

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 профессии среднего профессионального образования
21.02.17 «Подземная разработка месторождений подземных ископаемых»

квалификация: Горный техник-технолог

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 снижению 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 μ 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-транспортные 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

$$Q_9 = \frac{3600 V k_3 \gamma}{t_{\text{погр}} + t_{\text{ов}} + t_{\text{раз}}} \quad (1)$$

где V — вместимость грузонесущего органа (кузова или ковша), м^3 ; $t_{\text{погр}}$, $t_{\text{ов}}$, $t_{\text{раз}}$ — время соответственно загрузки грузонесущей емкости, движения машины от забоя до пункта разгрузки и обратно, разгрузки, с; k_3 — коэффициент заполнения ковша ($k_3 = 0,74 \div 0,8$).

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

$$t_{\text{погр}} = \xi t_{\text{ц}} k_{\text{ман}}$$

где $\xi = 1,15 \div 1,2$ — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на разборку негабарита в забое; $t_{\text{ц}} = 50$ с — время цикла черпания грузонесущим ковшом; $k_{\text{ман}} = 1,2$ — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на маневры машины в забое.

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

$$t_{\text{погр}} = \xi \frac{V_{\text{куз}} t_{\text{ц}}' k_{3, \kappa}}{V_{\kappa} k_3} k_{\text{ман}} \quad (2)$$

где $t_{\text{ц}}'$ — длительность цикла погрузки, с; $V_{\text{куз}}$ — вместимость кузова, м^3 ; $k_{3, \kappa}$ — 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)

$$t_{\text{ов}} = \frac{L}{k_{\text{с.х}}} (v_{\text{зр}}^{-1} + v_{\text{пор}}^{-1}) \quad (3)$$

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

Время разгрузки машины $t_{\text{раз}} = 15 \div 20$ с.

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

$$Q_9 = \frac{3600 V_{\kappa} k_3 \gamma}{\xi t_{\text{ц}} k_{\text{ман}} + \frac{L}{k_{\text{с.х}}} (v_{\text{зр}}^{-1} + v_{\text{пор}}^{-1}) + t_{\text{раз}}} \quad (4)$$

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

$$Q_9 = \frac{3600 V_{\text{куз}} k_{3, \kappa} \gamma}{\xi \frac{V_{\text{куз}} t_{\text{ц}}'}{V_{\kappa} k_3} k_{\text{ман}} + \frac{L}{k_{\text{с.х}}} (v_{\text{зр}}^{-1} + v_{\text{пор}}^{-1}) + t_{\text{раз}}} \quad (5)$$

Сменная эксплуатационная производительность (т)

$$Q_{\text{см}} = Q_9 T_{\text{см}} k_{\text{и}} \quad (6)$$

где $T_{см}$ — длительность смены, ч; $k_u = 0,7 \div 0,8$ — 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).

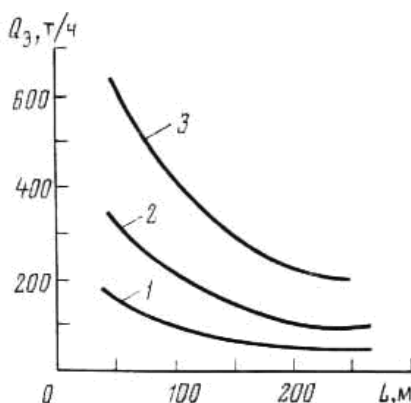


Рис. 1. График зависимости сменной производительности погрузочно-транспортной машины от длины транспортирования при грузоподъемности грузонесущего ковша: 1 — 4 т; 2 — 7,3 т; 3 — 12 т.

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

$$Q_{см} = \frac{60T_{см} V_{куз} k_z \gamma k_u}{t_p k_n} \quad (7)$$

где k_n — коэффициент неравномерности грузопотока (при отсутствии аккумулирующей емкости $k_n = 1,5$, при наличии — $k_n = 1,25$, при транспортировании горной массы из проходческого забоя $k_n = 2$); $k_u = 0,7 \div 0,8$ — коэффициент использования машины.

Продолжительность (мин) одного рейса транспортной машины

$$t_p = t_{ногр} + t_{ов} + t_{раз} + t_{м.з} + t_{м.р} + t_{разм} \quad (8)$$

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

$$t_{ногр} = \frac{V_{куз} k_{з.к} t_{ц} k_{ман} \xi}{60V_k k_z} \quad (9)$$

а в комплексе с погрузочной машиной непрерывного действия —

$$t_{ногр} = \frac{V_{куз} k_{з.к} \gamma}{Q_m} \quad (10)$$

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

В рудных шахтах для погрузки горной массы в автосамосвалы применяют погрузочные машины с нагребными 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

$$t_{\text{дв}} = \frac{60L}{k_{c.x}} (v_{\text{гр}}^{-1} + v_{\text{пор}}^{-1}) \quad (11)$$

Скорость (км/ч) движения в грузовом $v_{\text{гр}}$ и порожняковом $v_{\text{пор}}$ 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 $k_{c.x} = 0,6$; при $L > 0,3$ км $k_{c.x} = 0,75$.

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

Продолжительность (мин) маневров в забое $t_{\text{м.з.}}$ и у мест разгрузки $t_{\text{м.р.}}$ 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

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

где $n_{\text{разм}}$ — число разминок; $t_1 = 2$ мин — продолжительность ожидания на разминке.

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.

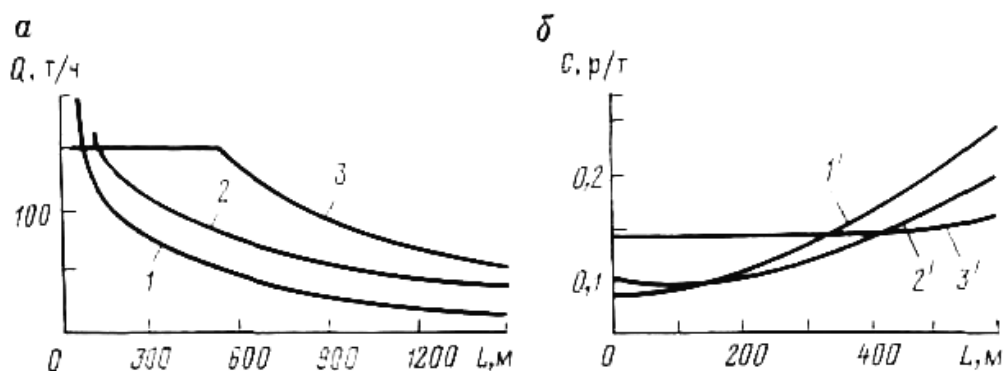


Рис. 2. Графики зависимости: *a* — производительности комплекса машин от расстояния доставки; *б* — себестоимости погрузки и доставки 1 т руды от состава комплекса и расстояния доставки; 1 и 1' — погрузочно-транспортная машина ПТ-5А; 2 и 2' — погрузочная машина ПНБ-3 с одним автосамосвалом типа МоАЗ; 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 $1 \div 3,8 \text{ м}^3$, 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

$$n = Q_1 / Q_{cm} \quad (13)$$

где Q_1 — сменная производительность участка, т.

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

$$n_{ин} = k_p \sum n \quad (14)$$

где $\sum n$ — общее число однотипных транспортных машин, работающих на всех участках; k_p — инвентарный коэффициент, учитывающий число машин в резерве и ремонте, принимаемый в зависимости от режима работы транспорта и категорий транспортных выработок. При двухсменном режиме работ $k_p = 1,25 \div 1,3$ при трехсменном — $k_p = 1,4 \div 1,5$ (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)

$$L_{cm} = \frac{Q_1}{Q_{cm}} (L_{cp} + L_{nop}) k_x \quad (15)$$

где $k_x = 1,1 \div 1,25$ — 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

$$F = (G + G_0) g (\omega_0 \pm i + \omega_{kp} + 108a) + W_B, \quad (16)$$

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; $\omega_{кр} = (0,05 \div 0,08)$ 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; $a = 0,44 \div 0,5$ м/с² — ускорение трогания.

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

$$F_{\max} = 1000P_{cy}\psi \quad (17)$$

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

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

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

Т а б л и ц а 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:

$$F_{\max} = \frac{3600N}{v} \eta_m \eta_k \quad (19)$$

где N — мощность двигателя машины, кВт; v — скорость автомобиля, км/ч; $\eta_m = 0,72 \div 0,75$ — КПД гидромеханической трансмиссии; $\eta_k = 0,95$ — КПД колеса.

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

$$v = \frac{3600N}{F} \eta_m \eta_k \quad (20)$$

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

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

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_p , силы тяги F и скорости движения v автосамосвала (рис. 3).

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 уклона 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. Протоdjаконова 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.

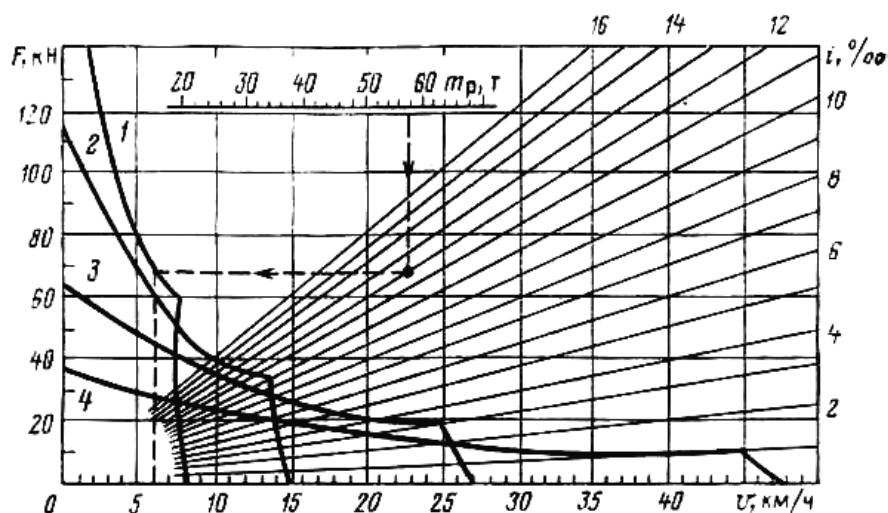


Рис. 3 Номограмма для определения предельного уклона, преодолеваемого при трогании на подъем, в зависимости от силы тяги, суммарной рабочей массы и скорости движения автосамосвалов

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.

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

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 ($v_k = 0$):

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

где $k_{ин}$ — коэффициент инерции вращающихся масс для машин с гидромеханической передачей (в режиме движения с грузом $k_{ин} = 1,03 \div 1,01$, в режиме движения порожняком $k_{ин} = 1,085 \div 1,07$); v_n — 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 $t_p = 0,5 \div 0,6$ с:

$$L_n = L_m + L_{p.в}$$

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

$$L_{p.в} = \frac{v_n}{3,6} t_p$$

Таким образом, полная длина тормозного пути (м),

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

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 $\gamma = 2,5$ т/м³.

Исходные данные: длина доставки от забоя до рудоспуска $L = 220$ м; средние скорости движения по квершлагу и штреку — $v_{zp} = 8$ км/ч (2,2 м/с), $v_{нор} = 12$ км/ч (3,3 м/с); вместимость ковша машины $V_k = 2,5$ м³; коэффициент заполнения ковша $k_3 = 0,8$; длительность стены $T_{см} = 6$ ч.

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

время погрузки ковша

$$t_{ногр} = \zeta t_{ц} \cdot k_{ман} = 1,15 \cdot 50 \cdot 1,2 = 69 \text{ с.}$$

время движения машины

$$t_{об} = \frac{L}{k_{с.х}} \left(\frac{1}{v_{zp}} + \frac{1}{v_{нор}} \right) = \frac{220}{0,6} \left(\frac{1}{2,2} + \frac{1}{3,3} \right) = 275 \text{ с;}$$

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

часовая производительность [см. формулу (5.1)]

$$Q_s = \frac{3600 \cdot 2,5 \cdot 0,8 \cdot 2,5}{69 + 275 + 15} = 50 \text{ м/ч}$$

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

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

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 $\beta = 6^\circ$).

Исходные данные: мощность двигателя автосамосвала $N = 140$ кВт; паспортная грузоподъемность $G = 22$ т; действительная грузоподъемность с учетом коэффициента загрузки $k_z = 0,9$, $G = 20$ т; масса машины $G_0 = 19,5$ т; ускорение $a = 0$; $\omega_{кр} = 0$; основное удельное сопротивление по уклону с укатанным щебеночным покрытием $\omega_0 = 40$ Н/кН; сопротивление воздуха не учитывается, т. е. $W_g = 0$.

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)]

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

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

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

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

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

Задачи и упражнения

1. Определите сменную эксплуатационную производительность погрузочно-транспортной машины с ковшем и кузовом типа ПТ-4 для доставки руды плотностью $\gamma = 2$ т/м³. 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 нагребными лапами типа ПНБ-3Д2. Плотность транспортируемой руды $\gamma = 2,2$ т/м³, 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 (см. приложение 1).

Контрольная работа должна быть выполнена в установленные учебным графиком сроки. Работа выполняется на компьютере, стандартный шрифт №12 (Times New Roman). **Перед каждым ответом пишется текст вопроса.** Ответы должны быть краткими, но полностью охватывать конкретное существо 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.

Если у студента возникают вопросы, то необходимо обратиться к преподавателю за консультацией по телефону или по электронной почте

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. Назовите основные преимущества и области применения погрузочно-транспортных машин с электрическим приводом.
3. Назовите 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. Назовите основные преимущества и области применения погрузочно-транспортных машин с электрическим приводом.
8. Назовите 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. Дайте классификацию самоходных погрузочно-транспортных и транспортных машин.
12. Перечислите основные комплексы самоходных машин для очистных и подготовительных работ.
13. Начертите схему погрузочно-транспортной машины и укажите основные сборочные единицы.
14. Перечислите основные мероприятия по снижению токсичности отработавших газов.

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

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 контрольной работы

Номера вариант ов	Номера вопросов	Номера п/п	Фамилия, имя, отчество
01	1,12,15	01	Аскараков Тимур Анатольевич
02	2,10,11	02	Белов Федор Викторович
03	3,12, 6	03	Бурнаков Денис Георгиевич
04	4, 8,15	04	Вересовой Иван Александрович
05	5, 7,14	05	Галянов Александр Валентинович
06	6, 9, 11	06	Дубровин Кирилл Евгеньевич
07	7, 15, 9	07	Керин Алексей Сергеевич
08	8, 6, 4	08	Кунучаков Валентин Олегович
09	9, 7, 4	09	Кученов Александр Васильевич
10	10, 8, 2	10	Ложкин Роман Андреевич
11	11, 9, 3	11	Мазеин Александр Александрович
12	12, 3, 5	12	Овчаренко Игорь Сергеевич
13	13, 3, 8	13	Решетников Денис Львович
14	14, 2, 7	14	Сагалаков Алексей Викторович
15	15, 8, 6	15	Сердцев Владислав Владимирович
16	9, 4, 8	16	Хохлов Виталий Михайлович

Литература

1. Пухов Ю. С. Рудничный транспорт: Учеб. — М.: Недра, 1983.
2. Пухов Ю. С. Транспортные машины: Учеб. — М.: Недра, 1987.З.
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.