

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Блинова Светлана Павловна
Должность: Директор колледжа
Дата подписания: 25.06.2026 16:51:41
Уникальный программный ключ:
0314c6dbf971f61282da74d9ff82f8c859276729

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярье государственный университет им. Н.М. Федоровского»
Политехнический колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
МДК «Горные машины и комплексы»**

для специальности:

21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых


Методические указания для студентов по проведению лабораторно-практических работ МДК «Горные машины и комплексы» по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО Заполярный государственный университет им. Н.М.Федоровского

Разработчик: Иванова Н.А.- преподаватель высшей категории

Рассмотрены на заседании цикловой комиссии общетехнических дисциплин

Председатель комиссии:

 Н.А. Максименко

Утверждены методическим советом Политехнического колледжа ФГБОУ ВО Заполярный государственный университет им. Н.М.Федоровского

Протокол заседания методического совета № 5 от «22» 04 2028 г.

Зам. директора по УМР

 Е.В. Горпинченко

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Конструкция и принцип работы ручного перфоратора ПП-63	6
Конструкция и принцип работы телескопного перфоратора ПТ-48	14
Конструкция и принцип действия податчиков	21
Расчет пневматических перфораторов.....	25
Расчет самоходных машин	32
Расчет сил сопротивления движению	34
Список используемых источников.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий предназначены для студентов, обучающихся по специальности 21.02.17 Подземная разработка месторождений полезных ископаемых для МДК «Горные машины и комплексы».

Целью лабораторно-практических работ является закрепление студентами полученных теоретических знаний МДК.

При проведении работ студенты должны приобрести знания, умения и навыки в области теории, конструкции, расчета и эксплуатации горных машин.

Практические занятия проводятся с применением плакатов, схем, действующих моделей, чертежей, отдельных узлов горных машин и других технических средств, расположенных на планшетах в лаборатории 102 «Горные машины и комплексы»

Методические указания разработаны с учетом применения практических навыков в будущей профессиональной деятельности студентов.

Объем некоторых практических работ рассчитан на несколько занятий. Это позволяет тщательнее проработать полученные знания при изучении МДК «Горные машины и комплексы».

По окончании работы студенты должны составить письменный отчет, в котором представляют: наименование работы и ее цель; описание работы и выводы.

Специалист по горным работам должен обладать **общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ОК01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

Специалист по горным работам должен обладать **профессиональными компетенциями**, соответствующими видам деятельности, а именно:

ПК 1.1 Разрабатывать и интерпретировать техническую и технологическую документацию на ведение горных и взрывных работ

ПК 1.2. Организовывать и контролировать выполнение горно-подготовительных и вспомогательных работ при подземной добыче полезных ископаемых.

ПК 1.3 Организовывать и контролировать выполнение работ на стационарных подземных установках, подземных самоходных машинах и буровых установках.

ПК 1.4. Организовывать и контролировать выполнение взрывных работ на подземных горных предприятиях.

Лабораторная работа №1

Конструкция и принцип работы ручного перфоратора ПП-63

Цель работы. Изучить конструкцию перфоратора ПП-63 и получить навыки в управлении.

Теоретические основы выполнения работы. Перфоратор ПП-63 является тяжелым ручным буровым молотком и предназначен для бурения шпуров в породах выше средней крепости и крепких с рук или с легких поддерживающих колонок при проведении горизонтальных выработок, а также при проходке стволов шахт.

Перфоратором можно бурить шпуров диаметром до 56 мм на глубину до 4 м.

Устройство перфоратора: конструкция перфоратора показана на планшете №1. Технические характеристики указаны в таблице 1.1

Перфоратор состоит из трех основных частей сборочных единиц: ствола 6, цилиндра 1 и задней головки 14, весьма плотно соединенных между собой стяжными болтами 16 с гайками и контргайками 19.

Таблица 1.1 - Техническая характеристика перфоратора ПП-63

Расход сжатого воздуха, м ³ /с	0,058
Расход воды, л/мин	4,0
Число ударов в минуту	до 2000
Диаметр поршня, мм	75
Ход поршня, мм	43
Масса поршня, кг	2,25
Работа удара, Дж	63
Крутящий момент, н/м	15
Мощность, Вт	1900
Сечение и длина хвостовика буровой штанги, мм	шестигранник, 25×108
Масса перфоратора, кг	33

Ствол и цилиндр. Рабочая часть цилиндра 1 ограничивается с передней стороны направляющей втулкой 2, а с задней – кромкой воздухораспределительной коробки 3. Головка поршня 4 перемещается внутри рабочей части цилиндра, а шток поршня движется внутри направляющей втулки. На конце имеется восемь продольных канавок (шлиц), которые заходят в соответствующие выступы разъемной поворотной буксы 5. Передняя и задняя части поворотной буксы соединяются кулачками.

В задней части поворотной буксы имеется шестигранное отверстие, в которое вставляется хвостовик бура. Поворотная букса размещается внутри корпуса ствола 6. Снаружи на стволе устанавливается откидной буродержатель 7, назначение которого - поддерживать бур во время работы и захватывать его при извлечении из шпура. Буродержатель цапфами вставляется в проушины болтов 8, которые устанавливаются в отверстиях выступа ствола. На концы болтов надеваются пружины 9 и навинчиваются гайки 10. Назначение пружин -

восприятие и гашение толчков и ударов, которые передаются буродержателю при работе бура.

В задней части цилиндра 1 устанавливается воздухораспределительная золотниковая коробка 3 и храповая букса 20. Золотниковая коробка служит для правильного распределения и своевременной подачи сжатого воздуха в цилиндре перфоратора.

Храповая букса состоит из храпового кольца 1 и четырех собачек 2 с пружинами 5 (рисунок 1.1). Храповое колесо вставляется в выточку цилиндра, а собачки с пружинами - в головку геликоидального стержня 3.

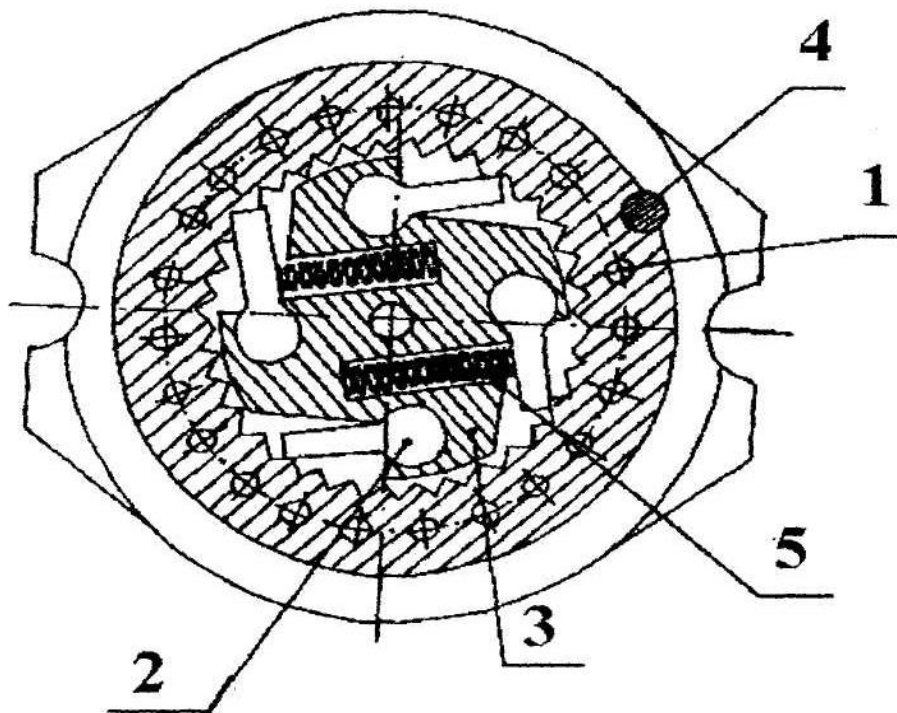


Рисунок 1.1 - Храповая букса перфоратора ПП-63

При помощи пружинки собачки постоянно прижимаются к зубцам храпового кольца, расположенным на его внутренней стороне. Точное положение золотниковой коробки и храповой буксы фиксируется общим контрольным штифтом 4. При помощи геликоидального стержня 11 и гайки 12 (планшет №1), ввинченной в головку поршня, храповая букса связана с поршнем 4. На штоке геликоидального стержня имеется шесть спиральных канавок (шлиц), посредством которых он постоянно сцепляется с гайкой, имеющей такие же спиральные канавки. В выступе верхней части цилиндра имеется выхлопной канал, покрытый сверху глушителем шума 13, который может поворачиваться относительно оси канала для отвода от бурильщика выхлопной струи.

Задняя головка. К задней торцевой поверхности цилиндра примыкает задняя головка 14, в которой размещается впускной кран 15, устройство для подвода промывочной воды, крепление водяной трубки 16 и виброгасящее устройство 21 (см. планшет №1).

При помощи впускного дроссельного крана производится впуск и регулирование подачи сжатого воздуха в воздухораспределительную коробку перфоратора. Конструкция крана приведена на рисунке 1.2.

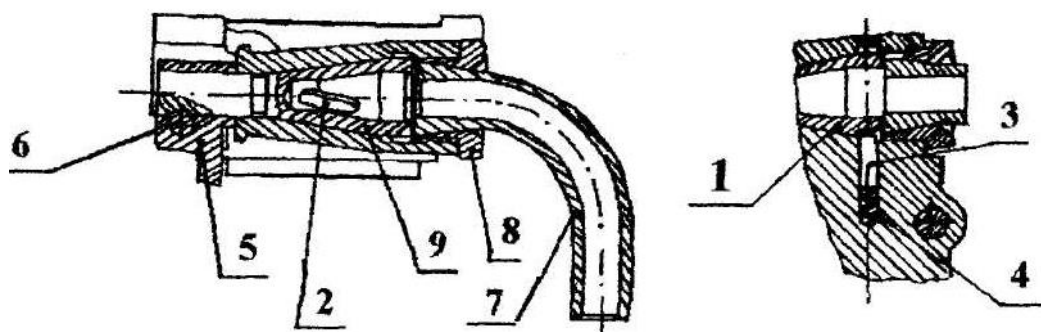


Рисунок 1.2 - Впускной кран перфоратора ПП-63

Кран 1 представляет собой пустотелую коническую пробку, вставленную в коническую выточку задней головки. Коническая форма крана дает возможность обеспечить лучшую плотность между сопряженными поверхностями. Для впуска воздуха в цилиндр перфоратора на конической части крана имеется одно большое продолговатое отверстие 2. Кран имеет четыре фиксированных положения, в каждом из которых он удерживается плунжером 3 с пружиной 4. В первом положении воздух подается по специальному дополнительному каналу 17 (см. планшет № 1) в канал бура для интенсивной продувки шпура. Во втором положении сжатый воздух в перфоратор не подается. В третьем положении крана сжатый воздух в цилиндр попадает в меньшем количестве из-за того, что отверстие в кране открыто не полностью. При этом положении производится забуривание. В четвертом положении кран открыт полностью, и перфоратор работает на полную мощность. Поворачивание крана осуществляется ручкой 5, закрепленной стопором 6. Сжатый воздух подводится к впускному крану по воздушному колену 7. На внутреннем конце этого колена имеется коническая поверхность, которая вставляется в коническую выточку ниппеля 8. Необходимая плотность в кране достигается тщательно обработанными коническими поверхностями, которые в процессе работы самоуплотняются сжатым воздухом. Воздух, поступивший в полость впускного крана, производит давление по оси крана и на торцевую поверхность колена 7. Благодаря этому конические поверхности этих деталей прижимаются к своим гнездам.

Устройство для подвода промывочной воды к задней головке перфоратора (рисунок 1.3) расположено с той же стороны, что и подвод сжатого воздуха, - с левой стороны перфоратора. Это устройство состоит из водяного колена 1, имеющего на своем конце буртик, в который упирается торец ниппеля 2. При помощи резьбы ниппель закрепляют трубку в головке перфоратора, и прижимает конец трубки к резиновому уплотнительному кольцу 3. Фильтр 4 (латунная сетка) предохраняет перфоратор от засорения.

Крепление водяной трубки 1 (рисунок 1.4) расположено в центральной части задней головки по оси перфоратора. В резьбовое отверстие задней головки ввернут держатель 7, который с помощью седла 5, резинового кольца 4 и буртика трубки зажимает ее и создает необходимое уплотнение против попадания воды внутрь перфоратора. Для прохождения воды в головке имеется коль-

цевая проточка 2, в задней части держателя – два наклонных отверстия 6 диаметром 2 мм. Отверстия 6 соединяются с центральным каналом 1 диаметром 5 мм, в котором находится конец водяной трубки 3.

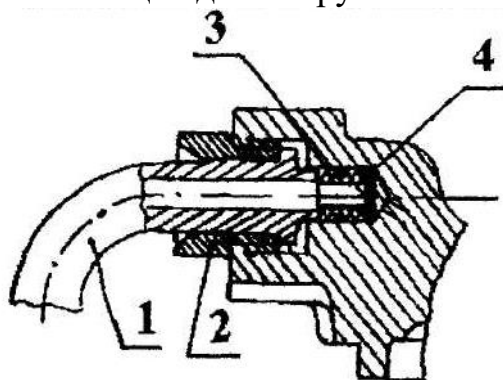


Рисунок 1.3 - Подвод промывочной воды к перфоратору ПП-63

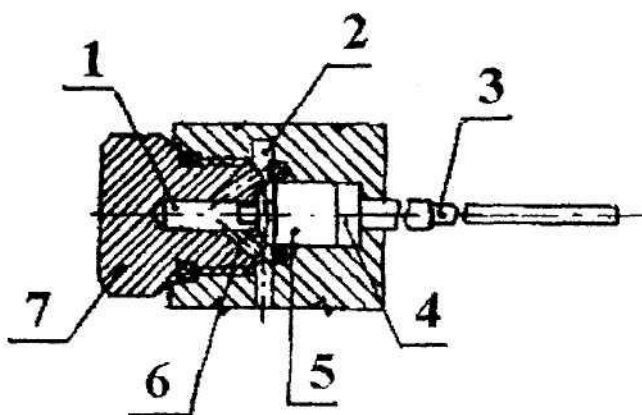


Рисунок 1.4 - Крепление водяной трубки перфоратора ПП-63

В задней головке расположено также блокировочное устройство, обеспечивающее автоматическое включение и отключение воды при пуске и остановке перфоратора. Оно представляет собой клапан, который открывает подачу воды только при третьем и четвертом положениях крана, т.е. при забуривании и бурении на полную мощность.

Для поддержания перфоратора при работе и гашении вибрации он закрепляется на виброгасящем устройстве 21 (планшет №1). Последнее представляет собой раму, сваренную из труб и связанную с корпусом перфоратора виброгасящими пружинами 22. Для закрепления перфоратора на пневмоподдержке служит кронштейн 23. Усилие от пневмоподдержки или от рукоятки 24 передается перфоратору через пружины.

Работа механизмов перфоратора

Для осуществления ударно-поворотного движения поршня перфоратор ПП-63 имеет два взаимно связанных между собой механизма: ударный, основанный на принципе воздушной поршневой машины, и поворотный, производящий автоматическое поворачивание бурового инструмента.

Ударный механизм. В момент начала рабочего хода поршень 1 и золотник 2 занимают крайнее заднее положение (рисунок 1.5). Сжатый воздух из сети поступает в канал 3 крана, откуда по кольцевому зазору 4 в задней головке,

зазорам 5 в храповом механизме и отверстиям 6 идет в заднюю полость цилиндра 7 и давит на поршень. Поршень под действием сжатого воздуха перемещается вперед, совершая рабочий ход. Воздух из передней полости цилиндра вытесняется поршнем через выхлопное отверстие 8 в атмосферу. При движении вперед поршень в некоторый момент времени задней кромкой открывает входное отверстие в канал 9 и сжатый воздух из задней полости цилиндра по этому каналу устремляется в кольцевое пространство золотниковой коробки. Под давлением сжатого воздуха, действующего на кольцевой уступ, золотник перебрасывается вперед, прекращая поступление сжатого воздуха в цилиндр. В это время поршень, продолжая перемещаться вперед, проходит выхлопное отверстие 8 и наносит удар по хвостовику бура. На этом рабочий ход поршня заканчивается.

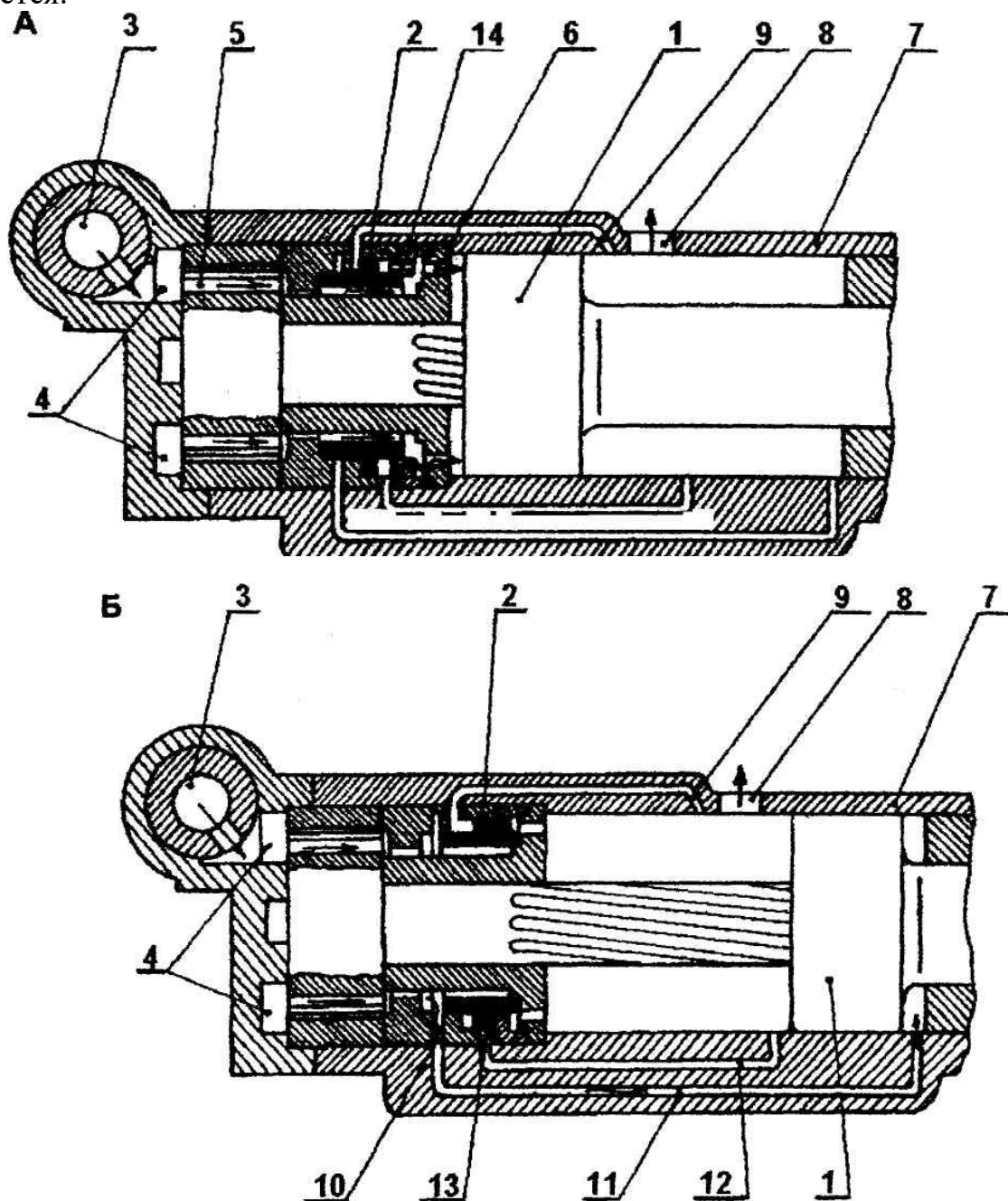


Рисунок 1.5 - Схема работы ударного механизма перфоратора ПП-63

В момент начала холостого хода поршень и золотник занимают крайнее переднее положение. Сжатый воздух из магистрали по каналу 3, кольцевому зазору 4, зазорам 5, по радиальным проточкам 10 и каналу 11 поступает в переднюю полость цилиндра. Под действием сжатого воздуха поршень перемещается назад, совершая холостой ход. Отработанный воздух из задней полости цилиндра вытесняется поршнем в атмосферу через выхлопное отверстие 8. После того как поршень откроет входное отверстие в канал 12, сжатый воздух из передней полости цилиндра по этому каналу устремляется в кольцевое пространство 13 золотниковой коробки и давит на кольцевой уступ золотника справа. Золотник под действием сжатого воздуха перебрасывается в крайнее левое положение. Поршень под действием воздушной подушки, образовавшейся в задней полости цилиндра, после перекрытия выхлопного отверстия 8 останавливается, не доходя до золотниковой коробки, после чего цикл повторяется. Отверстие 14 диаметром 0,6-1,0 мм, предназначено для пуска молотка в случае, когда золотник почему-либо оказался в крайнем переднем, а поршень в крайнем заднем положении. Кроме того, оно исключает образование воздушной подушки, препятствующей переброске золотника вправо.

Поворотный механизм. В перфораторах применяется механический способ поворота бура, осуществляемый автоматически от поршня. Поворотный механизм представляет собой три взаимно действующих устройства:

- постоянно сцепляющуюся спиральную пару - гайку и стержень;
- храповую буксу;
- постоянно сцепляющиеся между собой поршень и поворотную буксу.

Работа поворотного механизма происходит следующим образом.

Когда поршень совершает рабочий ход, спиральная гайка поворачивает спиральный стержень на некоторый угол, величина которого зависит от шага спиральных канавок. В это время собачки храповой буксы попеременно соскакивают с зубцов храпового кольца, не препятствуя поворачиванию стержня (рисунок 1.1).

При обратном холостом ходе спиральная гайка не может поворачивать спиральный стержень, так как собачки упираются в зубцы храпового кольца. Стержень остается неподвижным, поэтому гайка, двигаясь по спиральным канавкам стержня, поворачивается вокруг своей оси и заставляет поворачиваться поршень. Вместе с поршнем поворачивается бур, поскольку поворотная букса сцеплена при помощи шлиц со штоком поршня.

Смазка перфоратора

Для обеспечения непрерывной смазки перфоратора во время его работы применяют автоматические фильтр-масленки. Смазка осуществляется путем подачи масла вместе с поступающим из автомасленки сжатым воздухом.

Фильтр-масленка состоит из сварного цилиндрического резервуара 1 (рисунок 1.6) емкостью 0,1 – 0,5 л, который заполняется маслом через пробку 8. По внутреннему каналу резервуара сжатый воздух поступает в перфоратор. Масленка подсоединяется к перфоратору с помощью гайки 4, а на ниппель 7 надевается воздушный рукав.

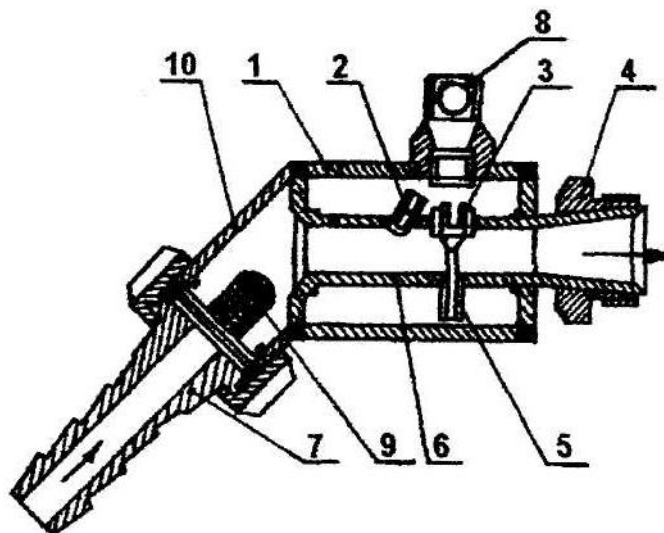


Рисунок 1.6 - Автоматический фильтр-масленка

В средней части масленки имеется отверстие для заливки масла, через которое производится также регулировка подачи масла в перфоратор с помощью регулировочной иглы 3. Внутри патрубку 10 находится сетка 9 воздушного фильтра, которая задерживает частицы размером более 0,7 мм. Подходя к патрубку 6, сжатый воздух через калиброванное отверстие 3 попадает в полость масленки и выдавливает масло через отверстие 5, перекрываемое регулировочной иглой 3, в полость с меньшим давлением. Выдавливаемое масло подхватывается воздушным потоком и поступает в перфоратор.

Необходимая степень смазки проверяется по "маслянистости" отработанного воздуха. При хорошей смазке воздух оставляет маслянистое пятно на поднесенной к выхлопу бумаге.

Разборка и сборка перфоратора

Разборка перфоратора ПП-63 должна производиться в следующем порядке:

1. Отсоединить от перфоратора шланг водяной промывки: для этого отвинтить ниппель от задней головки, а затем острым наконечником вытащить резиновое кольцо и фильтр.
2. Отсоединить воздушное колено, отсоединить ниппель.
3. Отсоединить цилиндр перфоратора от ствола и задней головки – отвинтить гайки, вывести стяжные болты из перфоратора, снять виброгасящее устройство.
4. Вынуть из цилиндра храповую буксу, спиральный стержень, золотниковую коробку и установочный штифт.
5. Вынуть из головки спирального стержня собачки и пружинки.
6. Разобрать золотниковую коробку – вынуть направляющую из корпуса, вытолкнуть из корпуса крышку и снять золотник.
7. Вытолкнуть из цилиндра поршень.
8. Так как направляющая втулка запрессована в цилиндр, то при переборках перфоратора она остается на месте.
9. Отсоединить водяную трубку от задней головки.

10. Разработать впускной уран – отвернуть гайку стопора, снять ручку впускного крана, вытолкнуть впускной кран из своего гнезда и вытащить плунжер с пружиной.

11. Отвернуть гайку блокирующего устройства.

12. Вынуть из ствола поворотную буксу.

13. Разобрать буродержатель.

Сборка перфоратора производится в обратном порядке.

Порядок выполнения работы. После изучения теоретических основ выполнения работы студенты в лабораторных условиях разбирают ручной перфоратор, изучают его конструкцию, затем собирают. После сборки студенты оформляют отчет в письменной форме, в котором описывают конструктивные особенности ПП-63 с зарисовкой отдельных узлов перфоратора.

Литература: [1, с. 49 – 52]

Лабораторная работа №2

Конструкция и принцип работы телескопного перфоратора ПТ-48

Цель работы. Изучить конструкцию перфоратора ПТ-48 и получить навыки в управлении.

Теоретические основы выполнения работы. Перфоратор ПТ-48 является тяжелым ручным буровым молотком и предназначен для бурения восстающих шпуров в породах выше средней крепости и крепких

Перфоратором можно бурить шпуры и скважины диаметром до 85 мм на глубину до 15 метров.

Таблица 2.1 - Техническая характеристика перфоратора ПП-63

Расход сжатого воздуха, м ³ /с	0,075
Расход воды, л/мин	5,0
Число ударов в минуту	до 2800
Диаметр поршня, мм	100
Ход поршня, мм	38
Масса поршня, кг	3,17
Работа удара, Дж	80
Крутящий момент, н/м	26
Мощность, Вт	3680
Сечение и длина хвостовика буровой штанги, мм	шестигранник, 25×108
Масс перфоратора, кг	48

Устройство перфоратора: конструкция перфоратора показана на планшете №2. Технические характеристики указаны в таблице 2.1.

Перфоратор ПТ-48 состоит из четырех основных частей (узлов): ствола, цилиндра, задней головки и телескопного устройства, соединенных между собой стяжными болтами 54 с колпачковыми гайками 55.

По конструктивному устройству перфоратора ПТ-48 отличается от перфоратора ПП-63 только отдельными деталями и устройством для подвода воздуха и воды.

Ствол и цилиндр. В цилиндре 9, рабочая длина которого определена с передней стороны направляющей втулкой, а с задней – крышкой воздухораспределительной коробки 17, движется поршень 5. В головку поршня ввернута спиральная гайка 7, в спиральные шлицы которой заходит спиральный стержень 8, имеющий такие же спиральные шлицы. Продольными прямыми шлицами, выфрезерованными на концах штока, поршень заходит в такие же шлицы поворотной буксы 2. На другом конце в поворотную буксу ввернута гранбукса 1, а внутри находится боек 3. Вместе с гранбуксой и бойком поворотная букса поворачивается внутри ствола 4.

В задней части цилиндра устанавливается воздухораспределительная клапанная коробка и храповая букса. Устройство храповой буксы аналогично устройству храповой буксы перфоратора ПП-63 (рисунок 2.1).

На левой и правой сторонах цилиндра имеются два выступа. В левом выступе располагается выхлопной канал с одиннадцатью отверстиями диаметром 9 мм для выпуска отработанного воздуха. В полости правого выступа закреплена рукоятка 10 перфоратора с расположенным внутри ее разгрузочным клапаном (планшет № 2).

Рукоятка служит для поддержания перфоратора во время бурения, а разгрузочный клапан - для уменьшения усилия и скорости подачи перфоратора путем выпуска в атмосферу сжатого воздуха из телескопа, то есть для разгрузки последнего.

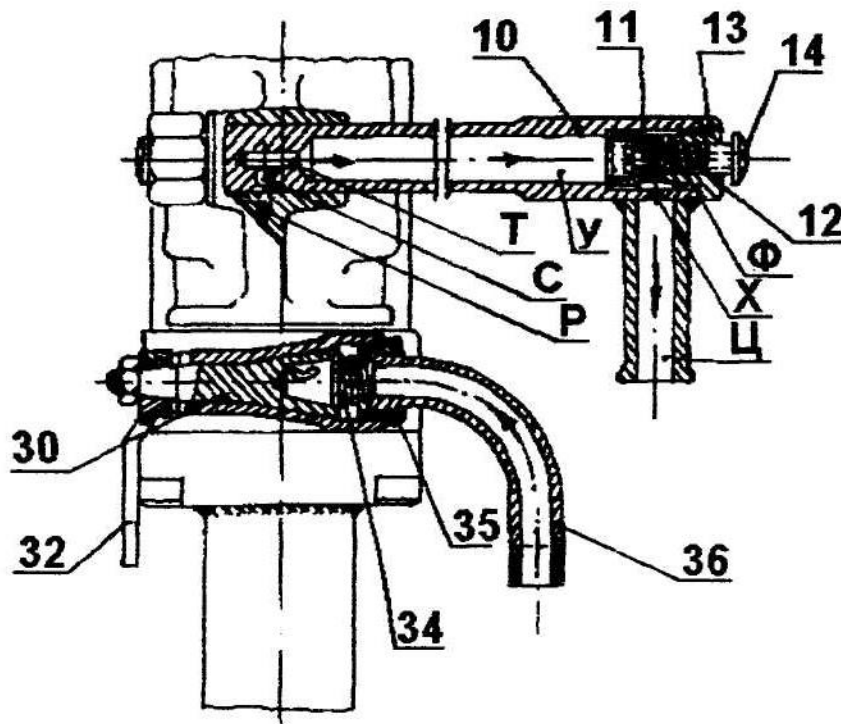


Рисунок 2.1 - Устройство разгрузочного клапана перфоратора ПТ-48

Внутри корпуса рукоятки 10 просверлен продольный канал, в резьбовой конец которого ввернут корпус 13 клапана 11. Клапан представляет собой винт, головка которого опирается на гнездо в корпусе 13, а стержень ввернут в кнопку 14. Под действием пружины 12 клапан постоянно прижат к своему гнезду.

Задняя головка. В задней головке перфоратора ПТ-48 размещен воздухоподводящее и водоподводящее устройства перфоратора, а также крепление водяной и воздушной трубок 27 и 28 (планшет № 2).

Воздухоподводящее устройство (рисунок 2.1) расположено со стороны разгрузочного клапана, а водоподводящее - с противоположной стороны. Основными деталями воздухоподводящего устройства являются воздушное колено 36 с ниппелем 35 и впускной кран 30 с ручкой 32. Ниппель служит для крепления колена к задней головке при помощи наружной резьбы и внутренней конической выточки. Кран имеет пустотелую коническую поверхность, рабочая наружная поверхность которой для лучшей плотности прилегания шлифуется, а затем притирается к соответствующей поверхности в полости задней головки. Внутрь конической части подводится сжатый воздух. Через большое продолго-

ватое отверстие А воздух может подаваться в воздухораспределительную коробку, а через отверстие А₁ (рисунок 2.2) диаметром 3 мм и выточку А₂ - в телескопное устройство.

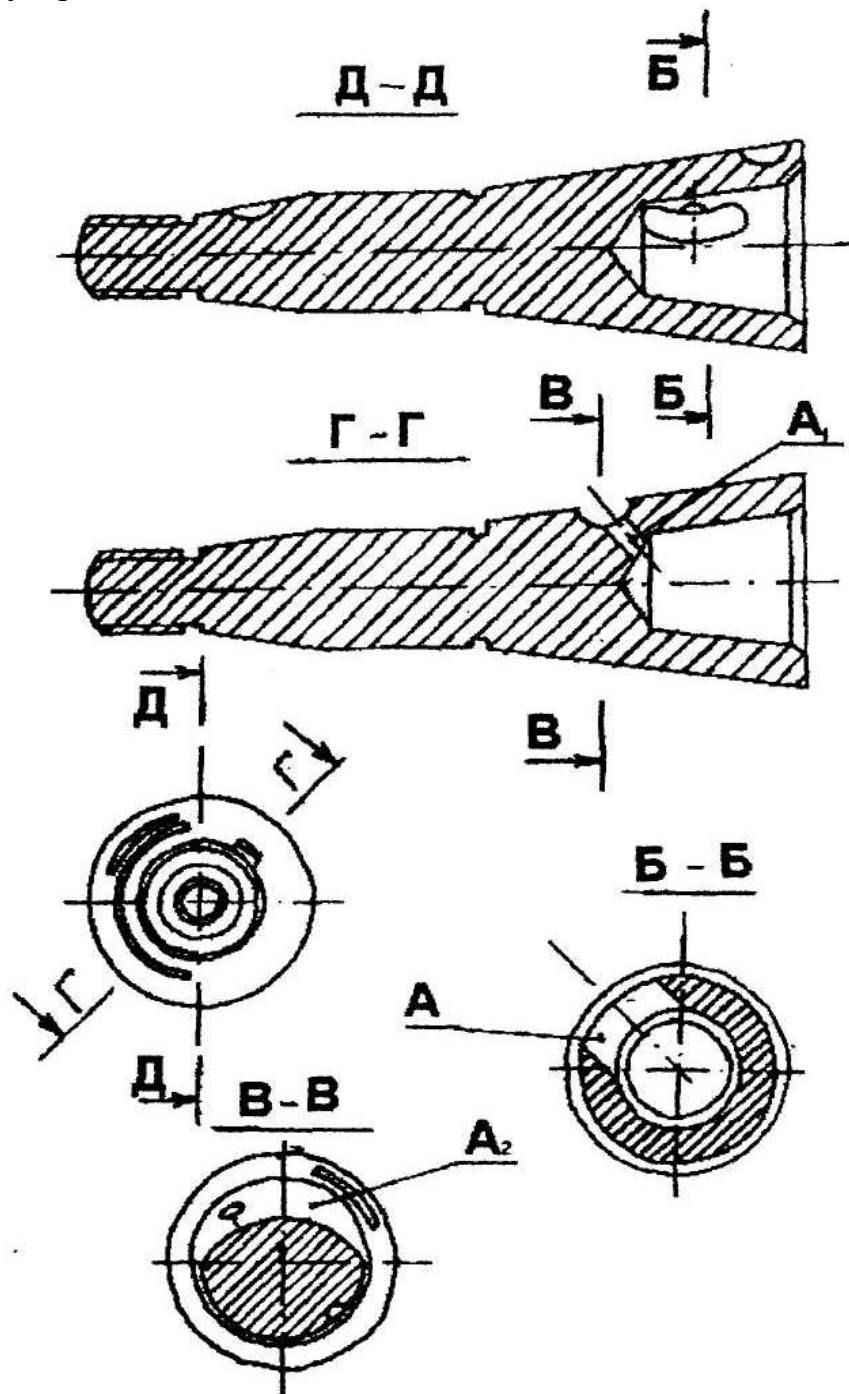


Рисунок 2.2 - Впускной кран перфоратора ПТ-48

Коническая пружина 34 (рисунок 2.1) и давление сжатого воздуха прижимают конические поверхности впускного крана и колена, тем самым создавая надлежащую плотность. Ручкой 32 кран можно поворачивать в то или иное фиксированное положение.

Конструкция водоподводящего устройства (рисунок 2.3) состоит из корпуса 37, ввинченного в заднюю головку перфоратора, фильтра 38, уплотни-

тельного резинового кольца 39 и водяного колена 41, закрепляемого гайкой-ниппелем 40.

У перфоратора ПТ-48 водяная трубка 27 находится внутри воздушной трубки 28. Закрепление и уплотнение этих трубок в задней головке перфоратора производится при помощи выступающей части коллектора 25 и резинового уплотняющего кольца 29. Усилием стяжных болтов 54 (см. планшет № 2) кольцо 29 сжимается, и буртик водяной трубки прижимается к выточке задней головки, а буртик воздушной трубки - к выточке коллектора, таким образом создавая необходимое уплотнение между буртиками трубок.

Телескоп. Телескопное устройство (планшет №2) состоит из цилиндра 50 (труба диаметром 100 мм), к верхней части которого приварен фланец 53, а к нижней части - втулка 51. При помощи фланца и стяжных болтов 54 телескоп присоединяется к задней головке перфоратора.

Внутри цилиндра находится шток телескопа, состоящий из трубы 49 с приваренными к ней головкой 48 и пятой 52. На головку штока надевается поршень, состоящий из двух кожаных манжетов 47, двух направляющих колец 46 и двух промежуточных колец 45. Поршень закрепляется гайкой 42 и шпилькой 44. Чтобы удержать шток в верхнем (сжатом) положении, на гайку надевают пружинящий замок 43, который входит в выточку задней головки и запирает шток.

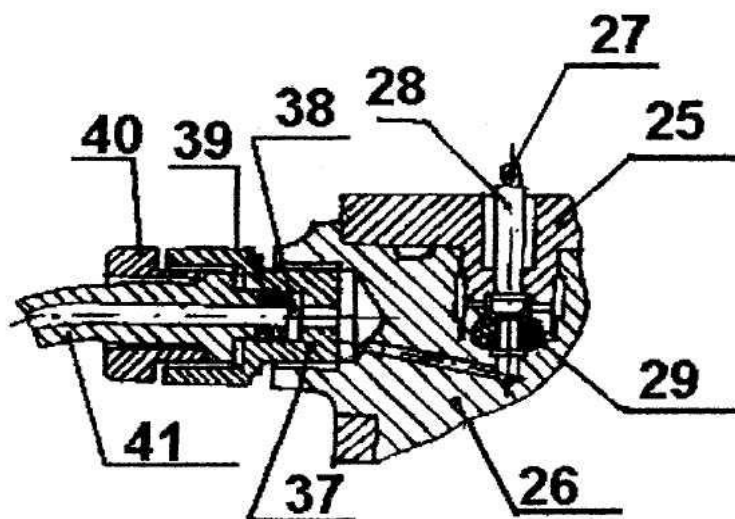


Рисунок 2.3 - Водоподводящее устройство перфоратора ПТ-48

Работа механизмов перфоратора: перфоратор ПТ-48 имеет ударный механизм, поворотный механизм и механизм подачи (телескоп).

Ударный механизм. В момент начала рабочего хода клапан и поршень занимают крайнее заднее положение (рисунок 2.4). Сжатый воздух из сети поступает в пусковой кран, затем по каналам и отверстиям 3 идет в кольцевое пространство 4 клапанной коробки 5, отсюда по кольцевым зазорам поступает в заднюю полость цилиндра 6 и, действуя на поршень 7, толкает его вперед. Воздух из передней полости цилиндра через выхлопные отверстия 8 вытесняется в атмосферу.

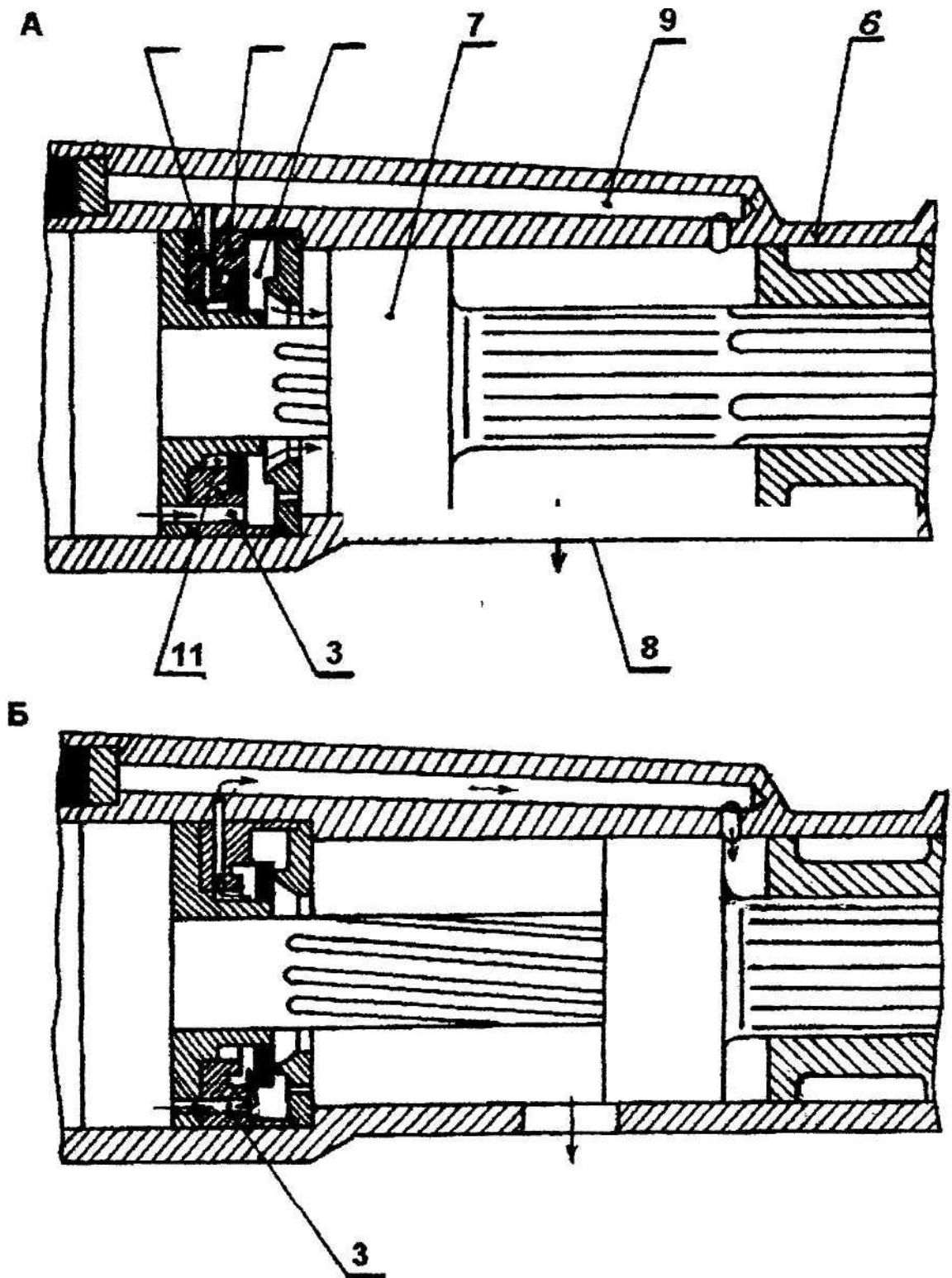


Рисунок 2.4 - Схема работы ударного механизма перфоратора ПТ-48

Совершая рабочий ход, поршень в некоторый момент времени перекрывает выхлопные отверстия 8 и воздух, находящийся в передней полости цилиндра, сжимается, вследствие чего давление в каналах 9, 10 и кольцевом пространстве 11 клапанной коробки повышается. В момент, когда поршень задней кромкой открывает выхлопные отверстия 8, давление в задней полости цилиндра резко падает. Клапан под действием более высокого давления слева пере-

брасывается в правое положение. Поршень в этот момент наносит штоком удар по хвостовику бура. На этом рабочий ход заканчивается.

В момент начала холостого хода клапан, и поршень находятся в крайнем переднем положении. Сжатый воздух поступает в кольцевое пространство 4 клапанной коробки, затем по зазору между задней торцевой площадкой клапана и корпусом клапанной коробки - в кольцевое пространство 11, откуда по каналам 10 и 9 - в переднюю полость цилиндра и давит на поршень справа налево. Поршень под действием сжатого воздуха совершает обратный ход.

Отработанный воздух из задней полости цилиндра через выхлопные отверстия 8 вытесняется поршнем в атмосферу.

В некоторый момент поршень при обратном ходе перекрывает задней кромкой выхлопные отверстия 8, и воздух, оставшийся в задней полости цилиндра, не имея выхода в атмосферу, сжимается: давление быстро возрастает - образуется воздушная подушка. В следующий момент поршень открывает передней кромкой выхлопные отверстия 8, вследствие чего давление в передней полости цилиндра, каналах 9 и 10 и кольцевом пространстве 11 клапанной коробки резко падает. Клапан под действием давления справа перебрасывается в левое положение, а поршень под действием противодействия воздушной подушки в это время останавливается. Затем цикл повторяется.

Во время обратного хода поршень при помощи поворотного механизма совершает свое поворотное движение. Работа поворотного механизма перфоратора ПТ-48 ничем не отличается от таковой в перфораторе ПП-63.

Механизм подачи. Когда ручка 32 впускного крана будет поставлена в рабочее положение, сжатый воздух по впускному каналу Л в задней головке (рисунок 2.5), поступая в выточку задней головки перфоратора, своим давлением преодолет усилие замка 43, начнет давить на поршень штока, и телескоп придет в движение.

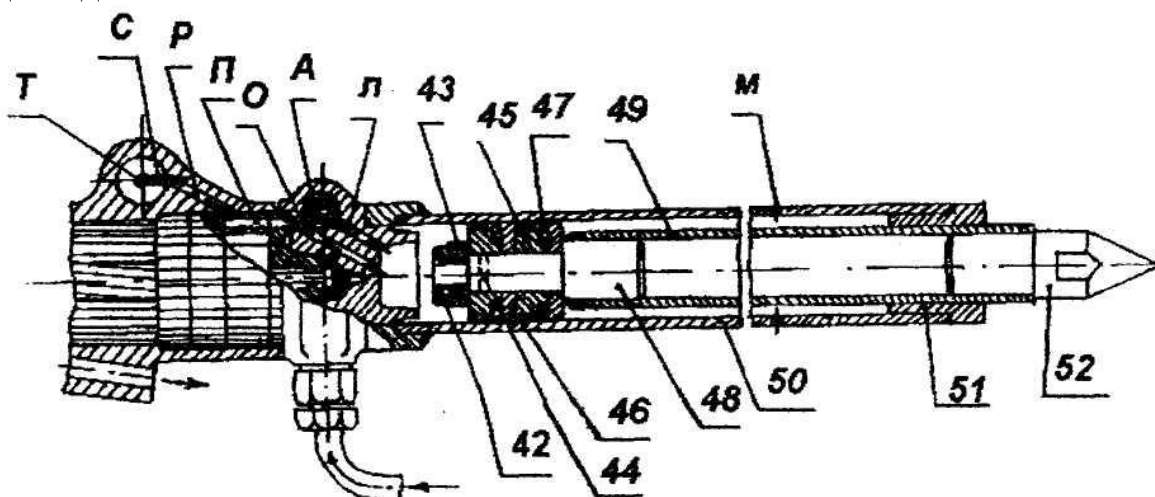


Рисунок 2.5 - Механизм подачи сжатого воздуха перфоратора ПТ-48

Так как пята 52 телескопа упирается в почву забоя, то шток телескопа вместе с поршнем остается неподвижным, а цилиндр 50 будет выдвигаться. Во время движения втулка 51 цилиндра скользит по трубе штока 49, а внутренняя поверхность цилиндра - по манжетам 47. Вместе с цилиндром телескопа будет

перемещаться вперед и перфоратор с буром до тех пор, пока выпускные отверстия М цилиндра не поднимутся выше верхнего манжета 47. После этого подача телескопа и перфоратора прекратится, так как воздух будет выходить из цилиндра наружу.

Для уменьшения подачи телескопа (обычно при забурировании) необходимо соединить цилиндр телескопа с наружным воздухом путем нажатия на кнопку 14 разгрузочного клапана (рисунок 2.1). Тогда сжатый воздух по выпускному каналу О (рисунок 2.5), П, Р, С, Т поступит в полость У корпуса рукоятки 10 (рисунок 2.1) и, пройдя камеру Ф в корпусе 13 разгрузочного клапана, канал Ц рукоятки, будет выходить наружу.

Смазка перфоратора производится с помощью фильтр-масленки, которая закрепляется на самом перфораторе и присоединяется к воздушному колену.

Разборка перфоратора ПТ-48 аналогична разборке перфоратора ПП-63.

Порядок выполнения работы. После ознакомления с теоретическими основами выполнения работы студенты в лабораторных условиях разбирают телескопный перфоратор, изучают его конструкцию, затем его собирают. По окончании работы студенты оформляют отчет в письменной форме с описанием конструктивных особенностей ПТ-48 и зарисовкой отдельных узлов.

Литература: [1, с. 57 – 59]

Лабораторная работа №3

Конструкция и принцип действия податчиков

Цель работы. Изучить конструкцию и принцип действия винтового автоподатчика ПП-3 и пневматической поддержки Тип 1.

Теоретические основы выполнения работы. Податчики предназначены для перемещения перфораторов на забой и отвода от забоя после окончания бурения. С помощью податчиков обеспечивается также осевое усилие подачи на забой.

Пневматический автоподатчик ПП-3: пневматический автоподатчик ПП-3 выпускается в комплекте с колонковым перфоратором ПК-50.

Таблица 3.1 - Техническая характеристика автоподатчика ПП-3

Усилие подачи, н	9800
Тип пневмодвигателя	пластинчатый
Мощность пневмодвигателя, Вт	92
Длина, мм	
общая	1560
подачи	1000
Масса, кг	47

Условия пневмоподатчика. Технические характеристики указаны в таблице 3.1. Пневмоподатчик ПП-3 состоит из пневмодвигателя 1 (планшет №5), редуктора 2 с ходовым винтом 5, ходовой гайки 4, салазок 8 и станины 7 с пятой 6 для закрепления на распорной колонке. Перфоратор связан с ходовым винтом гайкой 4, предварительно закрепленной на перфораторе.

Пневмодвигатель 1 пластичного типа (рисунок 3.1) состоит из корпуса 9 м крышками. В корпусе эксцентрично размещен ротор 10. Ротор посажен на вал-шестерню. В пазы ротора вставлены шесть текстолитовых пластинок 11. Сжатый воздух подводится по шлангу к пусковому крану 12. Рукоятка пускового крана фиксирует в трех положениях. При положении крана (рисунок 3.1,а) воздух из крана по каналу 13 проходит в нижнюю полость корпуса и по дуговой канавке 14 в пространство под пластинками и давит на них, выжимая тем самым пластинки из пазов. Давлением сжатого воздуха на пластины 11 создается крутящий момент на роторе, который поворачивается против часовой стрелки. Отработанный воздух через выхлопное отверстие 15 выходит в атмосферу.

При положении крана (рисунок 3.1, б) воздух к пневмодвигателю не подается.

При положении крана (рисунок 3.1, в) воздух поступает в верхнюю часть корпуса, ротор получает вращение по часовой стрелке.

В крышках размещены подшипники для крепления вала ротора.

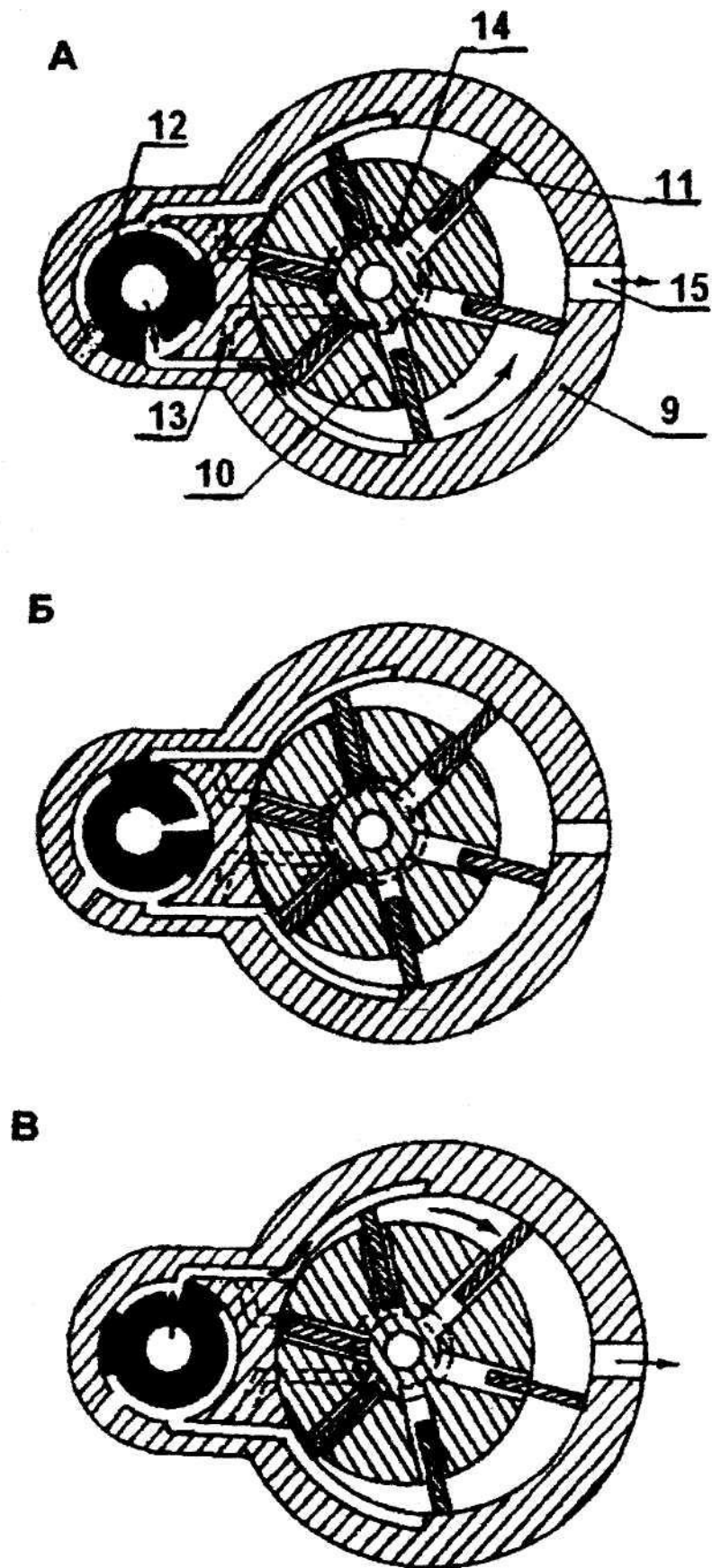


Рисунок 3.1 - (а, б, в) Схема работы пневматического податчика ПП-3

Вращение от двигателя передается на планетарный редуктор податчика (рисунок 3.2). Редуктор состоит из корпуса 16 с зубчатым венцом 17 внутрен-

него зацепления, солнечной шестерни 18 и трех сателлитов 19. Солнечная шестерня 18 находится в зацеплении с тремя сателлитами 19 и приводит эти шестерни во вращение вокруг собственных осей 20. Одновременно сателлиты находятся в зацеплении с неподвижным зубчатым венцом 17 внутреннего зацепления. Сателлиты, вращаясь вокруг собственных осей, вынуждены обкатываться по этому зубчатому венцу и тем самым совершать движение как вокруг собственных осей, так и вокруг центральной оси, проходящей через вал, на котором крепиться ротор.

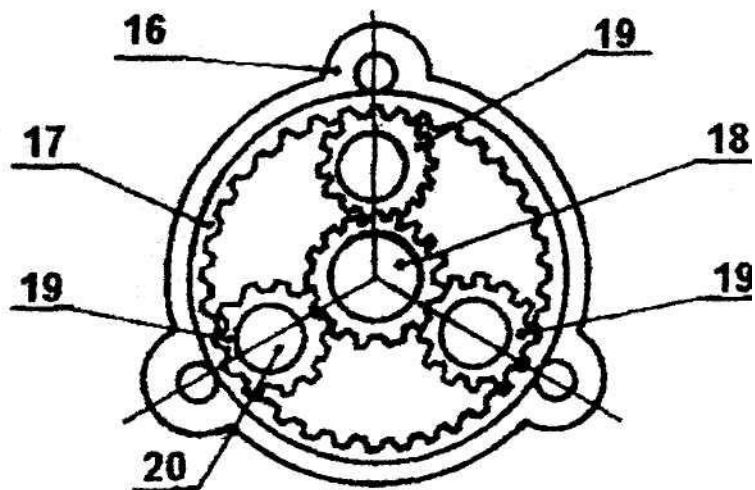


Рисунок 3.2 - Планетный редуктор податчика

Вращательное движение сателлитов 19 вокруг центральной оси передается водилу, которое соединяется с ходовым винтом с помощью шпонки.

Ходовой винт с одной стороны свободно вращается во втулке, а с другой стороны опирается на корпус редуктора. Для смягчения удара перфоратора при его обратном ходе предусмотрена буферная пружина 3. Пружина также служит амортизатором, частично воспринимающим вибрацию перфоратора во время работы.

Смазка редуктора производится через отверстие в корпусе пневмодвигателя. Ходовой винт, подшипники и направляющие смазываются из ручной масленки перед пуском податчика в работу.

Принцип работы податчика. Поворотом рукоятки крана включается подача воздуха в пневмодвигатель, который при помощи редуктора приводит во вращение ходовой винт.

Благодаря вращению ходового винта ходовая гайка совершает поступательное движение вдоль его оси, перемещая укрепленный на ней колонковый перфоратор по салазкам вперед или назад в зависимости от направления вращения двигателя. Скорость вращения пневмодвигателя, а следовательно, и усилие подачи регулируются путем дросселирования впуска сжатого воздуха краном с рукояткой. Поворотом же этой рукоятки в ту или иную сторону изменяется направление подачи перфоратора.

Разборка и сборка податчика. Разработка пневматического автоподатчика ПП-3 должна производиться в следующем порядке:

1. Отсоединить от податчика патрубков подачи сжатого воздуха.

2. Снять рукоятку крана.
3. Отвинтить гайки и вывести стяжные болты.
4. Отсоединить двигатель от редуктора.
5. Вынуть ротор с пластинками из статора.
6. Из корпуса редуктора извлечь сателлиты, водило.
7. Снять буферную пружину.
8. Вынуть винт и свинтить с него гайку.

Сборка автоподатчика производится в обратном порядке.

Пневматическая поддержка Тип 1: пневмоподдержка Тип 1 предназначена для крепления и подачи ручных перфораторов. Небольшая масса и простота конструкции делают пневмоподдержку распространенной при проведении выработок различного сечения.

Таблица 3.2 - Техническая характеристика пневмоподдержки Тип 1

Ход поршня, мм	800
Подъемное усилие, н	1750
Высота, мм	
наименьшая	1500
наибольшая	2300
Масса, кг	17

Устройство пневмоподдержки: пневмоподдержка Тип 1 состоит из цилиндра 1 (планшет №5), штока 2, поршня 3, пяты 4, регулятора давления 5, рукоятки для переноски 6, рукава для подвода сжатого воздуха, головки 8 для крепления перфоратора.

Принцип работы пневмоподдержки: сжатый воздух по рукаву 2 подается к пневмоподдержке. Управление пневмоподдержкой производится при помощи регулятора 5. При поступлении сжатого воздуха в поршневую полость цилиндра начинается выдвижение поршня 3 со штоком 2. Но поскольку шток пятой 4 упирается в почву, то будет производиться подача цилиндра 1 вверх. При подаче сжатого воздуха в штоковую полость цилиндра начинается движение поршня со штоком в обратную сторону, т.е. цилиндр опускается вниз.

Для быстрого сброса воздуха из цилиндра существует кнопка, расположенная рядом с регулятором давления.

При наклонной установке пневмоподдержки подъемная сила цилиндра будет преодолевать вес перфоратора, частично осуществлять его подачу и воспринимать отдачу при бурении.

Разборка и сборка пневмоподдержки: разборка пневматической поддержки Тип 1 должна производиться в следующем порядке:

1. Отсоединить от пневмоподдержки рукав сжатого воздуха.
2. Снять рукоятку регулятора и вынуть кран.
3. Отвинтить стопорную гайку и снять головку крепления перфоратора.
4. Отвинтить нижнюю гайку и извлечь шток с поршнем.

Порядок выполнения работы. После изучения теоретических основ выполнения работы, студенты в лабораторных условиях изучают конструкцию автоподатчика и пневмоподдержки. Затем оформляют отчет в письменной форме.

Литература: [1, с. 79 – 87]

Практическая работа №4

Расчет пневматических перфораторов

Цель работы.

1. Закрепить знания студентов, полученные при изучении конструкции и принципа действия пневматических перфораторов.

2. Получить навыки выбора и расчета пневматических перфораторов для конкретных горно-геологических условий.

Исходные данные для расчета. Расчетное задание содержит 52 варианта (таблица 4.1) и выдается студентам после изучения темы «Перфораторы». Номер варианта задания равен номеру по списку в журнале.

Таблица 4.1 - Варианты заданий

Номер задания	Глубина шпура (м)	Диаметр шпура (мм)	Сопротивление породы при объемном сжатии (МПа)	Напряжение на скалывание (МПа)	Давление сжатого воздуха (МПа)	Направление под углом к горизонту (град)
1.	0,7	32	0,8 (f=8)	0,48	0,51	0
2.	1,2	40	0,8 (f=8)	0,44	0,53	5
3.	3,1	40	0,6 (f=6)	0,36	0,5	10
4.	0,7	36	1,0 (f=10)	0,6	0,4	90
5.	1,1	52	1,0 (f=10)	0,62	0,41	85
6.	5,0	65	1,8 (f=18)	1,08	0,43	4
7.	8,0	65	0,7 (f=7)	0,42	0,42	0
8.	0,8	36	1,0 (f=10)	0,66	0,44	9
9.	1,4	43	1,0 (f=10)	0,59	0,48	11
10.	2,8	43	0,8 (f=8)	0,43	0,45	3
11.	1,1	40	1,2 (f=12)	0,72	0,47	90
12.	1,5	55	1,2 (f=12)	0,74	0,49	75
13.	4,5	60	1,9 (f=19)	1,014	0,46	5
14.	9,0	40	0,9 (f=9)	0,54	0,5	13
15.	1,0	40	1,2 (f=12)	0,78	0,52	10
16.	1,6	45	1,2 (f=12)	0,8	0,4	8
17.	2,5	45	0,8 (f=8)	0,5	0,42	0
18.	1,5	36	1,4 (f=14)	0,84	0,41	78
19.	1,9	60	1,4 (f=14)	0,86	0,44	84
20.	8,0	55	1,2 (f=12)	0,74	0,6	20
21.	6,0	43	0,8 (f=8)	0,5	0,43	15
22.	1,8	46	1,4 (f=14)	0,86	0,45	10
23.	2,2	46	1,2 (f=12)	0,75	0,48	8

Продолжение таблицы 4.1

24.	1,9	40	1,6 (f=16)	0,96	0,47	85
25.	2,3	65	1,6 (f=16)	0,98	0,49	90
26.	7,0	52	1,2 (f=12)	0,71	0,51	45
27.	5,0	45	0,7 (f=7)	0,4	0,5	30
28.	2,0	40	0,7 (f=7)	0,44	0,4	0
29.	2,0	40	1,4 (f=14)	0,88	0,42	4
30.	2,3	36	1,7 (f=17)	1,02	0,44	77
31.	1,9	70	1,8 (f=18)	1,10	0,41	84
32.	6,0	55	1,5 (f=15)	0,90	0,43	50
33.	4,5	46	0,6 (f=6)	0,36	0,42	32
34.	2,2	43	0,9 (f=9)	0,54	0,45	8
35.	1,8	43	1,6 (f=16)	0,94	0,48	10
36.	1,9	40	1,1 (f=11)	0,66	0,50	76
37.	1,5	70	1,3 (f=13)	0,78	0,52	80
38.	7,5	60	1,1 (f=11)	0,68	0,49	40
39.	5,5	50	0,5 (f=5)	0,3	0,51	25
40.	2,5	45	1,1 (f=11)	0,58	0,48	5
41.	1,6	45	1,8 (f=18)	1,05	0,46	9
42.	6,5	65	1,3 (f=13)	0,80	0,50	38
43.	7,0	52	1,0 (f=10)	0,65	0,49	20
44.	2,8	46	1,3 (f=13)	0,72	0,47	0
45.	5,5	65	1,1 (f=11)	0,64	0,45	55
46.	11,0	55	0,9 (f=9)	0,55	0,48	50
47.	12,0	60	0,8 (f=8)	0,45	0,46	60
48.	10,0	45	0,6 (f=6)	0,32	0,44	45
49.	2,4	55	1,2 (f=12)	0,56	0,43	5
50.	1,6	36	1,5 (f=15)	0,86	0,52	15
51.	2,0	60	1,6 (f=16)	0,91	0,50	22
52.	8,5	55	1,1 (f=11)	0,62	0,48	25

Порядок расчета

1. Выбрать по исходным данным перфоратор, пользуясь таблицей 4.2 .
2. Определить технические характеристики перфоратора по таблице 4.3.
3. Выбрать буровую штангу и коронку и определить их общую массу по таблицам 4.4 и 4.5.
4. Произвести расчет перфоратора и основных параметров бурения.

Масса цельного бура определяется по формуле:

$$M = M_1 + M_2, \text{ кг}, \quad (4.1)$$

где M_1 – масса буровой штанги, кг;

M_2 – масса буровой коронки, кг.

Масса составного бура определяется по формуле:

$$M = L \times M_1 + M_2, \text{ кг}, \quad (4.2)$$

где L – длина бура (равна глубине скважины), м;
 M_1 – масса 1 погонного метра буровой стали, кг;
 M_2 – масса буровой коронки, кг.

Таблица 4.2 - Области преимущественного использования перфораторов

Типоразмер перфоратора	Диаметр бурения (мм)	Глубина бурения (м)	Коэффициент крепости (f)	Область применения
ПП-36	32-40	<2	12	Бурение горизонтальных и наклонных шпуров при дроблении негабарита, вспомогательных работах и др.
ПП-54	40-46	<4	14	Бурение горизонтальных и наклонных шпуров с пневмоподдержки при проходе горных выработок.
ПП-63	40-46	<5	20	Бурение горизонтальных и наклонных шпуров с пневмоподдержки, а также нисходящих шпуров с рук.
ПТ-38	36-48	<4	17	Бурение восстающих шпуров.
ПТ-48	52-85	<15	20	Бурение восстающих скважин.
ПК-50	40-65	<12 <8 <5	<10 11-15 >16	Бурение шпуров и скважин в любом направлении.

Таблица 4.3 - Технические характеристики перфораторов

Параметры	ПП-36	ПП-54	ПП-63	ПТ-38	ПТ-48	ПК-50
1. Диаметр поршня, мм	72	85	75	76	100	90
2. Диаметр штока поршня, мм	42	42	42	42	50	50
3. Ход поршня, мм	43	43	43	39	38	75
4. Масса поршня, кг	1,52	2,43	2,25	1,8	3,17	4,06
5. Средний диаметр стержня, мм	21	21	21	18	21	30
6. Шаг винтовой линии на стержне, мм	755	755	755	753	753	960
7. Угол подъема винтовой линии, град	85	85	85	85	85	86
8. Масса перфоратора, кг	24	31,5	33	38	48	50
9. Рекомендуемые пневмоподдержки	Тип 1	Тип 2	Тип 3	-	-	-
10. Ход телескопа, мм	-	-	-	650	650	-
11. Ход подачи автоподачика, мм	-	-	-	-	-	1000

Таблица 4.4 - Технические характеристики буровых штанг

Для ручных перфораторов				Для телескопных перфораторов			
Типоразмер штанг	Размер под ключ, (мм)	Длина штанги, (мм)	Масса, (кг)	Типоразмер штанг	Размер под ключ, (мм)	Длина штанги, (мм)	Масса, (кг)
573-0107	22	700	2,2	42-78-00	25	700	2,7
583-0108	22	800	3,2	42-78-01	25	1100	4,3
583-0110	25	1000	4,0	42-78-02	25	1500	5,9
583-0112	25	1200	4,8	42-78-03	25	1900	7,5
583-0114	25	1400	5,5	42-78-04	25	2300	9,0
583-0118	22	1800	7,1				
583-0120	22	2000	7,9				
583-0122	25	2200	8,7				
583-0125	25	2500	9,9				
583-0128	25	2800	11,1				
583-0131	25	3100	12,3				

Для колонковых перфораторов	
Сталь круглая диаметром 28 мм	3,6
Сталь круглая диаметром 32 мм	5,8
Сталь круглая диаметром 38 мм	7,2

Таблица 4.5 - Технические характеристики буровых коронок

Типоразмер коронки	Наружный диаметр, (мм)	Начальный диаметр конуса, (мм)	Масса, (кг)	Типоразмер коронки	Наружный диаметр, (мм)	Начальный диаметр конуса, (мм)	Масса, (кг)
КПД32-19	32	19	0,25	БКР-45	45	25	0,84
КПД36-22	36	22	0,29	БКР-50	50	32	1,20
КПД40-22	40	22	0,49	БКР-55	55	32	1,24
КПД40-25	40	25	0,45	БКР-60	60	32	1,40
КПД40-25	40	25	0,48	БКР-65	65	32	1,69
КПД43-25	43	25	0,49	БКР-70	70	35	1,70
КПД43-25	43	25	0,56				
КПД52-25	52	25	0,61				
КПД36-22м	36	22	0,40				
КПД40-25м	40	25	0,50				
КПД40-22	40	22	0,43				
КПД40-25	40	25	0,43				
КПД43-25м	43	25	0,55				
КПД46-25	46	25	0,57				
КПД52-25	52	25	0,64				
БКПМ36-25	36	25	0,40				
БКПМ-36	36	22	0,42				
БКПМ-40	40	22	0,46				
БКПМ-40ф	40	25	0,48				
БКПМ-42км	42	25	0,55				
БКПМ43в	43	25	0,66				

Расчет пневматического перфоратора

При расчете пневматического перфоратора делаются следующие допущения:

1. Давление воздуха в цилиндре остается постоянным и равным среднему индикаторному давлению.
2. Вес движущихся частей и силы трения не учитываются.
3. Давление у входа в перфоратор считается постоянным.
4. Влияние увеличения веса бура с увеличением глубины шпура (скважины) на скорость отражения поршня не учитывается.

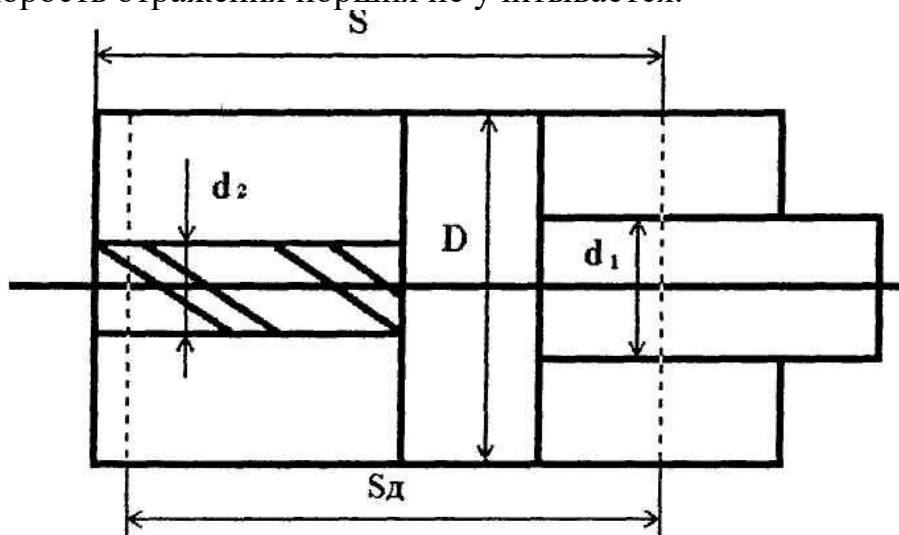


Рисунок 4.1

1. Сила, действующая на поршень перфоратора при рабочем ходе:

$$P_1 = \frac{\pi \times (D^2 - d_2^2)}{4} \times P_0 \times C_1; H, \quad (4.3)$$

где D – диаметр поршня, м;

d_2 – диаметр поворотного стержня, м;

P_0 – давление сжатого воздуха, Па;

C_1 – коэффициент, учитывающий конструкцию ВРУ.

Для клапанного ВРУ $C_1 = 0,52$, для золотникового ВРУ $C_1 = 0,62$.

2. Сила, действующая на поршень перфоратора при холостом ходе:

$$P_1 = \frac{\pi \times (D^2 - d_1^2)}{4} \times P_0 \times C_1; H, \quad (4.4)$$

где d_1 – диаметр штока поршня, м;

C_2 – коэффициент, учитывающий конструкцию ВРУ.

Для клапанного ВРУ $C_2 = 0,26$, для золотникового ВРУ $C_2 = 0,4$.

3. Ускорение поршня при рабочем ходе:

$$a_1 = \frac{P_1}{m_1}; \text{ м/с}^2, \quad (4.5)$$

где m_1 – масса поршня, кг.

4. Длительность рабочего хода:

$$T_1 = \sqrt{\frac{2 \times K_1 \times S}{a_1}}; \text{с}, \quad (4.6)$$

где K_1 – коэффициент потери хода поршня;
 S – теоретический ход поршня, м.

$$K_1 = 0,85 - 0,9 \quad (4.7)$$

5. Длительность холостого хода:

$$T_2 = K_2 \times T_1; \text{с},$$

где K_2 – коэффициент длительности холостого хода:

Для перфораторов с клапанным ВРУ $K_2 = 1,15$, для перфораторов с золотниковым ВРУ $K_2 = 1,0$.

6. Продолжительность цикла:

$$T = T_1 + T_2; \text{с} \quad (4.8)$$

7. Число ударов поршня:

$$n = \frac{1}{T}; \text{уд/с} \quad (4.9)$$

8. Энергия удара поршня:

$$A_1 = K_1 \times S \times P_1; \text{Дж} \quad (4.10)$$

9. Мощность перфоратора на поршене:

$$N_1 = A_1 \times n; \text{Вт} \quad (4.11)$$

10. КПД удара:

$$\eta = \frac{m_1 \times m_2 \times (1 + e)^2}{(m_1 + m_2)^2} \quad (4.12)$$

где e – коэффициент восстановления соударяющихся тел.

11. Мощность перфоратора на буре:

$$N_2 = N_1 \times \eta; \text{Вт} \quad (4.13)$$

12. Скорость поршня пред ударом:

$$V_1 = v_2 \times a_1 \times K_1 \times S; \text{м/с} \quad (4.14)$$

13. Крутящий момент на буре:

$$M = \frac{P_2 \times d_{2cp}}{2} \times \text{tg}(\alpha - \rho); \text{Н/м}, \quad (4.15)$$

где d_{2cp} – средний диаметр геликоидального стержня, м;

α – угол подъема нарезки геликоидального стержня, градус;

ρ – угол трения гайки стержень, градус.

14. Скорость вращения бура:

$$n_3 = \frac{\beta \times n}{360^\circ}; \text{об/с}, \quad (4.16)$$

где β – угол поворота бура после каждого удара, градус.

15. Угол поворота бура после каждого удара:

$$\beta = \frac{K_1 \times S}{H_1}; \text{градус}, \quad (4.17)$$

где H_1 – шаг нарезки геликоидального стержня, м.

16. Осевое усилие подачи перфоратора:

$$R = \frac{(2 \times K_2 + 1) \times P_1 - K_2^2 \times P_2}{(K_2 + 1)^2}; \text{Н} \quad (4.18)$$

17. Скорость бурения шпура:

$$V_2 = \frac{4 \times A_1 \times n}{\pi \times d_3^2 \times (\operatorname{tg} \gamma \gamma + f) \times G_1}; \text{ м/с}, \quad (4.19)$$

где d_3 – диаметр буровой коронки, м;
 γ – угол заострения буровой коронки, градус;
 f – коэффициент трения стали о породу;
 G_1 – напряжение на скалывание, Па.

18. Теоретическая глубина погружения лезвия коронки:

$$H_2 = \frac{V_2}{2 \times n_3}; \text{ м} \quad (4.20)$$

19. Осевая сила удара по коронке:

$$P = 2 \times d_3 \times H_2 \times G_0 \times (\operatorname{tg} \gamma/2 + f) \times K_3; \text{ Н}, \quad (4.21)$$

где G_0 – сопротивление породы при объемном сжатии, Па;
 K_3 – коэффициент, учитывающий влияние затупления корон.

20. Амплитуда колебания корпуса перфоратора:

$$S_0 = \frac{P_1 - R}{2 \times m_3} \times \left(1 + \frac{P_1 - R}{P_2 + R} \right) \times T_1^2, \quad (4.22)$$

где m_3 – масса перфоратора, кг;

21. Число ударов на один оборот бура:

$$n_0 = \frac{\pi \times d_3^2 \times (\operatorname{tg} \gamma \gamma + f)}{2 \times P_1} \times G_1; \text{ уд/об} \quad (4.23)$$

22. Расход воздуха перфоратором:

$$V = \left(\frac{\pi \times (D^2 - d_2^2)}{4} + \frac{\pi \times (D^2 - d_1^2)}{4} \right) \times K_1 \times S \times K_4 \times n \times K_5 \times \frac{P_0 + 98067}{P_3}; \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.24)$$

где K_4 – степень наполнения цилиндра перфоратора сжатым воздухом;
 $K_4 = 1,1 - 1,5$;
 K_5 – объемный коэффициент перфоратора;
 $K_5 = 1,1 - 1,15$ – для новых перфораторов;
 $K_5 = 1,3 - 1,5$ – для перфораторов бывших в употреблении.

Порядок выполнения работы. После изучения лекционного материала, студенты по исходным данным производят расчет и в письменной форме сдают отчет преподавателю.

Литература: [1, с. 71]

Практическая работа № 5

Расчет самоходных машин

Цель работы. Формирование у студентов навыков расчета производительности погрузо-доставочных машин с целью использования в дипломном проектировании.

Исходные данные для расчета

1. Техническая производительность (т/ч) ковшовой погрузочной машины или экскаватора:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600 \times V_{\text{к}} \times K_{\text{э}} \times \gamma}{t_{\text{ц}}}, \quad (5.1)$$

где $V_{\text{к}}$ – емкость ковша, м³;
 $K_{\text{э}} = 0,6 - 0,7$ – коэффициент экскавации горной массы;
 γ – плотность горной массы, т/м³;
 $t_{\text{ц}} = 50$ с – длительность цикла погрузки.

2. Сменная эксплуатационная производительность ковшовой погрузочной машины или экскаватора:

$$Q_{\text{см}} = \frac{3600 \times V \times K_{\text{н}} \times \gamma}{(t_{\text{поч.}} + t_{\text{дв.}} + t_{\text{раз.}}) \times K_{\text{р}}}, \quad (5.2)$$

где V – вместимость грузонесущего органа, кузова или ковша, м³;
 $K_{\text{н}} = 0,6 - 0,7$ – коэффициент наполнения ковша;
 γ – плотность горной массы, т/м³;
 $K_{\text{р}} = 1,15 - 1,60$ – коэффициент, разрыхления породы в ковше;
 $t_{\text{поч.}}$, $t_{\text{дв.}}$, $t_{\text{раз.}}$ – время соответственно погрузки грузонесущей емкости, движения машины от забоя до пункта разгрузки и обратно, а также время разгрузки, с.

Время погрузки (с) для машин с грузонесущим ковшом:

$$t_{\text{пог.}} = K t_{\text{ц}} \times K_{\text{ман}}, \quad (5.3)$$

где $K = 1,15 - 1,2$ – коэффициент, учитывающий время на разборку негабарита в забое;

$t_{\text{ц}} = 50$ с – время цикла черпания грузонесущим ковшом;

$t_{\text{ман.}} = 1,3$ – коэффициент, учитывающий время на маневры машины в забое.

Время погрузки (с) для машины с ковшом и грузонесущим кузовом:

$$t_{\text{поч.}} = \frac{K \times V_{\text{куз.}} \times t_{\text{ц}} \times K_{\text{з}} \times K_{\text{р}} \times K_{\text{ман.}}}{V_{\text{к}} \times K_{\text{н}}}, \quad (5.4)$$

где $V_{\text{куз.}}$ – объем кузова, м³;

$K_{\text{з.}} = 0,85 - 0,90$ – коэффициент заполнения кузова.

Время движения машины:

$$t = \frac{L}{K_{\text{с}}} \times \left(\frac{1}{V_{\text{гр.}}} + \frac{1}{V_{\text{пор.}}} \right), \quad (5.5)$$

где L – длина транспортирования, м;

$V_{\text{гр.}} = 1,8$ м/с – скорость груженой машины;

$V_{\text{пор.}} = 2,3$ м/с – коэффициент скорости движения.

Время разгрузки машины $t_{\text{раз.}} = 30 - 40$ с.

5. Полный путь торможения (м) самоходной машины:

$$L_{\text{п}} = L_{\text{рв.}} + L_{\text{т}}, \quad (5.6)$$

где $L_{\text{рв.}} = 0,278$ – путь, проделанный машиной за время реакции водителя, м;

$V_{\text{н}}, V_{\text{к}}$ – скорость движения в начале торможения, км/ч;

$L_{\text{т}}$ – собственно тормозной путь, м;

$$L_{\text{т}} = \frac{K_{\text{ин.}} \times V_{\text{н}}^2}{254 \times (\psi + w_0 \pm i)}, \quad (5.7)$$

где $K_{\text{ин}}$ – коэффициент инерции вращающихся масс, $K_{\text{ин}} = 1,03 - 1,01$ при движении порожняком, $K_{\text{ин.}} = 1,085 - 1,07$ при движении с грузом;

ψ – коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой, для чистой сухой забойной дороги $\psi = 0,6 - 0,7$, для мокрой грязной дороги $\psi = 0,4 - 0,5$;

$w_0 = 150 - 180$ – основное удельное сопротивление движения, кг/т, при незачищенной почве;

i – удельное сопротивление от уклона, кг/т при движении под уклон берется знак минус, при движении на подъем знак плюс.

Порядок выполнения работы. После изучения лекционного материала, студенты по исходным данным производят расчет и в письменной форме сдают отчет преподавателю.

Задача №1. Определить годовую производительность подземного экскаватора ЭП – 1, занятого на погрузке руды плотностью $4,2$ т/м³.

Задача №2. Определить годовую производительность самоходной машины КССМ – 6, занятой на перевозке руды плотностью $2,9$ т/м³ при длине транспортирования $10, 15, 20, \dots, 195, 200$ м.

Задача №3. Определить техническую производительность самоходной машины ПТ-4 (емкость ковша $0,2$ м³, емкость кузова $1,5$ м³), занятой на перевозке руды плотностью $3,5$ т/м³ на расстояние 50 метров.

Задача №4. Определить годовую производительность самоходной машины ПТ-6 (емкость ковша $0,5$ м³, емкость кузова $2,5$ м³), занятой на перевозке руды плотностью $2,7$ т/м³ на расстояние 40 метров.

Задача №5. Определить годовую производительность самоходной машины ЛФ-12, занятой на перевозке руды плотностью $2,5$ т/м³ на расстояние $10, 15, 20, \dots, 195, 200$ метров.

Задача №6. Определить полный тормозной путь самоходной машины, движущейся с грузом на подъем 65% по чистой сухой забойной дороге со скоростью 12 км/ч.

Задача №7. Определить полный тормозной путь самоходной машины, движущейся порожняком под уклон 50% по мокрой грязной забойной дороге со скоростью 17 км/ч.

Литература: [2, с. 87]

Практическая работа №6

Расчет сил сопротивления движению

Цель работы. Применение навыков расчета по теме: «Эксплуатация самоходных машин и для дальнейшего использования в дипломном проектировании».

Исходные данные для расчета

1. Основное сопротивление движению вагонетки (кг):

$$W = (G + G_0) \times w_0 \times \cos \beta, \quad (6.1)$$

где G – грузоподъемность вагонетки, т;

G_0 – собственный вес вагонетки, т;

w_0 – коэффициент основного сопротивления движению вагонетки.

кг/т;

$\cos \beta$ – угол наклона пути, град.

2. Дополнительное сопротивление движению вагонетки (кг) от продольной составляющей веса груза и машины на наклонных путях:

$$W_q = \pm(G + G_0) \times \sin \beta \quad (6.2)$$

Знак плюс принимается при движении вагонетки вверх, знак минус при движении вниз.

3. Суммарная сила сопротивления движению вагонетки (кг) на уклоне:

$$W = W_0 + W_q = (G + G_0) \times (w_0 \times \cos \beta \pm \sin \beta) \quad (6.3)$$

4. Суммарная сила сопротивления движению железнодорожного состава (кг):

$$W = Z \times (G + G_0) \times (w \pm i), \quad (6.4)$$

где Z – число вагонеток в составе;

i – уклон пути, ‰.

5. Сила тяги транспортной машины F (кг) развивается приводом, расходуется на преодоление сил сопротивления движению (кг) и направлена в противоположную сторону.

Порядок выполнения работ. После изучения лекционного материала студенты производят расчет и сдают преподавателю в письменной форме.

Задача №1. Определить основное сопротивление движению по горизонтальным путям грузовой и порожней трехтонных вагонеток. Собственный вес вагонетки 1550 кг, коэффициент основного сопротивления движению грузовой вагонетки 5 кг/т, порожней – 7 кг/т.

Задача №2. Используя данные задачи №1, определить силу тяги, необходимую для движения грузовой трехтонной вагонетки по уклону $\beta=5\%$ с постоянной скоростью.

Задача №3. Используя данные задачи №1, определить силу тяги, необходимую для движения состава из 15 грузовой трехтонных вагонеток по прямой выработке вверх по уклону $i = 4\%$ с постоянной скоростью.

Задача №4. Определить угол наклона пути, при котором сопротивление движения грузовой вагонетки под уклон равно сопротивлению движения порожней вагонетки на уклон. Принять $w_{огр.} \approx w_{пор.} \approx w_0$.

Задача №5. Определить силу тяги при движении на подъем порожнего состава из 20 трехтонных вагонеток, если $i=5\%$, $v = \text{const}$.

Литература: [2, с. 92]

Список используемых источников

- 1 Михайлов Ю.И., Кантович Л.И. «Горные машины и комплексы». М.: «Недра», 2015г.
- 2 Пухов Ю.С. «Рудничный транспорт». М.: «Недра», 2015г.
- 3 Татаренко А.М., Максецкий И.П. «Рудничный транспорт». М.: «Недра», 2018г.