6)$$

где $T_{см}$ — длительность смены, ч; $k_и$ = 0,7÷0,8 — коэффициент внутрисменного использования машины, учитывающий подготовительно-заключительные операции, заправку машины, перегон к месту работы и другие операции, не связанные с основной работой по погрузке и транспортированию.

При одинаковой вместимости грузонесущей емкости и одинаковых горно-технических условиях производительность погрузочно-транспортной машины с грузонесущим ковшом больше, чем производительность машины с грузонесущим кузовом. При увеличении длины транспортирования производительность погрузочно-транспортной машины снижается (рис. 1).

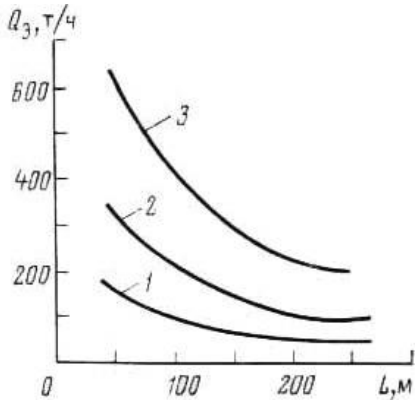

Рис. 1. График зависимости сменной производительности погрузочно-транспортной машины от длины транспортирования при грузоподъемности грузонесущего ковша: *1* — 4 т; *2* — 7,3 т; *3*— 12 т.

Эксплуатационная сменная производительность (т) одной транспортной машины (автосамосвала или самоходного вагона):

$$Q_{см} = \frac{60 T_{см} V_{куз} k_з \gamma k_и}{t_р k_н} \qquad (7)$$

где $k_н$ — коэффициент неравномерности грузопотока (при отсутствии аккумулирующей емкости $k_н$ = *l,5,* при наличии — $k_н$ = 1,25, при транспортировании горной массы из проходческого забоя $k_н$ = 2); $k_и$ = 0,7÷0,8 — коэффициент использования машины.

Продолжительность (мин) одного рейса транспортной машины

$$t_р = t_{погр} + t_{дв} + t_{раз} + t_{м.з} + t_{м.р} + t_{разм} \qquad (8)$$

При работе машины в комплексе с ковшовым погрузчиком или экскаватором время погрузки (мин)

$$t_{погр} = \frac{V_{куз} k_{з.к} t_ц k_{ман} \xi}{60 V_к k_з} \qquad (9)$$

а в комплексе с погрузочной машиной непрерывного действия —

$$t_{погр} = \frac{V_{куз} k_{з.к} \gamma}{Q_т} \qquad (10)$$

где $Q_т$ — производительность погрузочной машины непрерывного действия, т/мин.

В рудных шахтах для погрузки горной массы в автосамосвалы применяют погрузочные машины с нагребающими лапами типа ПНБ-3Д2 и ПНБ-4Д.

Технические характеристики погрузочных машин с нагребающими лапами

Типоразмер	ПНБ-3Д2	ПНБ-4Д
Техническая производительность, $м^3$/мин	5	8
Размер куска максимальный, мм	800	
Скорость передвижения, м/мин:		
рабочая	10	
маневровая	20	
Установленная мощность, кВт	134	204
Габариты, мм:		
длина	9000	10000
ширина	2700	
высота	1900	
Масса, т	27	36
Изготовитель	Ясногорский машзавод	

Продолжительность (мин) движения машины в грузовом и порожняковом направлениях

$$t_{дв} = \frac{60L}{k_{с.х}} \left(\nu_{гр}^{-1} + \nu_{пор}^{-1} \right) \qquad (11)$$

Скорость (км/ч) движения в грузовом $v_{гр}$ и порожняковом $v_{пор}$ направлениях определяется либо принятием значений согласно практическим данным, либо по тяговым характеристикам двигателей машин. Коэффициент, учитывающий среднеходовую скорость движения, принимается в зависимости от длины транспортирования: при L<0,3 км $k_{с.х}$ = 0,6; при L>0,3 км $k_{с.х}$ = 0,75.

Время разгрузки зависит от конструктивного исполнения кузова транспортной машины: для автосамосвалов с опрокидным кузовом $t_{раз}$ = 0,7 мин, для самоходных вагонов с донным скребковым конвейером $t_{раз}$ = 2÷3 мин.

Продолжительность (мин) маневров в забое $t_{м.з.}$ и у мест разгрузки $t_{м.р}$ зависит от конкретных условий эксплуатации транспортных машин и определяется хронометражными наблюдениями.

При движении нескольких машин в однополосной транспортной выработке продолжительность (мин) ожидания машины на разминовках

$$t_{разм} = n_{разм} t_1 \qquad (12)$$

где $n_{разм}$ — число разминовок; t_1 = 2 мин — продолжительность ожидания на разминовке.

Производительность и себестоимости погрузки и транспортирования зависят от расстояния транспортирования и состава комплекса машин — погрузочных, погрузочно-транспортных и транспортных (рис. 2). Так, при длине транспортирования до 200 м наиболее эффективно применение погрузочно-транспортных машин, свыше 400 м — погрузочных машин с нагребающими лапами в комплексе с двумя автосамосвалами.

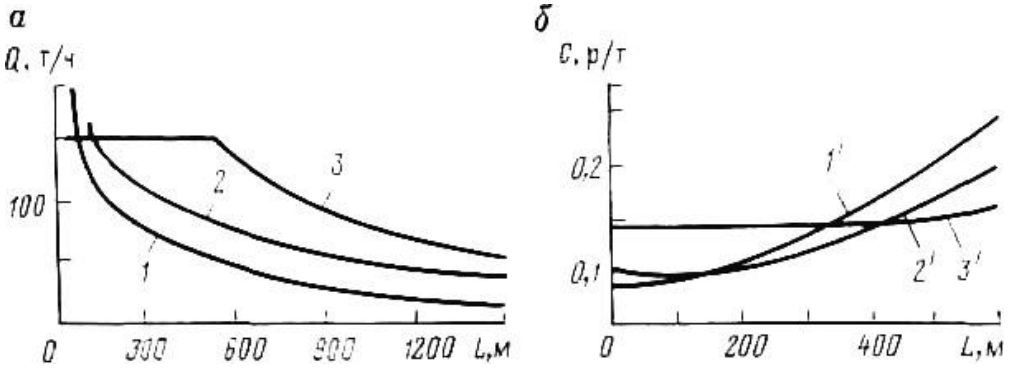

Рис. 2. Графики зависимости: *а* — производительности комплекса машин от расстояния доставки; *б* — себестоимости погрузки и доставки 1 т руды от состава комплекса и расстояния доставки; *1* и *1′* — погрузочно-транспортная машина ПТ-5А; *2* и *2′* — погрузочная машина ПНБ-3 с одним автосамосвалом типа МоАЗ; *3* и *3′* тоже с двумя автосамосвалами МоАЗ грузоподъемностью 22 т

При камерно-столбовой системе разработки и проведении тоннелей загрузку автосамосвалов осуществляют ковшовыми погрузчиками с дизельным приводом и пневмошинным механизмом передвижения. Аналогичные ковшовые погрузчики применяют на открытых горных работах. Погрузчики этого типа оборудованы ковшами вместимостью 1÷3,8 м^3, имеют высокие (до 40 км/ч) скорость и маневренность. Сменная производительность погрузчика в определенных условиях эксплуатации может достигать 120—1800 т.

Расчетное число рабочих транспортных машин на эксплуатируемом участке

$$n = Q_1 / Q_{см} \qquad (13)$$

где Q_1 — сменная производительность участка, т.

Инвентарное число машин с учетом машин, находящихся в резерве и ремонте,

$$n_{ин} = k_р \sum n \qquad (14)$$

где $\sum n$ — общее число однотипных транспортных машин, работающих на всех участках; $k_р$ — инвентарный коэффициент, учитывающий число машин в резерве и ремонте, принимаемый в зависимости от режима работы транспорта и категорий транспортных выработок. При двухсменном режиме работ $k_р$ = 1,25÷1,3 при трехсменном — $k_р$ = 1,4÷1,5 (большие значения принимают для постоянных транспортных выработок с покрытием, меньшие — для временных без покрытия). Полученное по формуле (5.14) инвентарное число машин округляют до целого значения.

Сменный пробег рабочих машин (км)

$$L_{см} = \frac{Q_1}{Q_{см}} \left(L_{гр} + L_{пор} \right) k_x \qquad (15)$$

где k_x = 1,1÷1,25 — коэффициент, учитывающий холостой пробег машины на заправку, к пунктам обслуживания и т. д.

Тяговый расчет транспортной машины включает в определение силы тяги при движении, предельного уклона, преодолеваемого машиной, тормозного пути, расхода горючего.

Сила тяги погрузочно-транспортной машины или автосамосвала

$$F = (G + G_0)\, g\, (\omega_0 \pm i + \omega_{кр} + 108a) + W_в, \qquad (16)$$

где G_0 и G — масса соответственно машины и груза, т; ω_0 — основное удельное сопротивление движению машины, значение которого принимают в зависимости от типа

подземной дороги,. Н/кН (25 — для дорог с бетонным покрытием; 40 — для щебеночных дорог с битумной пропиткой; 80÷100 — для дорог без покрытия, с зачисткой; 150÷180 — для незащищенной почвы; $\omega_{кр}$ = (0,05÷0,08) ω_0 — дополнительное сопротивление движению на криволинейных участках, Н/кН; W_B — дополнительное сопротивление воздуха [см. формулу (2.12)], учитываемое только при движении машины со скоростью более 20 км/ч, Н/кН; i — удельное сопротивление на уклоне, принимаемое в зависимости от реального уклона, Н/кН; a = 0,44÷0,5 м/с^2 — ускорение трогания.

Максимальная сила тяги (Н) по условию сцепления ведущих колес машины с дорогой:

$$F_{\max} = 1000 P_{сц} \psi \qquad (17)$$

Сцепной вес $P_{сц}$ (кН) машины при всех ведущих колесах равен общему весу машины, а при двух ведущих колесах, например, в автосамосвале типа МоАЗ,

$$P_{сц} = 0{,}6\,(G + G_0)g. \qquad (18)$$

Значения коэффициента сцепления ψ пневмошин с дорогой принимают в зависимости от состояния дорожного покрытия (табл. 5.5).

Таблица 1

Значение коэффициента ψ сцепления пневмошин с дорогой

Дороги	Состояние дорожного покрытия	
	Чистое сухое	Мокрое, слегка загрязненное
Бетонные и асфальтовые	0,7	0,45—0,4
Щебеночные укатанные	0,7—0,75	
Забойные, в крепких породах	0,6—0,7	0,5—0,4
Забойные, в относительно слабых породах	0,4—0,5	0,25—0,4
С основанием из каменной соли	0,48—0,5	-

Максимальная сила тяги (Н) ограничивается по мощности двигателя:

$$F_{\max} = \frac{3600N}{\nu}\eta_m\eta_k \qquad (19)$$

где N — мощность двигателя машины, кВт; ν — скорость автомобиля, км/ч; η_m = 0,72÷0,75 — КПД гидромеханической трансмиссии; $\eta_к$ = 0,95 — КПД колеса.

Скорость машины (км/ч) зависит от развиваемого в конкретных условиях тягового усилия:

$$\nu = \frac{3600N}{F}\eta_m\eta_k \qquad (20)$$

Предельный продольный уклон (‰), преодолеваемый машиной при трогании на подъем,

$$i = \left(\frac{F_{\max}}{G + G_0}\right)\frac{}{g} - (\omega_0 + 108a) \qquad (21)$$

Значения предельного уклона для основного и вспомогательного самоходного транспорта выбирают в соответствии с Общесоюзными нормами технологического проектирования подземного транспорта горно-добывающих предприятий (табл. 2) или по номограммам, в зависимости от суммарной рабочей массы $m_р$, силы тяги F и скорости движения v автосамосвала (рис. 3).

Таблица 2

Продольный уклон i, преодолеваемый основным и вспомогательным самоходным транспортом

Наименование и назначение транспортных выработок	i, %	
	нормальный	Максимальный на коротких участках
Основные для транспортирования горной массы по горизонтам	17	70
Главные автотранспортные уклоны для транспортирования горной массы на поверхность:		
для грузового и двухстороннего движения	105	141
для порожнякового движения	141	176
Вспомогательные автотранспортные уклоны:		
для перевозки людей, оборудования и материалов	141	176
для движения машин со всеми ведущими осями	176	213
Вспомогательные заезды на подэтажи для передвижения машин с грузом только своим ходом	213	268

Примечания. 1. Максимальный продольный уклон транспортных выработок необходимо проверять по тяговым характеристикам применяемых транспортных машин.

2. При обводненности наклонных транспортных выработок значение продольного ук лона снижается на 25—30%.

3. Почва выработок, по которым осуществляется движение самоходных вагонеток, должна быть малообводненной. Коэффициент крепости породы почвы по шкале проф. М. М. Протодьяконова должен составлять не менее 4, а коэффициент сцепления шин с почвой — не менее значений, приведенных в таблице.

4. При слабых почвах необходимы мероприятия по упрочнению дорожного полотна.

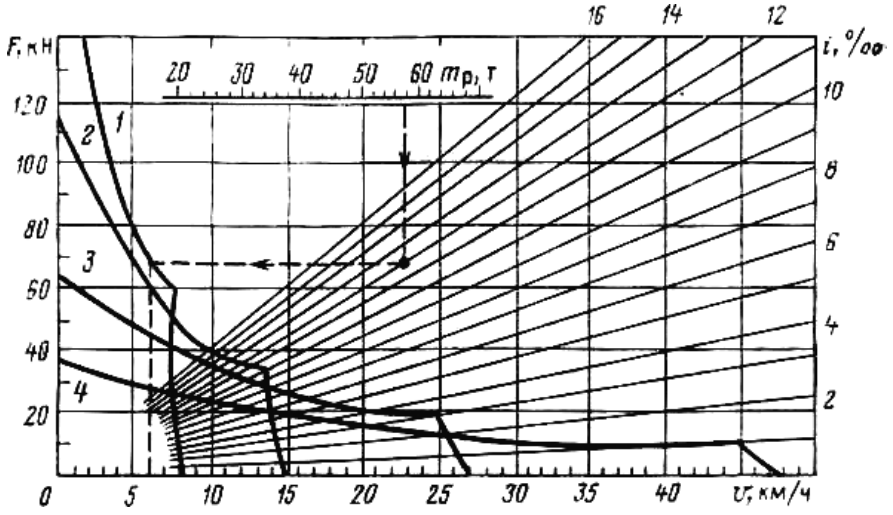

Рис. 3 Номограмма для определения предельного уклона, преодолеваемого при трогании на подъем, в зависимости от силы тяги, суммарной рабочей массы и скорости движения автосамосвалов

Тормозной путь — расстояние, пройденное машиной от начала торможения до полной остановки, — определяют исходя из. условия, что при торможении кинетическая энергия движущейся машины поглощается работой сил сопротивления на пути торможения, т. е.

$$\frac{(G+G_0)k_{ин}(v_н^2-v_к^2)}{2\cdot 3{,}6^2} = [B_m + (G+G_0)g(\omega_0 \pm i)]L_m \qquad (22)$$

Подставив в формулу (5.19) вместо тормозной силы B_m ее значение по условию сцепления $(G + G_0)g\psi$, определим тормозной путь (м) до полной остановки машины ($v_к = 0$):

$$L_m = \frac{k_{ин}v_н^2}{2\cdot 3{,}6^2 g(\psi+\omega_0 \pm i)} = \frac{k_{ин}v_н^2}{254(\psi+\omega_0 \pm i)} \qquad (23)$$

где $k_{ин}$ — коэффициент инерции вращающихся масс для машин с гидромеханической передачей (в режиме движения с грузом $k_{ин}$ = 1,03÷1,01, в режиме движения порожняком $k_{ин}$ = 1,085÷1,07); $v_н$ — скорость движения машины в начале торможения, км/ч. Значения ω_0 и i подставляют в формулу (5.23) не как удельные величины, а соответственно как коэффициент основного сопротивления движению и уклон (превышение в метрах на 1000 м пути).

Полный тормозной путь (м) с учетом времени реакции водителя и действия тормозов t_p = 0,5÷0,6 с:

$$L_n = L_m + L_{р.в}$$

где $L_{р.в}$ — путь, пройденный за время реакции водителя, м:

$$L_{р.в} = \frac{v_н}{3{,}6}t_p$$

Таким образом, полная длина тормозного пути (м),

$$L_n = \frac{k_{ин}v_н^2}{254(\psi+\omega_0 \pm i)} + \frac{v_н}{3{,}6}t_p \qquad (24)$$

Тормозной путь самоходной машины в подземной выработке на прямолинейном участке не должен превышать 20 м, а на криволинейном участке — видимого расстояния, равного 1,5 радиуса кривой.

Расход горючего для самоходных машин с дизельным приводом определяют по паспортным данным машины на 100 км пробега.

Пример 1. Определим сменную эксплуатационную производительность погрузочно-транспортной машины ПД-5Б для следующих условий: система подземной разработки полиметаллических руд с подэтажным обрушением с торцовым выпуском; плотность руды в насыпке γ = 2,5 т/м^3.

Исходные данные: длина доставки от забоя до рудоспуска L = 220 м; средние скорости движения по квершлагу и штреку — $v_{гр}$ = 8 км/ч (2,2 м/с), $v_{пор}$ = l2 км/ч (3,3 м/с); вместимость ковша машины $V_к$ = 2,5 м^3; коэффициент заполнения ковша $k_з$ = 0,8; длительность стены $T_{см}$ = 6 ч.

Часовую производительность погрузочно-транспортной машины определяем по формулам (5.1) — (5.4):

время погрузки ковша

$$t_{погр} = \xi t_ц \cdot k_{ман} = 1{,}15\cdot 50\cdot 1{,}2 = 69\ с.$$

время движения машины

$$t_{дв} = \frac{L}{k_{с.х}}\left(\frac{1}{v_{гр}}+\frac{1}{v_{пор}}\right) = \frac{220}{0{,}6}\left(\frac{1}{2{,}2}+\frac{1}{3{,}3}\right) = 275\ с;$$

время разгрузки ковша $t_{раз}$ = 15 с;

часовая производительность [см. формулу (5.1)]

$$Q_э = \frac{3600 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}5}{69 + 275 + 15} = 50 \quad т/ч$$

При коэффициенте использования машины $k_и$ = 0,7 сменная эксплуатационная производительность машины [см. формулу (5.6)]

$$Q_{см} = 50 \cdot 6 \cdot 0{,}7 = 210 \ т.$$

Пример 2. Определим скорость установившегося движения груженого автосамосвала типа МоАЗ-7405-9586 по прямолинейной выработке с уклоном i = 0,105 (105‰, что соответствует углу наклона выработки $\beta = 6°$.

Исходные данные: мощность двигателя автосамосвала N = 140 кВт; паспортная грузоподъемность G = 22 т; действительная грузоподъемность с учетом коэффициента загрузки $k_з$ = 0,9, G = 20 т; масса машины G_0 = 19,5 т; ускорение $a = 0$; $\omega_{кр} = 0$; основное удельное сопротивление по уклону с укатанным щебеночным покрытием ω_0 = 40 Н/кН; сопротивление воздуха не учитывается, т. е. $W_в = 0$.

Силы тяги, развиваемая машиной на уклоне при движении вверх [см. формулу (5.16)],

$$F = 9{,}81\ (20 + 19{,}5)\ (40 + 105) = 56\ 550 \text{ Н}.$$

Максимальная сила тяги, которую способна развить машина на укатанной, мокрой, слегка грязной дороге при $\psi = 0{,}4$, определяем по формуле (5.17) с учетом формулы (5.18):

$$F_{max} = 1000 \cdot 0{,}6\ (20 + 19{,}5) 9{,}81 \cdot 0{,}4 = 118\ 800 \text{ Н}.$$

Так как $F_{max} > F$, машина может перемещаться на данном уклоне. Скорость движения автосамосвала по уклону вверх [см. формулу (5.20)]

$$\nu = \frac{3600 \cdot 140 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}95}{56550} = 6{,}3 \quad км/ч$$

Пример 3. Определим полную длину тормозного пути автосамосвала при спуске вниз по тому же уклону i = 0,105 (см. пример 2) на скорости $v_н$ = 15 км/ч. Коэффициент сцепления колес с дорогой $\psi = 0{,}4$, коэффициент сопротивления $\omega_0 = 0{,}04$.

Полная длина тормозного пути [см. формулу (5.24)]

$$L_п = \frac{1{,}07 \cdot 15^2}{254\left(0{,}4 + 0{,}4 - 0{,}105\right)} + \frac{15 \cdot 0{,}6}{3{,}7} = 2{,}82 + 2{,}5 = 5{,}32 \ м$$

что значительно меньше допустимой длины тормозного пути, равной 20 м.

Задачи и упражнения

1. Определите сменную эксплуатационную производительность погрузочно-транспортной машины с ковшом и кузовом типа ПТ-4 для доставки руды плотностью γ = 2 т/м^3. Длина доставки L = 80 м, число смен — 3, длительность смены $T_{см}$ = 6 ч.

2. Определите сменную эксплуатационную производительность автосамосвала МоАЗ-7405-9586, загружаемого погрузочной машиной с нагребающими лапами типа ПНБ-3Д2. Плотность транспортируемой руды γ = 2,2 т/м^3, длина доставки по горизонтали L = 450 м.

3. Определите число автосамосвалов, необходимых для работы в тех же условиях (см. п. 2) для обслуживания одного забоя с заданной сменной производительностью 2700 т.

4. Определите предельный продольный уклон i (‰), преодолеваемый погрузочно-транспортной машиной ПД-8Б вверх по выработке с щебеночным сухим укатанным покрытием.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Общие указания

После изучения программного материала студент приступает к выполнению контрольной работы. Номер варианта работы соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале.

Контрольная работа должна быть выполнена в установленные учебным графиком сроки. Работа выполняется в электронном виде по требованиям, предъявляемым к письменным работам, утвержденным в филиале ГБПОУ РХ ЧГСТ.

Перед каждым ответом пишется текст вопроса. В контрольной работе должны быть даны подробные ответы на вопросы варианта задания.

В конце работы следует указать список использованной литературы, электронные ресурсы. Небрежно выполненная работа или выполненная работа не по своему варианту не оценивается и возвращается студенту.

Контрольные вопросы по темам

1. Начертите эскизы общих видов погрузочно-транспортных машин типа ПД и ТП. Объясните их устройство и назначение основных сборочных единиц.
2. Основные преимущества и области применения погрузочно-транспортных машин с электрическим приводом.
3. Способы увеличения дальности транспортирования электрическими погрузочно-транспортными машинами.
4. С какой целью, в каких условиях и какими средствами осуществляется дистанционное управление погрузочно-транспортными машинами?
5. Начертите эскиз общего вида подземного автосамосвала, объясните «его устройство и назначение основных сборочных единиц.
6. Начертите эскизы общих видов погрузочно-транспортных машин типа ПД и ТП. Объясните их устройство и назначение основных сборочных единиц.
7. Основные преимущества и области применения погрузочно-транспортных машин с электрическим приводом.
8. Способы увеличения дальности транспортирования электрическими погрузочно-транспортными машинами.
9. С какой целью, в каких условиях и какими средствами осуществляется дистанционное управление погрузочно-транспортными машинами?
10. Начертите эскиз общего вида подземного автосамосвала, объясните «его устройство и назначение основных сборочных единиц.
11. Классификация самоходных погрузочно-транспортных и транспортных машин.
12. Основные комплексы самоходных машин для очистных и подготовительных работ.
13. Начертите схему погрузочно-транспортной машины и укажите основные сборочные единицы.
14. Основные мероприятия по снижению токсичности отработавших газов.

15. Объясните физический смысл: передачи тягового усилия сцеплением колеса с опорой; процесса торможения приводного колеса.

16. Определение «подземной самоходной машины (ПСМ)». Перечислите основные типы ПСМ, применяемые на подземных рудниках, и укажите их назначение (например, ПДМ, шахтные самосвалы, буровые установки и т. п.).

17. Ключевые требования к ПСМ для подземных условий: габариты, взрывобезопасность, очистка выхлопных газов, манёвренность. Кратко раскройте каждое требование.

18. Объясните, почему для подземных самоходных машин с ДВС обязательно применение систем нейтрализации отработавших газов и вентиляции. Приведите 2–3 основных токсичных компонента выхлопа и их предельно допустимые концентрации в рудничной атмосфере.

19. Устройство и принцип работы трансмиссии ПСМ (гидромеханическая передача, ведущие мосты, дифференциалы). Укажите типичные неисправности и внешние признаки их проявления.

20. Устройство тормозной системы ПСМ: рабочие, стояночные и аварийные тормоза. Какие требования предъявляются к эффективности торможения в подземных выработках?

21. Назначение и принцип действия гидравлической системы ПСМ (насос, распределители, цилиндры, фильтры). Какие параметры контролируют при её обслуживании?

22. Кратко опишите устройство ходовой части (рама, подвеска, колёса/гусеницы) и влияние состояния шин на безопасность и производительность машины.

23. Назначение и принцип работы системы охлаждения двигателя подземной самоходной машины. Какие особенности конструкции необходимы из-за ограниченного проветривания и высокой температуры в выработках? Приведите 2–3 последствия перегрева двигателя в подземных условиях.

24. Устройство и работа системы очистки выхлопных газов на ПСМ с дизельным двигателем (каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр, система впрыска реагента). Как контролируют эффективность её работы при ТО?

25. Объясните, как устроена и работает система централизованной смазки ПСМ. Почему её исправность особенно критична в пыльных и влажных условиях рудника? Перечислите узлы, которые смазывают централизованно, и типичные отказы системы.

26. Расскажите про электрооборудование ПСМ в подземных условиях: источники питания, требования к взрывозащите, основные потребители (освещение, сигнализация, датчики). Какие проверки выполняют при ежесменном осмотре?

27. Устройство и назначение системы рулевого управления ПСМ (гидроусилитель, гидростатическое управление). Назовите признаки неисправности и безопасные действия машиниста при потере управляемости.

28. Виды ТО (ежесменное, периодическое, сезонное) и их типовой состав. Чем отличается ТО-1 от ТО-2?

29. Составьте перечень контрольных операций при ежесменном ТО ПДМ: что проверяют в первую очередь, какие параметры фиксируют в журнале.

30. Порядок замены фильтров (масляный, топливный, воздушный, гидравлический) и критерии их выбраковки. Почему важно соблюдать интервалы замены?

31. Что входит в понятие «диагностирование ПСМ»? Приведите 3–4 метода диагностики (визуальный осмотр, замеры параметров, вибродиагностика, анализ масла) и

укажите, для каких узлов каждый метод наиболее эффективен.

32. Составьте типовой перечень работ при ТО-1 для подземного шахтного самосвала. Укажите, какие параметры фиксируют в журнале (давление, уровни, показания датчиков) и какие инструменты/приборы используют.

33. Перечислите критерии выбраковки шин и колёс ПСМ, применяемых в подземных выработках. Как состояние шин влияет на расход топлива, устойчивость и безопасность движения в стеснённых условиях?

34. Опишите порядок проверки и обслуживания аккумуляторных батарей на ПСМ: контроль напряжения, плотности электролита (если применимо), очистка клемм, проверка креплений. Какие меры безопасности обязательны?

35. Как проводят контроль качества и замену рабочих жидкостей (моторное масло, трансмиссионное, гидравлическое, охлаждающая жидкость)? Укажите, на какие параметры обращают внимание (вязкость, цвет, наличие примесей), и как оформляют замену.

36. Что входит в сезонное обслуживание ПСМ? Перечислите дополнительные операции при переходе на зимний/летний режим эксплуатации в подземных условиях и объясните их необходимость.

37. Перечислите 4–5 типичных неисправностей двигателя ПСМ в подземных условиях и способы их локализации (по симптомам: падение мощности, дым, перегрев, стук).

38. Опишите алгоритм действий машиниста при отказе гидросистемы (падение давления, утечка, перегрев). Какие меры безопасности обязательны?

39. Как определить неисправность тормозной системы по косвенным признакам (увод машины, увеличение тормозного пути, срабатывание сигнализации)? Что запрещено делать при обнаружении неисправности?

40. Приведите примеры типовых кодов ошибок электронных систем ПСМ и объясните, как по ним локализовать неисправность (двигатель, трансмиссия, тормоза, гидравлика). Как правильно зафиксировать ошибку и передать информацию ремонтному персоналу?

41. Опишите методику проверки герметичности пневматической и гидравлической систем ПСМ. Какие инструменты и приёмы используют, какие места наиболее подвержены утечкам, и как документируют результаты?

42. Как выполняют вибродиагностику узлов ПСМ (редукторы, мосты, карданные передачи)? Укажите допустимые диапазоны и признаки предельного состояния. В каких случаях вибрацию нельзя игнорировать даже при отсутствии других симптомов?

43. Расскажите, как проводят экспресс-анализ моторного масла (визуально и с помощью тест-полосок/мини-лаборатории). Какие примеси критичны для ПСМ в шахте (вода, топливо, металлическая стружка) и что они означают?

44. Составьте алгоритм поиска причины повышенного расхода топлива у подземного самосвала. Перечислите минимум 5 возможных причин (от простых к сложным) и укажите, какие замеры и проверки нужны для подтверждения каждой.

45. Требования к подготовке ПСМ к работе в шахте: проверка систем, осмотр трассы, согласование с диспетчером. Какие документы оформляют перед выездом?

46. Меры безопасности при проведении ТО и ремонта ПСМ в подземных условиях: ограждение зоны, отключение питания, фиксация машины, вентиляция.

47. Какие средства индивидуальной защиты (СИЗ) обязательны для машиниста и ремонтного персонала? Приведите примеры опасных факторов и соответствующих СИЗ.

48. В чём особенности эксплуатации ПСМ при низких температурах и высокой влажности? Какие подготовительные мероприятия проводят?

49. Какие нормативные документы (ФНП, ГОСТ, инструкции завода-изготовителя) регламентируют эксплуатацию и ТО подземных самоходных машин? Кратко укажите область применения каждого вида документов.

50. Что должно содержаться в паспорте ПСМ и журнале учёта ТО и ремонтов? Приведите пример заполнения одной записи.

51. Какие требования предъявляют к трассе движения ПСМ в подземных выработках? Перечислите параметры (ширина, уклон, радиусы поворотов, освещение, вентиляция) и объясните, почему их соблюдение критично для безопасной эксплуатации.

52. Опишите порядок действий при аварийной остановке ПСМ в выработке: отключение питания/двигателя, фиксация машины, ограждение, оповещение диспетчера. Что обязательно фиксируют в оперативном журнале?

53. Перечислите опасные и вредные производственные факторы при обслуживании ПСМ под землёй (шум, вибрация, загазованность, запылённость, риск падения предметов, скользкие поверхности). Для каждого фактора укажите меры защиты и контроля.

54. В чём особенности организации работ по ТО и ремонту ПСМ в тупиковых и слабо проветриваемых выработках? Опишите дополнительные меры безопасности и контроль атмосферы.

55. Как организуют взаимодействие машиниста ПСМ и ремонтной бригады? Перечислите обязательные процедуры (наряд-допуск, инструктаж, согласование с диспетчером, проверка готовности зоны работ) и типичные ошибки, приводящие к инцидентам.

Примечание: *Вместо эскизов допускается использовать картинку или рисунок, взятую из учебника или интернета, указав на них узлы, основные сборочные единицы, а так же их устройство и назначение.*

Варианты и номера вопросов контрольной работ

Номера вариантов	Номера вопросов	Фамилия, имя, отчество
01	1, 11, 21, 31, 41	Баладжаев Вусал Фейзулла Оглы
02	2, 12, 22, 32, 42	Балякин Владимир Станиславович
03	3, 13, 23, 33, 43	Гуров Александр Владимирович
04	4, 14, 24, 34, 44	Исаев Адалат Мурад Оглы
05	5, 15,25, 35, 45	Коков Денис Владимирович
06	6, 16, 26, 36, 46	Кузьмина Наталья Витальевна
07	7, 17, 27, 37, 47	Курочкин Иван Сергеевич
08	8, 18, 28, 38, 48	Мамедов Назир Амрулла Оглы

09	9, 19, 29, 39, 49	Мухтаров Мухтар Кадим Оглы
10	10, 20, 30, 40, 50	Прудников Сергей Сергеевич
11	11, 21, 31, 41, 51	Рудт Василий Александрович
12	12, 22, 32, 42, 52	Таликов Никита Сергеевич
13	13, 23, 33, 43, 53	Тюкпиеков Николай Владимирович
14	14, 24, 34, 44, 54	Харламов Виктор Викторович
15	15, 25, 35, 45, 55	Черников Александр Викторович

Литература

1. Пухов Ю. С. Рудничный транспорт: Учеб. — М.: Недра, 1983.
2. Пухов Ю. С. Транспортные машины: Учеб. — М.: Недра, 1987.3.
3. Скорняков Ю. Г. Подземная добыча руд комплексами самоходных машин.— М.: Недра, 1986
4. Кальницкий Я. Б. Безопасная эксплуатация подземного самоходного оборудования. — М.: Недра, 1982.
5. Филимонов А.Т. Ремонт самоходного оборудования на подземных рудниках. – М.: Недра, 1987.
6. Кальницкий Я. Б, Филимонов А.Т. Самоходное погрузочное и доставочное оборудование на подземных рудниках. - М.: Недра, 1974.