

Министерство образования и науки Российской Федерации
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

**А.Д. Кольга, Б.М. Габбасов,
А.И. Курочкин, С.В. Подболотов**

**ГОРНАЯ МАШИНА:
БУРОВОЙ СТАНОК НКР-100М**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве практикума*

Магнитогорск
2017

УДК 622.232.7; 622:658.512.22.011.56(075)

Рецензенты:

Доцент кафедры «Горная механика»
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»,
г. Екатеринбург, кандидат технических наук

А.В. Долганов

Главный специалист по механической и горно-строительной части
ЗАО «Проекты и Технологии/Уральский Регион», г. Североуральск

А.А. Бичурин

Горная машина: буровой станок НКР-100М: практикум /
А.Д. Кольга, Б.М. Габбасов, А.И. Курочкин, С.В. Подболотов. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 51 с.

Практикум содержит описание лабораторных работ и практического занятия, составленных в соответствии с рабочей программой дисциплины «Горные машины и оборудование подземных разработок» для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения специализации «Горные машины и оборудование».

Каждая из работ состоит из задания по выполнению работы, краткого изложения теоретического материала и методики ее проведения. В конце каждой работы предложены вопросы для самопроверки знаний и даны указания по составлению отчета о проделанной работе. Для выполнения практического занятия даны индивидуальные варианты заданий.

УДК 622.232.7; 622:658.512.22.011.56(075)

© Магнитогорский государственный
технический университет
им. Г.И. Носова, 2017

© Кольга А.Д., Габбасов Б.М.,
Курочкин А.И., Подболотов С.В., 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	5
ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ	5
НАЗНАЧЕНИЕ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ПРИНЦИПЫ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М	6
КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М И ПРИНЦИП ЕГО РАБОТЫ	10
УСЛОВИЯ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ БУРОВОГО СТАНКА	12
Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ РЕДУКТОРА С ПНЕВМОЗАХВАТОМ	15
Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ ПОДАЮЩЕГО ЦИЛИНДРА БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М.....	23
Лабораторная работа №3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ПНЕВМОУДАРНИКА БУРОВОГО СТАНКА НКР 100МА	30
Практическая работа №4. РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ, ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М	45
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	51

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение лабораторных и практических работ является одним из наиболее активных видов учебных занятий, развивающих у студентов навыки самостоятельной работы, и способствуют усвоению изучаемой дисциплины.

Практикум направлен на углубленное изучение студентами процессов механизации при бурении скважин, изучаемых в рамках дисциплины «Горные машины и оборудование подземных разработок» на примере широко применяемого в горной промышленности бурового станка НКР-100М.

В соответствии с учебным планом подготовки специалистов в предлагаемом издании приводится описание лабораторных работ, излагаются основные правила их безопасного выполнения.

Каждая из лабораторных работ позволяет ознакомиться с особенностями работы различных узлов бурового станка.

Изучение принципа действия и конструкции основных узлов бурового станка НКР-100М состоит из нескольких этапов это теоретическая подготовка при формировании отчета, экспериментальная разборка и сборка исследуемого узла, замер требуемых параметров и обработка результатов с выводами о проделанной работе.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Выполнение каждой из работ начинается с изучения методических указаний к данной работе, а также соответствующих разделов лекций и учебников.

Степень готовности к выполнению устанавливается преподавателем путем опроса студентов. После ответов на контрольные вопросы и вопросы техники безопасности студенты, получив разрешение преподавателя, осуществляют сборку-разборку изучаемого узла и приступают к необходимым измерениям и записи требуемых для дальнейшего расчета параметров.

Отчет о работе должен быть оформлен аккуратно, все схемы и графики выполнены четко, результаты измерений и расчетов сводятся в таблицы. Построенные графики исследуемых зависимостей сопровождаются краткими выводами.

В отчете должно быть отражено следующее:

1. Название, краткое описание цели.
2. Краткое содержание общих сведений.
3. Схема рабочего узла.
4. Таблица с результатами измерений и расчетов.
5. Анализ результатов наблюдений и выводы.

Защита лабораторной работы производится в устной форме по подготовленному отчету и контрольным вопросам.

Оформленный отчет по каждой работе студент предьявляет преподавателю и при успешной защите в конце семестра получает зачет или допуск к экзамену.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ

Условия работы в учебных лабораториях значительно отличаются от условий труда на промышленных предприятиях, где имеется стационарное оборудование с постоянно установленными ограждениями, предохранительными устройствами и другими мерами защиты.

Неосторожное поведение студентов в лаборатории, неправильное обращение с установками могут привести к несчастным случаям и порче оборудования.

При выполнении лабораторных работ студент обязан соблюдать следующие правила:

- входить и выходить из лаборатории можно только по разрешению преподавателя;
- перед началом работы необходимо ознакомиться с установкой и заданием;

- разрешается проводить только ту работу, которая указана в графике проведения работ;
- на рабочем месте должно быть только оборудование и принадлежности, относящиеся к выполняемой работе;
- сборка и разборка изучаемой установки или узла разрешается только с разрешения и в присутствии преподавателя или лаборанта, ведущих занятия;
- запрещается оставаться работать в лаборатории одному лицу; обязательное присутствие второго лица необходимо для оказания помощи при несчастном случае;
- оставлять без присмотра работающие установки категорически запрещается;
- включать и выключать электропусковую аппаратуру можно только стоя на резиновом коврике; категорически запрещается открывать силовые шкафы, прикасаться к открытым контактам на лабораторных щитах, электродвигателях и т.п.;
- при работе на установках, имеющих движущиеся детали, необходимо быть особенно осторожным: не прикасаться к этим деталям и следить, чтобы на них не попадали края одежды;
- при возникновении каких-либо неясностей необходимо прекратить работу и обратиться за разъяснениями к преподавателю или лаборанту;
- при обнаружении неисправностей и неполадок в работе оборудования необходимо немедленно выключить установку, прекратить работу и доложить преподавателю;
- по окончании работы необходимо привести в порядок рабочее место.

После ознакомления с правилами работы в лаборатории студент расписывается в книге учета инструктажа по технике безопасности и несет полную ответственность за нарушение этих правил.

НАЗНАЧЕНИЕ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ПРИНЦИПЫ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М

Пневмоударное бурение является наиболее распространенным в крепких и весьма крепких породах при глубине скважин более 12-15 м. Основной объем бурения на отечественных рудниках выполняется станком НКР-100М.

Буровой станок НКР-100М предназначен для бурения в подземных условиях кругового веера скважин диаметром 105-130 мм, в вертикальной и горизонтальной плоскостях, в породах с крепостью $f = 6-18$ по шкале твердости проф. Протоdjяконова при разработке полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений.

Станки производят бурение в породах средней крепости с помощью пневмоударника. В породах малой крепости станки могут осуществлять вращательное бурение скважин, для чего пневмоударник заменяется колонковой трубой со специальной коронкой. Кроме того, станки могут применяться для бурения дегазационных и дренажных скважин.

Буровой станок, кроме этого, применяется в шахтах, а также при проходке восстающих выработок с помощью глубоких скважин, буримых на всю высоту выработки, и на ряде других горных работ, в частности для подземной геологической разведки и т. д.

Буровой станок НКР-100М имеет следующие модификации:

НКР 100МА – электропривод, глубина бурения 50 м;

НКР 100МВА – электропривод, глубина бурения 80 м;

НКР 100МПА – пневмопривод, глубина бурения 50 м;

НКР 100МВПА – пневмопривод, глубина бурения 80 м.

Буровой станок НКР-100М (рис. 1) состоит из следующих основных узлов: станка с электроприводом (пневмоприводом), распорной колонки, пульта управления, става штанг, пневмоударника, шламоотвода, соединительных шлангов, фильтра-масленки и глушителя шума для станка с пневмоприводом.

Полуавтоматический станок НКР100М позволяет механизировать следующие операции: спуск и подъем бурового става, развинчивание резьбовых соединений штанг.

Буровые штанги диаметром 63,5 мм имеют большие проходные сечения для сжатого воздуха, что обеспечивает повышенную производительность вследствие малого падения давления в буровом ставе.

Двухшарнирное установочное приспособление станка позволяет бурить скважины в любом направлении, для бурения горизонтальных и наклонных скважин (НКР-100МА) и вертикальных скважин (НКР-100ВА).

На пульте управления станком имеются: кран управления подачей, автоматическое устройство, стоп-кран, регулятор давления, водяной вентиль и кран управления пневмоударником, регулятор обдува. Обдув штанг производят для того, чтобы предотвратить попадание бурового шлама в механизмы станка. Подающие цилиндры на станке пневматические. Обычно станок эксплуатируют с двумя цилиндрами (модификации НКР100МА и НКР100МПА). Буровой станок НКР-100МВА отличается от станка НКР-100МА в основном конструкцией распорной колонки. При необходимости бурить глубокие восстающие скважины устанавливают два дополнительных подающих цилиндра (модификации НКР100МВА и НКР100МВПА).

Салазки позволяют передвигать станок волоком по горным выработкам.

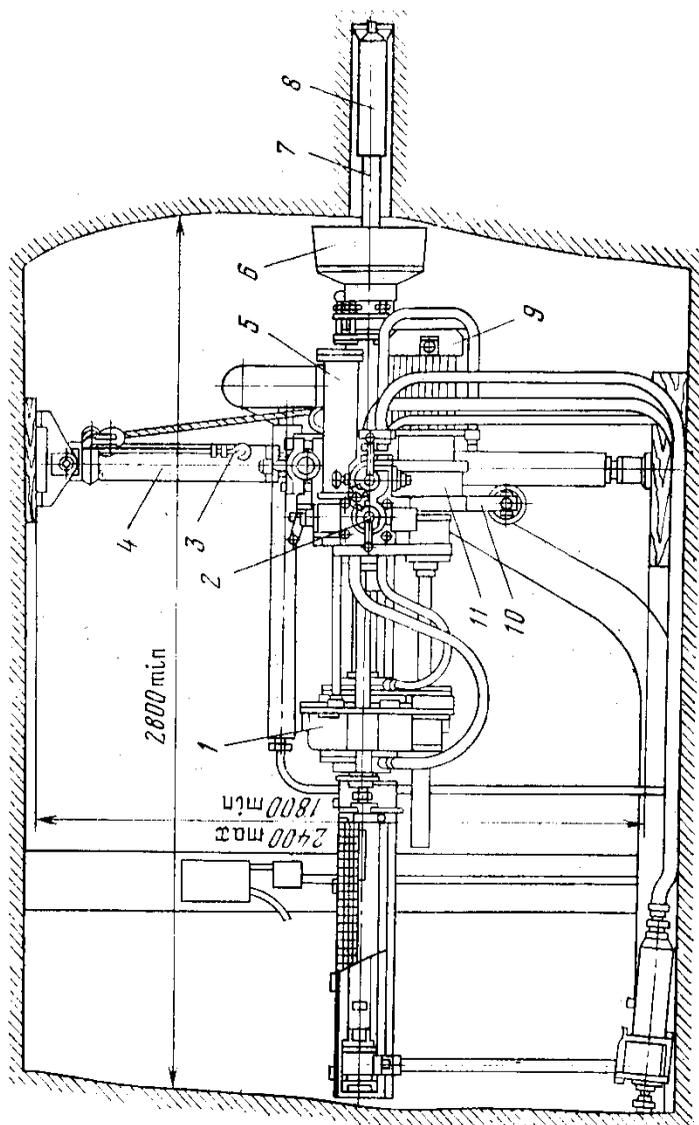


Рис. 1. Буровой станок НКР100МА:

- 1 – подающий патрон; 2 – пульт управления; 3 – ручная лебедка;
 4 – распорная колонка; 5 – подающий цилиндр; 6 – оградительный щиток; 7 – буровой став; 8 – пневмоударник; 9 – электродвигатель;
 10 – салазки с роликом; 11 – редуктор

Технические характеристики буровых станков типа НКР-100М представлена в табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика буровых станков типа НКР-100М

Параметры	Ед. изм.	Станки			
		НКР 100МА	НКР 100МВА	НКР 100МПА	НКР 100МВПА
Диаметр скважины	мм	105	105	105	105
Глубина скважины	м	50	80	50	80
Рабочее давление сжатого воздуха	МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход воздуха, не более	м/мин	9	9	12-15	12-15
Рабочее давление воды	МПа	1-1,2	1-1,2	1-1,2	1-1,2
Расход воды	л/мин	15-20	15-20	15-20	15-20
Подача с автоматическими перехватами:					
ход податчика	мм	365±3	365±3	365±3	365±3
оптимальное усилие подачи на инструмент	кН	1,5	1,5	1,5	1,5
максимальное усилие подачи	кН	6	12	6	12
Частота вращения става штанг	мин ⁻¹	76	76	0-150	0-150
Тип двигателя		4А100 Электриче- ский	4М05 Электриче- ский	ДАР-14М Пневмати- ческий	ДАР-14М Пневмати- ческий
Мощность двигателя	кВт	3	3	8,65	8,65
Частота вращения двигателя	мин ⁻¹	1430	1430	400	400
Крутящий момент двигателя, не менее	Н·м	330	330	330	330
Диаметр штанги	мм	63,5	63,5	63,5	63,5
Масса штанги	кг	9,5±0,5	9,5±0,5	9,5±0,5	9,5±0,5
Рабочая длина штанги	мм	1213	1213	1213	1213
Габариты станка, не более:					
длина	мм	1500	1500	1500	1500
ширина	мм	665	665	665	665
высота	мм	672	672	712	712

Параметры	Ед. изм.	Станки			
		НКР 100МА	НКР 100МВА	НКР 100МПА	НКР 100МВПА
Масса станка	кг	425	450	420	450
Тип пневмоударника		ПП-105-2,2(П-1-75)	ПП-105-2,4(М48)		
Масса распорной колонки:					
для вертикального бурения	кг	105±5	205±10	105±5	205±10
для горизонтального бурения	кг	95±5	—	95±5	—
Габариты выработки:					
для горизонтального бурения	м	2,8×2,8	—	2,8×2,8	—
для вертикального бурения	м	2,8×2,8	2,8×2,8	2,8×2,8	2,8×2,8
Масса бурового станка	кг	690±35	790±40	710±35	800±40

Кинематическая схема бурового станка НКР-100М и принцип его работы

Принципиальная схема бурового станка НКР-100М показана на рис. 2.

Бурение в породах средней крепости и крепких ведется ударно-вращательным способом с помощью пневмоударника 1, находящегося на конце става штанг 9, который является также трубопроводом для подвода воздушно-водяной смеси к пневмоударнику.

Вращение и подача става штанг производится станком непрерывно с помощью последовательных перехватов пневматических зажимных устройств подающего патрона 12 и пневмозахвата редуктора 5. Перехваты става штанг осуществляются автоматически специальной системой воздухораспределения, состоящей из пульта управления 16 и клапанов прямого 22 и обратной 23 хода.

Вращение става штанг 9 осуществляется следующим образом: электродвигатель 2 через планетарный редуктор 3 приводит во вращение шлицевый вал 10, с которым связаны две шестерни: шестерня 4 в редукторе с пневмозахватом и шестерня 11 в подающем патроне, с которым она может перемещаться вдоль вала, скользя по шлицам. Шестерня 4 зацепляется с

зубчатым колесом 6 в редукторе с пневмозахватом, а шестерня 11 с таким же зубчатым колесом в подающем патроне. Зубчатое колесо 6 является одновременно и цилиндром, в котором перемещается поршень, производящий зажим и разжим кулачков 8, находящихся в гильзе 7, соединяющейся с зубчатым колесом 6. Вращаясь, зубчатое колесо 6, через гильзу 7 приводит во вращение став штанг с помощью кулачков.

Подача става штанг осуществляется подающим патроном 12 с помощью пневматических податчиков 24 на величину хода подачи. В процессе перехвата штанг обеспечивается непрерывное вращение става за счет строго определенной последовательности работы податчиков и патронов, которая обеспечивается соответствующим расположением каналов на рабочих поверхностях корпуса пульта управления 20 и золотника автоматики 17, а также определенным выбором сечений этих каналов.

Золотник 17 перемещается с помощью поршней 15 и 18 при открывании одного из концевых клапанов (22 или 23).

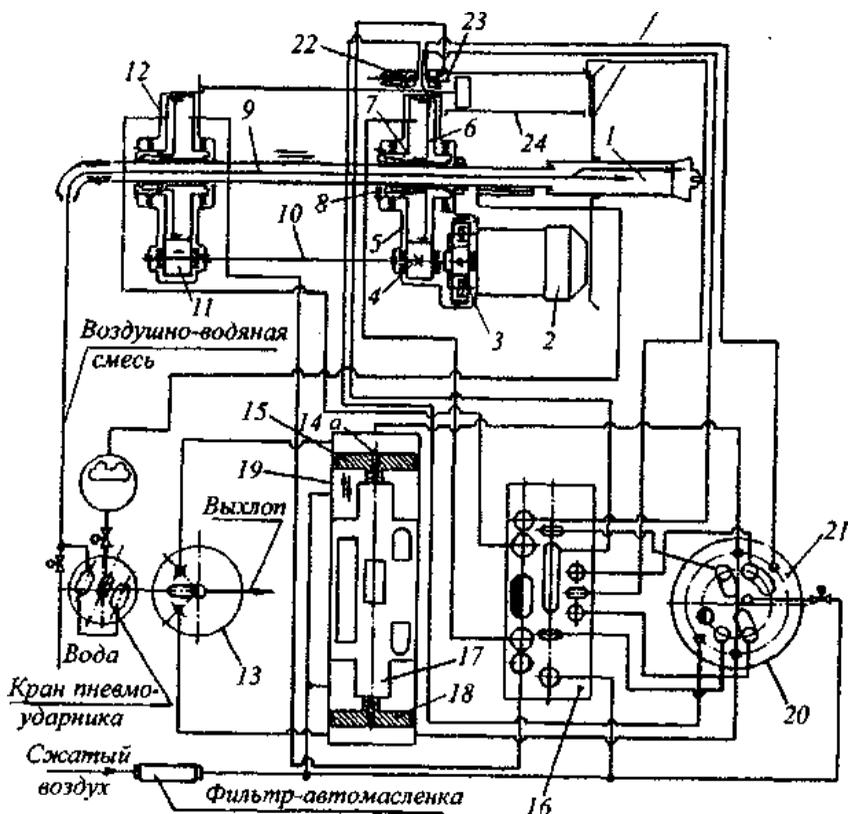


Рис. 2. Принципиальная схема бурового станка НКР-100М

В случае, когда концевые клапаны закрыты, подвижная система, состоящая из золотника *17* и соединенных с ним поршней *15* и *18* (см. рис. 2), находится в равновесии. Так как на внутренние поверхности обоих поршней, обращенных в сторону золотника, при работе станка постоянно действует сжатый воздух одинакового давления, при этом давление на наружный торец каждого из поршней также одинаково и создается сжатый воздух, поступающим в полость цилиндра *19* через питающее отверстие «а» в хвостовике поршня.

Эти же полости соединяются соответственно с концевыми клапанами *22* и *23*. При нажиме на соответствующий концевой клапан воздух из полости цилиндра выйдет в атмосферу и давление в ней резко упадет, равновесие сил нарушится, и под действием давления воздуха на внутренний торец этого поршня золотник *17* передвинется. При закрытии концевой клапана воздух, поступающий через питающее отверстие «а», восстановит давление в полости цилиндра, система придет в равновесие и будет подготовлена для обратной передвигки золотника при нажатии на другой клапан.

Для включения автоматического устройства предусмотрен пусковой стоп-кран *13*, управление которым производится вручную. С его помощью можно сообщить с атмосферой полость одного из цилиндров золотника автоматического устройства.

Пусковой стоп-кран имеет три положения рукоятки: среднее рабочее и два крайних.

При среднем положении кран закрыт, и цилиндры с атмосферой соединяются только при нажатии на один из концевых клапанов *22* и *23*. В этом положении работает автоматическое устройство.

При крайних положениях рукоятки кран открывается и происходит остановка автоматической системы, причем в зависимости от положения командного золотника *21*, золотник автоматики *17* останавливается в верхнем или нижнем положении. Поворачивая пусковой стоп-кран, можно принудительно передвигать золотник автоматики *17* и дублировать работу концевых клапанов, перехватывая буровой став при любом промежуточном положении подающего патрона. С помощью крана можно останавливать подающий патрон в том положении, которое более удобно для проведения последующих операций.

Условия и режимы работы бурового станка

Перед началом работ кровля и стенки буровой камеры должны быть тщательно обобраны и при необходимости закреплены. После этого в камеру подводят электроэнергию, сжатый воздух и воду. В буровую камеру необходимо подавать воздух для проветривания в количестве не менее

6 м³/мин. Отработанный шлам необходимо удалять из камеры по канавкам или через дренажную скважину. Очень важно, чтобы грязь при работе не попадала внутрь штанг и в клапан пневмоударника. Штанги устанавливают на чистые стеллажи в вертикальном положении. Свечи при подъеме инструмента размещают на специальных подставках. После замены бурового инструмента буровой снаряд вновь вводят в скважину. Когда конец штанг подойдет к подающему патрону, спуск снаряда прекращают, наращивают новую свечу и снова продолжают спуск. Операцию повторяют до тех пор, пока пневмоударник не дойдет до забоя. После спуска штанг наверх вытаскивают муфту, включают агрегат и продолжают бурение.

Механизм станка состоит из вращателя, погружного пневмоударника и комплекта буровых штанг. Вращатель с помощью пневматического цилиндра может перемещаться по салазкам, которые крепят к легкой раме. Раму при бурении распирают в кровлю с помощью пневмоцилиндра. Станок снабжен выносным пультом управления, который позволяет бурильщику находиться на некотором расстоянии от исполнительных механизмов, и вместе с тем это дает возможность одновременно управлять двумя агрегатами. Подающий патрон предназначен для подачи и вращения бурового инструмента во время бурения или при выдаче его из скважины. Патрон перемещается по двум направляющим с помощью пневматических податчиков. Подающий патрон представляет собой одноступенчатый редуктор с пневматическим зажимным устройством.

Колонка служит для установки станка на рабочем месте и закрепления его для бурения скважины в нужном направлении. При бурении горизонтальных и слабонаклонных скважин применяют колонки для горизонтального бурения, а при бурении вертикальных скважин колонки для вертикального бурения. Колонки между собой различают по длине трубной стойки. Ручная лебедка служит для подъема станка при установке его на рукав и при изменении высоты закрепления на стойке.

Буровой став из отдельных свинченных между собой штанг предназначен для подачи пневмоударника в скважину, подвода к нему сжатого воздуха и создания крутящего момента. Став наращивают по мере проходки скважины и разбирают при подъеме инструмента из нее.

Бурение осуществляется ударно-вращательным способом: пневмоударником, навинченным на став штанг.

Для соединения вращающегося става штанг с рукавом, по которому подводится воздушно-водяная смесь, имеется муфта. Работает пневмоударник при давлении сжатого воздуха 0,5-0,7 МПа.

Вращение и подача става штанг осуществляется непрерывно с помощью последовательных перехватов пневматических зажимных устройств подающего патрона и редуктора с пневмозахватом. Перехват става штанг осуществляется автоматически с пульта управления, клапанов прямого и обратного хода.

Для обеспечения нормального срока службы бурового станка необходимо своевременно производить профилактический осмотр и ремонт его ответственных и подвергающихся износу узлов и деталей. О производственных ремонтах делаются соответствующие отметки в паспорте станка.

Ремонт станка должен производиться по заранее разработанному графику планово-предупредительного ремонта. Система планово-предупредительного ремонта включает:

- ◆ ежедневный осмотр и подтяжку деталей;
- ◆ текущий ремонт;
- ◆ средний ремонт;
- ◆ капитальный ремонт.

На производительность бурения пневмоударниками влияют следующие факторы:

1. Угол наклона скважины. Скорость бурения восходящих или горизонтальных скважин несколько выше, чем нисходящих. Это связано с тем, что из восходящих скважин буровая мелочь удаляется легко и не происходит ее переизмельчения.

2. Глубина скважины. С увеличением глубины возрастает сила тяжести столба шлама в скважине, увеличивается аэродинамическое сопротивление движению его по скважине, что приводит к росту противодавления на выхлопе сжатого воздуха и снижению энергии удара. Кроме того, возрастают затраты времени на вспомогательные спуско-подъемные операции.

3. Скорость вращения бурового снаряда также выдерживается в определенных пределах. Чем ниже крепость, тем больше должна быть скорость вращения. В крепких скальных породах скорость бурения начинает уменьшаться при увеличении частоты вращения бурового снаряда свыше 60-80 мин⁻¹.

4. Расход воды. Опыты показывают, что максимальная скорость бурения наблюдается при относительно небольшом расходе воды (2-6 л/мин). Увеличение подачи воды (до 10-14 л/мин) снижает скорость бурения. Однако с уменьшением расхода воды возрастает запыленность воздуха.

Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения бурового станка.
2. Основные узлы бурового станка.
3. Принцип работы НКР-100М.
4. Условия и режимы работы НКР-100М.
5. Достоинства и недостатки буровых станков с погружным пневмоударником.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ РЕДУКТОРА С ПНЕВМОЗАХВАТОМ

Цели работы

1. Изучить устройство и конструктивные особенности редуктора с пневмозахватом.
2. Приобрести практические навыки по разборке и сборке редуктора с пневмозахватом.
3. Определить основные параметры редуктора с пневмозахватом.

Используемое оборудование

Изучение переносных перфораторов производится по чертежам и натурным образцам основных узлов перфораторов. Весы, штангенциркуль и комплект рожковых ключей.

Общие сведения

Назначение и устройство редуктора с пневмозахватом

Редуктор с пневмозахватом, приведенный на рис. 1.1, является основным базовым узлом станка: на нем закрепляются все остальные узлы, с его помощью станок устанавливается на колонке в нужное положение.

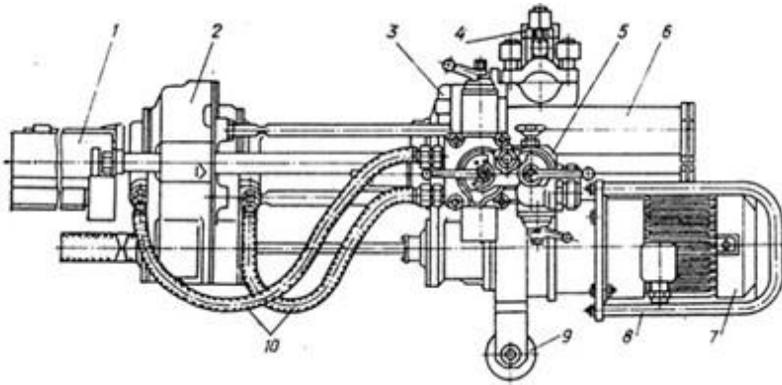


Рис. 1.1. НКР100МА (МВА):

- 1 – ограждение штанги; 2 – подающий патрон; 3 – редуктор с пневмозахватом; 4 – кронштейн; 5 – пульт управления; 6 – податчики; 7 – электродвигатель; 8 – кожух двигателя; 9 – каток; 10 – рукава

Наличие реверсивного вращателя позволяет механизировать процесс свинчивания и развинчивания штанг. Редуктор с пневмозахватом удерживает и вращает став штанг, когда подающий патрон разъединяется

со штангой для последующего захвата ее на новом месте. Подвижное шлицевое зацепление соединяет подающий патрон и редуктор с пневмозахватом, передающим крутящий момент от двигателя ставу штанг. Вращатель состоит из двигателя и планетарного редуктора.

Планетарные передачи позволяют получить большие передаточные числа редукторов при малом числе зубчатых колес (рис. 1.2). Габаритные размеры планетарных редукторов меньше, чем обычных редукторов при одинаковых передаточных числах и нагрузках. Планетарные передачи несколько сложнее в изготовлении. Достоинства планетарных редукторов – меньшие вибрации и шум благодаря большей симметрии сил, масс, жесткостей и меньшим габаритам колес, что уменьшает массы вращающихся деталей и погрешности изготовления. Уменьшение масс и размеров увеличивает собственные виброс частоты и уменьшает шум, при увеличении нагрузки снижается виброактивность механизма.

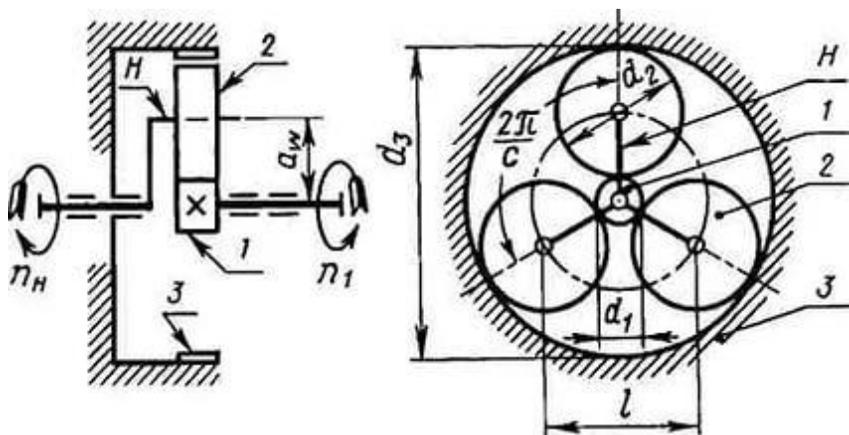


Рис. 1.2. Однорядная планетарная передача:

- 1 – солнечное колесо; 2 – сателлит (планетарная шестерня);
- 3 – эпицикл (кольцевая шестерня); H – водило

Основные элементы редуктора с пневмозахватом (рис. 1.3): это планетарный редуктор, одноступенчатая зубчатая передача, зажимное устройство, шлицевой вал, концевые клапаны прямого и обратного хода.

Планетарный редуктор состоит из солнечной шестерни 8, смонтированной на шариковых подшипниках 16, трех планетарных шестерен 14, вращающихся на шарикоподшипниках 13, пальцев 11, водила 5 и коронной шестерни 4. Водило монтируется на двух подшипниках, установленных в корпусе 20 и крышке 3. Шестерня 18 зацепляется с зубчатым колесом 26 зажимного устройства, аналогичного зажимному устройству подающего патрона.

Шестерня 18 фиксируется пружинным кольцом 17 и дистанционной втулкой 19. В хвостовик водила на резьбе ввертывается переходник 24 с муфтой 25 и шлицевым валом 23. Со стороны промежуточного шлицевого вала редуктор уплотняется манжетой 22.

Планетарный редуктор закрывается переходником 12, к которому крепится электродвигатель. Для предохранения от попадания смазки в электродвигатель в шестерне 8 имеется заглушка 7.

Со стороны двигателя планетарный редуктор уплотняется манжетой 10 и маслоотражателем 9, запрессованным в шестерню 8.

Кольцо 6 и заглушка 2 служат для выпрессовки подшипников из крышек 3 и 12.

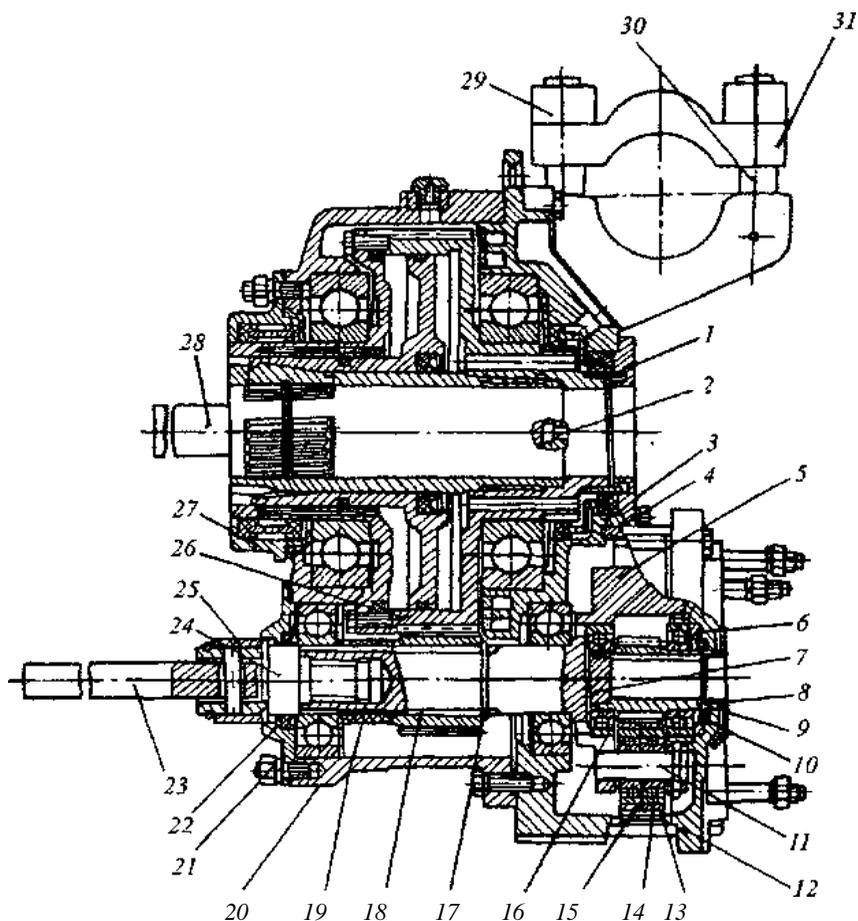


Рис. 1.3. Редуктор с пневмозахватом

Для зажима деталей цилиндрической формы применяют пневмозахваты, выполненные по схемам *а* и *б* (рис. 1.4). При подводе воздуха в рабочую камеру упругий цилиндрический колпачок охватывает шейку вала и создает усилие, достаточное для его зажима. На схеме *б* рис. 1.4 показан двухсторонний пневмозахват, рабочими элементами которого служат сильфоны с односторонним гофром.

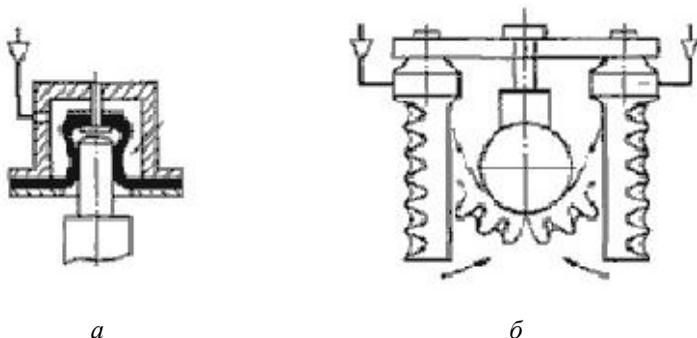


Рис. 1.4. Пневмозахваты

При создании избыточного давления внутри сильфона гофрированная сторона растягивается на большую длину, чем гладкая, что вызывает перемещение незакрепленной (консольной) стороны трубки в направлении охватываемой детали. Такими устройствами можно фиксировать детали не только круглой формы, но и с любыми фасонными поверхностями.

Разборка редуктора с пневмозахватом

а) Разборку редуктора (см. рис. 1.3) производить в следующем порядке:

- ◆ отвернуть четыре гайки и снять хомуты 31;
- ◆ отвернуть пробки для заливки, и для спуска масла спустить из резервуара смазку;
- ◆ снять крышку 21, отвернув три гайки с пружинными шайбами;
- ◆ снять пружинное кольцо и втулку 25, вынуть палец и снять промежуточный вал 23, вывернуть переходник 24 и водила;
- ◆ выпрессовать водило 5 из корпуса 20 и крышки 3 редуктора.

б) Разборка планетарного редуктора:

- ◆ снять крышку редуктора 12, отвернув четыре стяжных болта, и вынуть из нее манжету 10 и кольцо 6;
- ◆ снять коронную шестерню 4;
- ◆ снять с водила три планетарные шестерни 14 с дистанционными шайбами. Вынув шплинты и выпрессовав пальцы 11, из каждой шестерни

вынуть два подшипника (посадка скользящая). Подшипники упираются в пружинное кольцо, входящее в кольцевую канавку шестерни, поэтому их нужно вынимать по одному;

♦ вынуть из вала солнечную шестерню 8 с подшипниками 16 (посадка скользящая) и снять подшипники с шестерни с помощью съемника, выпрессовывать из шестерни заглушку не следует;

♦ снять подшипник с вала съемником.

Определение основных параметров редуктора с пневмохватом

При использовании планетарной передачи в качестве редуктора один из трёх её основных элементов фиксируется неподвижно, а два других служат в качестве ведущего и ведомого. Таким образом, передаточное отношение будет зависеть от количества зубьев каждого компонента, а также от того, какой элемент закреплён. Рассмотрим случай, когда вал зафиксирован, а мощность подводится через солнечную шестерню. В этом случае планетарные шестерни вращаются на месте со скоростью, определяемой отношением числа их зубьев относительно солнечной шестерни. Например, если мы обозначим число зубьев солнечной шестерни как Z_1 , а для планетарных шестерён (сателлитов) примем это число как Z_2 , то передаточное отношение будет определяться формулой Z_1/Z_2 , то есть если у солнечной шестерни 16 зубьев, а у планетарных по 24, то передаточное отношение будет 16/24, или 2/3, что означает поворот планетарных шестерён в противоположном направлении относительно солнечной шестерни. Далее вращение планетарных шестерён может передаваться кольцевой шестерне (эпицикл) с соответствующим передаточным числом. Если кольцевая шестерня имеет Z_3 зубьев, то оно будет вращаться с соотношением Z_2/Z_3 относительно планетарных шестерён. (В данном случае перед дробью нет минуса, так как при внутреннем зацеплении шестерни вращаются в одну сторону).

Например, если на кольцевой шестерне 66 зубьев, то относительно приведённого выше примера это отношение будет равно 24/66. Таким образом, объединив оба примера, получим следующее:

– если вал заблокирован, общее передаточное отношение системы будет равно

$$u_{ред} = \frac{Z_1}{Z_3}; \quad (1.1)$$

– если закреплена кольцевая шестерня, а мощность подводится к валу, передаточное отношение на солнечную шестерню будет меньше единицы и составит

$$u_{ред} = \frac{1}{(1 + \frac{Z_2}{Z_3})}; \quad (1.2)$$

– если закрепить кольцевую шестерню, а мощность подводить к солнечной шестерне, то мощность должна сниматься с водила. В этом случае передаточное отношение будет равно

$$u_{ред} = 1 + \frac{z_3}{z_1}, \quad (1.3)$$

где z_1 – число зубьев солнечной шестерни;
 z_2 – число зубьев сателлита;
 z_3 – число зубьев кольцевой шестерни.

Это самое большое передаточное число, которое может быть получено в планетарной передаче.

Крутящий момент на валу электродвигателя

$$M_{дв} = \frac{9950 \cdot N_{дв} \cdot \eta_{дв}}{n_{дв}}, \quad (1.4)$$

где $N_{дв}$ – мощность на валу двигателя, кВт;
 $\eta_{дв}$ – КПД двигателя;
 $n_{дв}$ – частота вращения вала двигателя, об/мин.

Крутящий момент на шлицевом валу

$$M_1 = M_{дв} \cdot u_{ред} \cdot \eta_{ред} \quad (1.5)$$

где $M_{дв}$ – крутящий момент на валу электродвигателя;
 $u_{ред}$ – передаточное число редуктора;
 $\eta_{ред}$ – КПД редуктора.

Угловая скорость на валу двигателя находится по формуле

$$\omega_1 = \frac{2\pi \cdot n_{дв}}{60}, \quad (1.6)$$

где $n_{дв}$ – частота вращения двигателя.

Угловую скорость на шлицевом валу редуктора находим по формуле

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{ред}}, \quad (1.7)$$

где ω_1 – угловая скорость на входном валу редуктора.

Угловая скорость на буровой штанге

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{u_{пер}}, \quad (1.8)$$

где ω_2 – угловая скорость на шлицевом валу редуктора;
 $u_{пер}$ – передаточное отношение зубчатой передачи,

$$u_{\text{пер}} = \frac{z_5}{z_4} \quad (1.9)$$

где z_4 – число зубьев шестерни 18 (см. рис. 1.3);

z_5 – число зубьев зубчатого колеса 26 (см. рис. 1.3).

Крутящий момент на буровой штанге определяется по формуле

$$M_2 = M_1 \cdot u_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (1.10)$$

Порядок проведения работы

Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.1.

1. Уяснить цель выполнения лабораторной работы.
2. Ознакомиться с описанием работы и устройством редуктора с пневмозахватом.
3. Разобрать редуктор с пневмозахватом.
4. Измерить число зубьев на редукторе (сателлите, солнечной и коронной шестернях) и на зубчатой передаче бурового става, занести данные в табл. 1.2.
5. Выполнить расчет основных параметров редуктора с пневмозахватом, пользуясь исходными данными по вариантам табл. 1.1. (Передаточное число редуктора $u_{\text{ред}}$ рассчитывать по формулам (1.1)-(1.3), определив, какой элемент планетарного редуктора застопорен).

Таблица 1.1

Исходные данные для расчета

Исходные данные	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
$\eta_{\text{ред}}, \%$	0,95	0,94	0,93	0,97	0,96	0,92	0,91
$\eta_{\text{пер}}, \%$	0,995	0,994	0,993	0,997	0,995	0,996	0,99
$N_{\text{дв}}, \text{кВт}$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4

Таблица 1.2

Результаты расчетов

Параметры														
измеренные								расчетные						
z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	$\eta_{\text{дв}}, \%$	$n_{\text{дв}}, \text{с}^{-1}$	$u_{\text{ред}}$	$u_{\text{пер}}$	ω_1	ω_2	ω_3	$M_{\text{дв}}$	M_1	M_2

Обработка результатов замеров

1. По измеренным числам зубьев шестерен определить передаточное число редуктора и зубчатой передачи.
2. Вычислить крутящие моменты на валах электродвигателя, шлицевого и бурового става.
3. Рассчитать угловые скорости вращения на валах электродвигателя, шлицевого и бурового става.
4. Все данные замеров и результаты вычислений вносятся в табл. 1.2.

Контрольные вопросы

1. Назначение редуктора с пневмозахватом.
2. Принцип действия редуктора с пневмозахватом.
3. Устройство и основные звенья редуктора с пневмозахватом.
4. Планетарный редуктор. Преимущества и недостатки. Назначение и применение.
5. Определение передаточного отношения планетарного редуктора.
6. Пневмозахваты. Виды и назначение.

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ ПОДАЮЩЕГО ЦИЛИНДРА БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М

Цель работы

Изучить принцип работы пневматического податчика НКР-100М и рассчитать основные параметры подающего цилиндра.

Используемое оборудование

Изучение пневматических цилиндров производится по чертежам и натурному образцу основного узла буровой установки НКР-100М. Основные измерительные инструменты: линейка, штангенциркуль, гаечные ключи на 17 и 22.

Общие сведения

Назначение и область применения пневматических податчиков

Поршневые пневмоцилиндры предназначены для преобразования энергии сжатого воздуха в возвратно-поступательное движение штока. При подаче сжатого воздуха в одну из полостей цилиндра и соединения другой полости с атмосферой поршень вместе со штоком перемещается, создавая толкающее или тянущее усилие.

Пневматические податчики осуществляют перемещение подающего патрона.

Пневмоподатчики подразделяются на податчики одностороннего и двухстороннего действия.

В пневмоцилиндрах одностороннего действия поршень может перемещаться под действием сжатого воздуха только в одну сторону (воздух подается только с одной стороны от поршня), возврат поршня осуществляется за счет действия возвратной пружины или внешними силами. В таких цилиндрах возвратная пружина снижает усилие прямого хода, развиваемое цилиндром под действием сжатого воздуха, а усилие при возврате в исходное положение определяется жесткостью и степенью сжатия пружины. Обратный ход таких пневмоцилиндров не используется как рабочий.

В пневмоцилиндрах двухстороннего действия перемещение штока происходит под действием сжатого воздуха в прямом и обратном направлениях. Для таких пневмоцилиндров и прямой, и обратный ход является рабочим. Однако усилие, развиваемое пневмоциндром двустороннего действия при обратном ходе ниже усилия, развиваемого цилиндром при прямом ходе.

Устройство пневмоподатчика

Податчик, показанный на рис. 2.1, состоит из поршня 7, навинченного на шток 6 и зафиксированного штифтом 8. Поршень направляется в цилиндре 2 двумя бронзовыми полукольцами 3 и уплотняется двумя резиновыми манжетами 4.

Цилиндр закрывается крышкой 5, к которой приварен палец 9 для закрепления щита. Податчик устанавливается на редукторе с пневмозахватом, в крышке которого находится уплотнение штока. Шток завинчивается в крышку подающего патрона и фиксируется контргайкой 1.

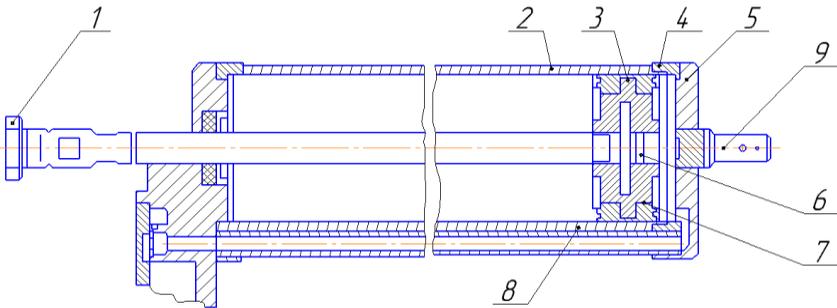


Рис. 2.1. Пневматический податчик

На крышке редуктора с пневмозахватом предусмотрены места для установки четырех податчиков. В нормальном исполнении станок оборудован двумя податчиками, а места крепления, предназначенные для двух других податчиков, закрыты крышками и уплотнены манжетами. В случае необходимости крышки снимаются и на эти места устанавливаются дополнительные податчики.

Концевые клапаны и их предназначение

Концевые клапаны предназначены для соединения с атмосферой полостей цилиндров золотника пульта управления, в результате чего при нажатии на клапан золотник передвигается в новое положение.

Концевой клапан прямого хода, изображенный на рис. 2.2, состоит из клапана 3 с резиновым уплотняющим вкладышем, крышки 1 и пружины 2, прижимающей клапан к седлу 4 с уплотнительным кольцом 5.

Крышка и корпус клапана уплотняются резиновым кольцом. Конец хвостовика клапана находится в полости цилиндра податчика, шток которого уплотняется манжетой 6. Сжатый воздух от пульта управления поступает в полость над клапаном и прижимает его к корпусу.

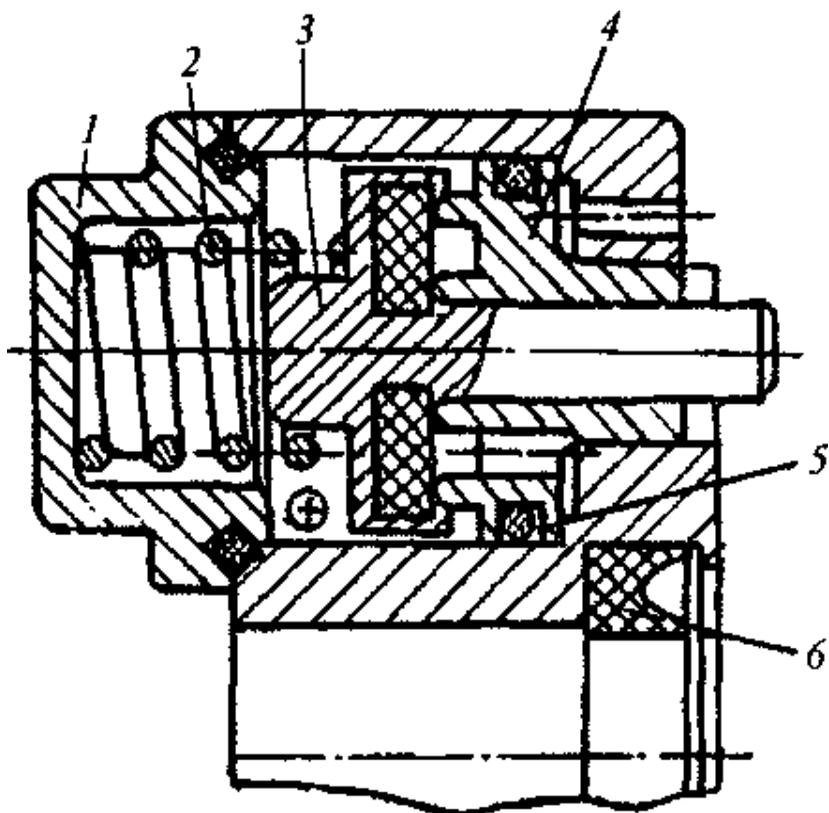


Рис. 2.2. Схема концевого клапана прямого хода

Поршень податчика нажимает на хвостовик клапана, клапан отходит от корпуса, и сжатый воздух выходит в атмосферу.

После переброски золотника поршень податчика отходит, и клапан перемещается под действием пружины, а затем давлением сжатого воздуха прижимается к корпусу клапана.

Клапан обратного хода, изображенный на рис. 2.3, предназначен для той же цели, что и клапан обратного хода. Он имеет дополнительное устройство для ускорения его открывания. Открывается клапан подающим патроном, который во время движения вперед нажимает на толкатель *1*. В начале нажатия на толкатель клапан *б* остается закрытым и сжимается только пружина *3*, но когда толкатель упрется непосредственно в гильзу *4*, клапан начинает открываться, давление воздуха в полости над клапаном понизится, и под действием сжатой пружины клапан быстро откроется полностью.

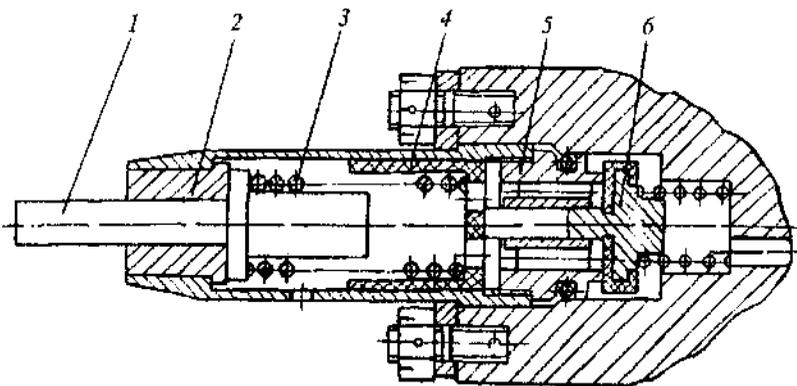


Рис. 2.3. Схема концевого клапана обратного хода

Расчёт основных элементов пневмоцилиндра

Условный проход определяется в зависимости от рабочего давления воздуха.

Площадь условного прохода

$$S_n = 0,785 \cdot D_{ц}, \quad (2.1)$$

где $D_{ц}$ – диаметр рабочей камеры цилиндра, м.

Определяем суммарные потери в аппаратах:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2, \quad (2.2)$$

где Δp_1 – потери давления в вентиле;

Δp_2 – потери давления в распределителе.

Определяем коэффициент расхода воздуха:

$$\xi_L = \frac{1}{\sqrt{19,6 \cdot 10^6 \frac{\Delta p}{V_n^2 \cdot \gamma}}}, \quad (2.3)$$

где ξ_L – коэффициент расхода, определяемый в зависимости от потерь давления в линии подвода воздуха;

V_n – скорость потока воздуха;

γ – удельный вес потока воздуха;

Δp – суммарные потери в аппарате.

Диаметр пневмоцилиндра:

а) при снятии толкающего усилия P_{oc} выражаем из формулы

$$D = 0,115 \sqrt{\frac{P_{\text{ос}}}{(p_{\text{м}} - p_{\text{а}})\eta}}, \quad (2.4)$$

где $p_{\text{м}}$ – минимальное абсолютное давление в магистрале или на выходе клапана, Па;

$p_{\text{а}}$ – атмосферное давление, $p_{\text{а}} = 10^5$ Па;

η – функция параметра нагрузки, $\eta = 1,0$.

Выражаем $P_{\text{осеовое}}$ из (2.4):

$$P_{\text{ос.}} = \frac{D_{\text{ц}}^2 \cdot (p_{\text{м}} - p_{\text{а}})\eta}{0,115^2}, \quad (2.5)$$

где η – функция параметра нагрузки, $\eta = 1,0$;

б) при снятии тянущего усилия

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot P_{\text{тян.ус.}}}{\pi(p_{\text{м}} - p_{\text{а}})\eta} + d^2}, \quad (2.6)$$

где P_2 – усилие, необходимое для выжима, кН.

Выражаем из (2.6) тянущее усилие $P_{\text{тян.ус.}}$:

$$P_{\text{тян.ус.}} = \frac{(D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{ш}}^2) \cdot \pi \cdot (p_{\text{м}} - p_{\text{а}})\eta}{4 \cdot 10^{-2}}, \quad (2.7)$$

где $d_{\text{ш}}$ – диаметр штока, м;

$L_{\text{хп}}$ – ход поршня, м.

Определение расхода воздуха пневмоцилиндром за один двойной ход поршня, м³/с, производят по формуле

$$W_i = v_n / t_i = S_n L_{\text{хп}} / t_i, \quad (2.8)$$

где v_n – объём поршневой полости, м³;

t_i – заданное время движения поршня, с;

S_n – площадь поршня, м².

Полезное усилие, передаваемое штоком

$$R_n = \frac{p \cdot \pi \cdot D^2}{4} - R. \quad (2.9)$$

Заданное усилие R не должно быть больше расчетного усилия, если же будет меньше, то усилия будет недостаточно, чтобы создать нагрузку для подачи $R_n > R$.

Разборка пневматического податчика и концевых клапанов

- а) Разборка пневматического податчика (см. рис. 2.1):
- ◆ вынуть поршень 7 со штоком 6, снять резиновые манжеты 4 и полукольца 3;
 - ◆ выбить штифт 8 и, придерживая поршень за два отверстия, выкрутить шток;
 - ◆ развязать проволоку и, отвернув три болта, снять крышку 5.
- б) Порядок разборки муфты:
- ◆ отвернуть гайку, придерживая ключом ниппель за лыски;
 - ◆ снять резиновое кольцо, вынуть из корпуса ниппель и манжеты.
- в) Разборка концевых клапанов прямого хода (см. рис. 2.2):
- ◆ отвернуть два болта, снять крышку 1, вынуть клапан 3, пружину 2, при особой необходимости выпрессовать корпус клапана 5 из крышки редуктора;
 - ◆ вынуть из крышки редуктора манжеты 6, уплотняющие штоки податчиков;
 - ◆ снять две гайки и фасонные шайбы со шпильки заземления, шпильку выворачивать из корпуса не следует.
- г) Разборка концевых клапанов обратного хода (см. рис. 2.3):
- ◆ снять фланец, предварительно расшплинтовав и сняв две гайки с пружинными шайбами;
 - ◆ вынуть стакан в сборе, отвернуть корпус клапана 5 и снять клапан 6;
 - ◆ из корпуса стакана вынуть гильзу 4, пружину 3, толкатель 1 и при особой необходимости выпрессовать втулку 2.

Примечание. Выпрессовывать направляющие из корпуса следует только в исключительных случаях.

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с описанием работы и устройством работы НКР-100М и его рассматриваемого узла (подающего цилиндра) и уяснить цель выполнения лабораторной работы.

2. Разобрав подающий цилиндр, измерить расстояние хода поршня в цилиндре между фиксированными точками начала движения поршня и в крайнем положении поршня $L_{\text{ц}}$ м.

3. С помощью штангенциркуля определить: диаметры цилиндра $D_{\text{ц}}$ м, диаметр поршня $D_{\text{п}}$ м, диаметры входного и выходного отверстия подачи воздуха $d_{\text{вх}}$ м, $d_{\text{вых}}$ м, диаметр штока $d_{\text{ш}}$ м;

4. Выполнить расчет основных параметров подающего цилиндра, пользуясь исходными данными по вариантам табл. 2.1.

Обработка результатов замеров

1. По измеренной длине хода поршня пневмоцилиндра L_c определить площадь движения поршня f .
2. Рассчитать суммарные потери в аппаратах Δp .
3. Определить коэффициент расхода воздуха ξ_L .
4. Определить толкающее усилие P_{oc} .
5. Определить тянущее усилие $P_{тян.ус.}$.
6. Расход сжатого воздуха W_i пневмоцилиндром определяется по формуле (2.8).
7. Определить полезное усилие R_n , передаваемое штоком. Оно должно соответствовать неравенству $R_n > R$.
8. Все полученные расчетные результаты, так же как и измеренные, сводятся в табл. 2.2.

Таблица 2.1

Исходные данные для расчета

Исходные данные	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
R, H	3500	3300	3000	2700	2500	2000	1500
Δp_1	0,03	0,027	0,029	0,025	0,023	0,021	0,029
Δp_2	0,027	0,03	0,027	0,029	0,025	0,027	0,025
$V_n, \text{м/с}$	29	25	27	28	26	25	30
$\gamma, \text{Н/м}^3$	58,4	57,6	58,1	58,3	57,9	57,1	57,3
K_n	1,15	1,17	1,19	1,21	1,26	1,29	1,3
$t_i, \text{с}$	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2.2

Результаты расчетов

Параметры											
измеренные						расчетные					
$d_{ш}, \text{м}$	$D_{ц}, \text{м}$	$L_{ц}, \text{м}$	$d_{вх}, \text{м}$	$d_{вых}, \text{м}$	$l_{в}, \text{м}$	$S_{n2}, \text{м}^2$	$\Delta p, \text{МПа}$	ξ_L	$P_{oc}, \text{кН}$	$P_{тян.ус.}, \text{кН}$	$W_i, \text{м}^3/\text{с}$

Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения пневматических податчиков.
2. Какого действия пневмоподатчик установлен на НКР-100М.
3. Принцип действия изучаемого узла (пневмоцилиндра).
4. Концевые клапаны и их предназначение.
5. Каким образом замеряется начальная точка движения поршня и конечная.
6. Определение требуемого усилия пневмоподатчика.

Лабораторная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ПНЕВМОУДАРНИКА БУРОВОГО СТАНКА НКР 100МА

Цели работы

1. Изучить устройство и конструктивные особенности погружного пневмоударника и принцип его действия.
2. Приобрести практические навыки по разборке и сборке погружного пневмоударника.
3. Определить основные параметры погружного пневмоударника.

Используемое оборудование

Изучение погружного пневмоударника производится по чертежам и натурным образцам основных узлов. Весы и штангенциркуль, измерительная лента.

Общие сведения

Буровой инструмент

Буровые коронки (долота) должны отвечать следующим требованиям: быть эффективными и надежными в работе, иметь высокую прочность и износостойкость, должны быть простыми в изготовлении, допускать многократную заточку и способствовать удалению буровой мелочи из забоя скважины.

Долото для пневмоударников представляет собой короткий стержень, который служит для передачи силового импульса от ударника к забою скважины.

Долото (рис. 3.1) состоит из корпуса 2 и хвостовика 1. Хвостовик плоской гранью воспринимает удары ударника, кроме того, он отделяет внутреннюю полость цилиндра от атмосферы. Головная часть долота 3 армируется пластинками твердого сплава 4, которые вместе с передними гранями головки 5 заканчиваются лезвиями. Лезвие есть линия пересечения двух граней. Иногда применяются разъемные долота (рис. 3.2), которые состоят из головной части (а) и хвостовика (б), соединяемых друг с другом с помощью винтового или конического соединения. При использовании этих долот часть энергии теряется в соединении головки с хвостовиком.

Типы долот определяют числом и расположением лезвий (рис. 3.3). Различают однолезвийное долото, крестовое, с тремя боковыми лезвиями и центральным опережающим.

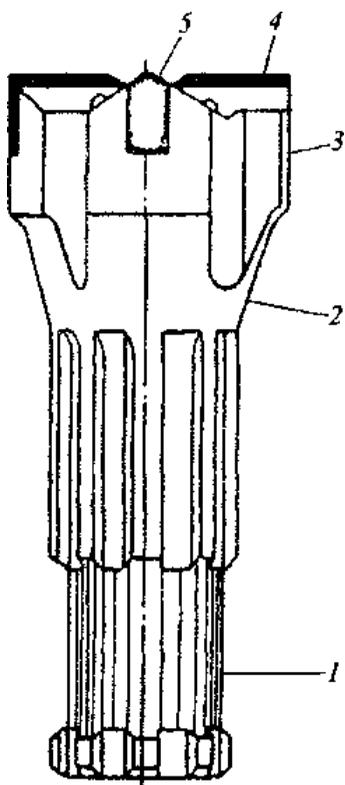


Рис. 3.1. Долото

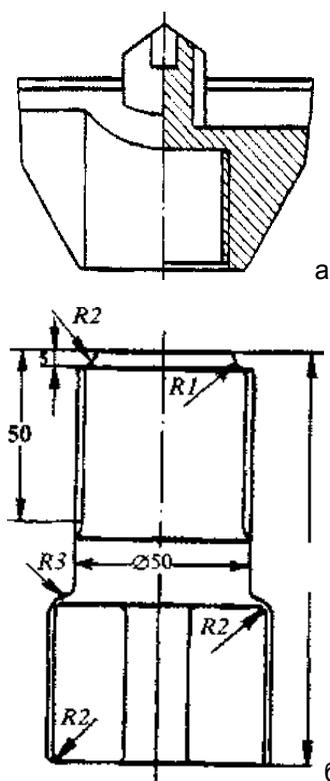


Рис. 3.2. Разъемное долото

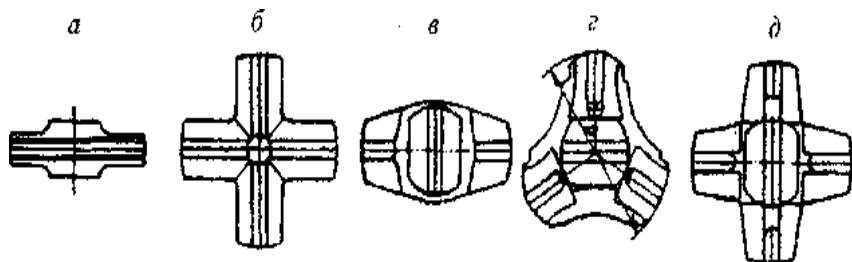


Рис. 3.3. Виды лезвий

По роду удаления бурового шлама из забоя скважины долота подразделяют на долота с центральной, боковой и внешней продувкой. При внешней продувке струя воздуха или водяной смеси проходит из промы-

вочного отверстия ударника между лезвиями долота к забою скважины, минуя корпус долота. При такой системе удаления буровой мелочи долото не имеет внутренних каналов. Первые две системы предусматривают наличие каналов внутри долота. Внешняя продувка применяется чаще.

При бурении скважин диаметром 105 мм забуривание ведут долотом К130, имеющим размер 130 мм. Пройдя разрушенный слой, ставят обсадную трубу, после чего бурение продолжают долотом 105 мм.

На рис. 3.4, а показано долото типа К-100В, широко применяемое в промышленности. Для бурения скважин диаметром 155 мм выпускается долото БК-155.

Корпуса долот изготавливают из сталей марок 40ХН, 40ХН2МА. Долота армируются пластинками твердого сплава типа ВК-15, а для пайки применяют припой Л63.

Для повышения прочности долото делают без опережающего лезвия, а толщину пластинок сплава увеличивают до 14 мм. Долота типа Т-106 (рис. 3.5) имеют износостойкость при работе в крепких породах в два раза большую, чем у долот типа К-100В.

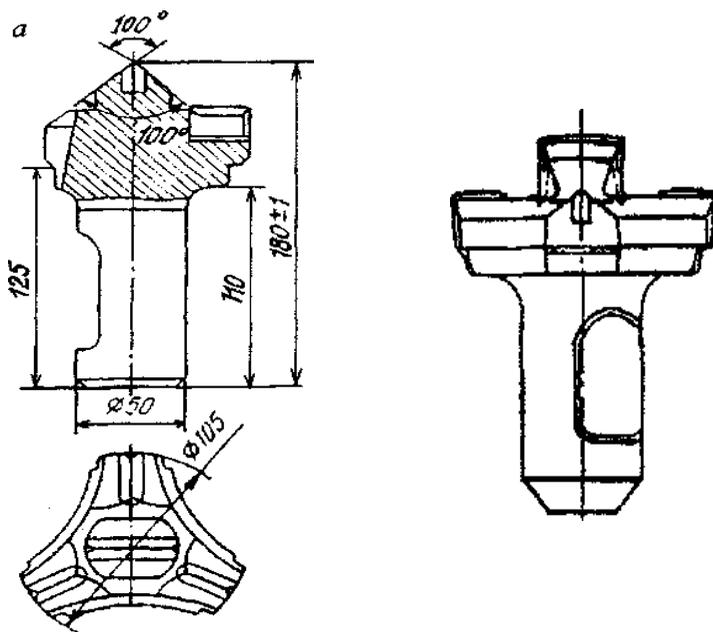


Рис. 3.4. Долото типа К100В

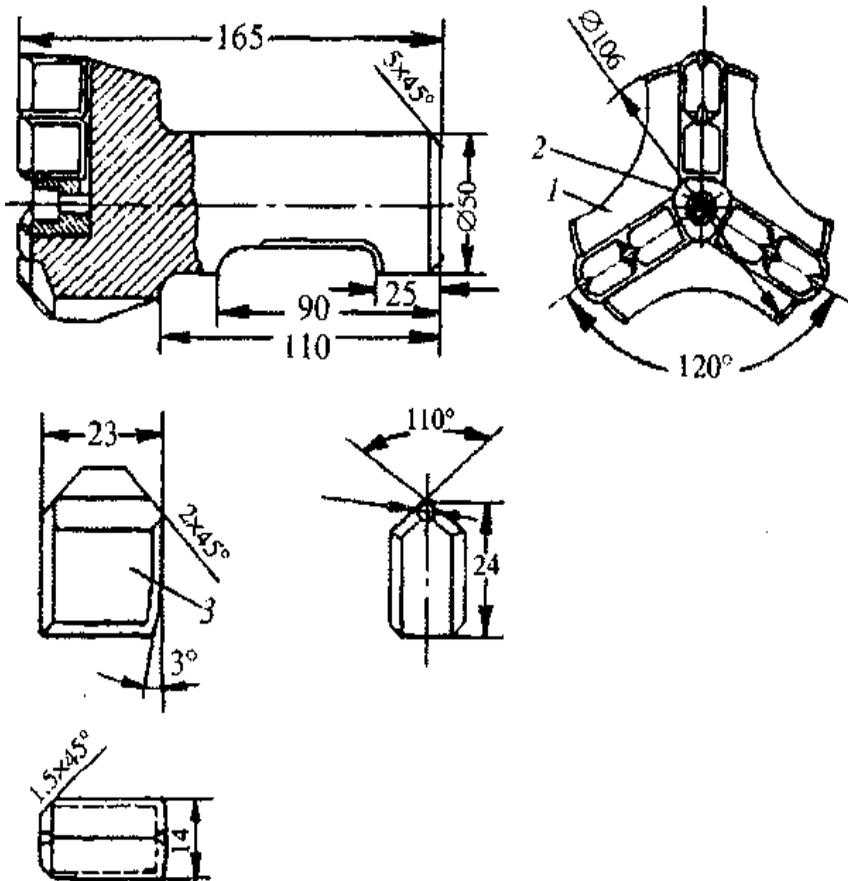


Рис. 3.5. Долото Т-106 с усиленными пластинками твердого сплава:
 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – пластинки твердого сплава

Технические характеристики долот К-100В и БК-155 для пневмоударников приведена в табл. 3.1.

К буровому инструменту также относятся штанги. Став штанг служит для крепления погружного пневмоударника и передачи ему вращательного и поступательного движения от станка, а также для подвода воздушно-водяной смеси от пульта управления к пневмоударнику. Став штанг передает крутящий момент и осевое усилие от станка к буровому инструменту.

Таблица 3.1

Технические характеристики долот К100В, К130, БК-155

Показатели	К100В	К130	БК-155
Диаметр долота, мм	105	130	155
Число боковых лезвий	3	3	4
Длина бокового лезвия, мм	28	—	2x49+2x32;
Число опережающих лезвий	1	1	1
Диаметр опережающих лезвий,	46	—	48
Высота опережающего лезвия,	25	—	32
Общая длина лезвий, мм	130	—	211
Масса пластинок твердого спла-	246	—	378
Длина долота, мм	180	180	210
Длина хвостовика, мм	110	ПО	140
Диаметр хвостовика, мм	50	50	69,7
Масса долота, кг	3,5	5,9	9,2
Пневмоударник	ПП-105-2,2 ПП-105-2,4	ПП-105-2,2 ПП-105-2,4	ПП-155-4,1

Став штанг состоит из отдельных, свинченных между собой штанг, что позволяет наращивать его по мере углубления скважины и разбирать при выдаче инструмента из скважины. Буровые штанги диаметром 63,5 мм имеют большие проходные сечения для сжатого воздуха, что обеспечивает повышенную производительность вследствие малого падения давления в буровом стае.

Штанга (рис. 3.6) представляет собой трубу с высаженными концами, на которых нарезаны резьбы: с одного конца наружная коническая, а с другого внутренняя коническая. Резьбы выполнены как силовые и служат для соединения штанг между собой.

В конструкции штанги выполнен уступ, являющийся упором для торца следующей штанги, а также, чтобы не допустить чрезмерного затягивания резьбы в штанге. Коническая резьба обеспечивает быстрое и надежное соединение и разъединение штанг.

По наружному диаметру штанга по всей длине имеет размер 63 мм, что обеспечивает надежный захват ее патронами станка и свободный проход через них, когда патроны разжаты. На концах штанги имеются лыски под ключ для завертывания и отвертывания при сборке и разборке бурового става.

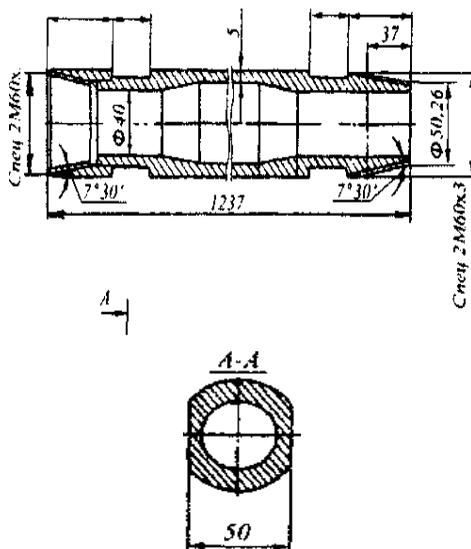


Рис. 3.6. Буровая штанга к станку НКР-100М

Конструкции пневмоударников

Погружные пневмоударники предназначены для бурения скважин диаметром от 85 до 160 мм при ведении буровых работ подземным или открытым способом в породах средней и высокой крепости, в том числе абразивных, трещиноватых и разрушенных. Глубина скважины при пневмоударном бурении может варьировать от 30 до 80 м, в зависимости от рабочего давления энергоносителя.

Пневмоударник погружной (в комплекте с буровой коронкой) является рабочим органом буровой машины (бурового станка). Он представляет собой пневматический ударный механизм, который имеет клапанную или беззолотниковую систему воздухораспределения с центральным подводом сжатого воздуха в рабочие камеры цилиндра и выхлопом отработанного воздуха через каналы пневмоударника или каналы бурового инструмента, все это преобразует энергию сжатого воздуха в энергию удара.

Пневмоударники погружные клапанного типа работают на сжатой воздушно-водяной (масляной) смеси, а с золотниковым воздухораспределением могут работать как на воздушной, так и на воздушно-водяной (масляной) смеси.

Пневмоударники изготовляют двух типов: с индексом «П» для открытых горных работ и с индексом «ПП» для подземных горных работ. Цифра, стоящая за буквами, указывает на диаметр скважины в миллиметрах, а следующая за ними – ударную мощность в киловаттах.

Бурение скважин станками с погружными пневмоударниками имеет ряд преимуществ. Основные из них следующие:

- разрушение породы в процессе бурения производят ударным механизмом, не требующим большого давления на забой скважины, вследствие чего момент, необходимый для вращения инструмента, также незначителен, что позволяет иметь станки малой массы и бурить скважины с минимальными искривлениями;

- ударный механизм прост и надежен в работе;
- скорость бурения мало зависит от глубины скважины;
- бурение производят сравнительно недорогим инструментом;
- станки просты по устройству и удобны в обслуживании.

Основными достоинствами бурения погружными пневмоударниками являются:

- низкая энергоемкость процесса бурения;
- отсутствие заклинивания буровых коронок при бурении по разрушенным и трещиноватым породам;
- эффективная очистка забоя от шлама;
- возможность легкой, удобной и быстрой смены инструмента;
- высокая степень стойкости, надежности и долговечности.

Коронка, используемая совместно с пневмоударником, предназначена для осуществления процесса разрушения горной породы в процессе бурения скважин и шпуров. Способ соединения пневмоударников с буровыми коронками может быть байонетным, шпоночным и комбинированным (шлицы, шпонка). Каждый из способов соединения имеет свои особенности и преимуществами и используется на разных типах буримой породы.

Байонетное соединение коронки с пневмоударником обеспечивает надежное крепление и быструю смену инструмента. Это соединение проверено длительным временем применения и имеет широкое распространение. В верхнем ряду байонетного соединения пневмоударников П-110-2,8, П-110-3,2 и П-130-4,0 вместо шариков устанавливаются ролики, это увеличивает срок эксплуатации буровых коронок.

Щлицевое соединение коронки с пневмоударником имеет следующие преимущества перед байонетным соединением:

- исключает обрыв коронки;
- не разбивает хвостовик коронки и бруса пневмоударника;
- исключает самопроизвольное выпадение коронки при обратном вращении;
- обеспечивается быстрая и легкая смена коронки при любом износе;
- обеспечивается лучшее центрирование коронки в пневмоударнике, что повышает точность бурения и упрощает забуривание.

Принцип действия пневмоударника: воздушно-водяная смесь, по-

ступающая через переходник с помощью распределительного устройства с кольцевым клапаном, подается через трубку и канал ударника в камеру обратного хода. В камеру прямого хода воздух поступает из-под клапана. Выхлоп осуществляется через окна, находящиеся в цилиндре. Воздух для очистки забоя скважины поступает из камеры обратного хода. При снижении усилия подачи долота отходит вперед, открывая блокировочные окна. В этот момент работа ударного механизма прекращается и происходит интенсивная продувка скважины.

Пневмоударник ПП-105-2,4(М48) предназначен для бурения взрывных скважин диаметром 105 мм по породам и рудам средней и высокой крепости на подземных горных работах при номинальном давлении 0,5 МПа в районах с умеренным климатом (рис. 3.7, табл. 3.2). Пневмоударник М48А-01 работает в комплекте с буровыми коронками К-100ВА, К-130 и КНШ-105.

Таблица 3.2

Технические характеристики пневмоударника ПП-105-2,4(М48)

Номинальное давление воздуха, МПа	0,5
Ударная мощность, кВт	2,7
Энергия удара, Дж	100
Частота ударов, с	27
Наружный диаметр, мм	92
Длина, мм	455

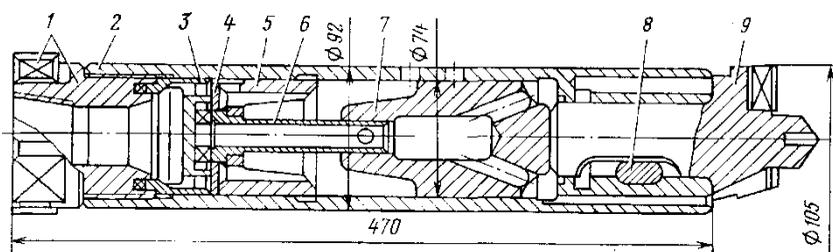


Рис. 3.7. Пневмоударник ПП-105-2,4(М48):

- 1 – переходник; 2 – цилиндр; 3 – крышка; 4 – клапан;
5 – клапанная коробка; 6 – трубка; 7 – ударник; 8 – шпонка; 9 – долото

Пневмоударник П-105-2,6 предназначен для бурения взрывных скважин диаметром 105 мм по породам и рудам средней и высокой кре-

пости на подземных горных работах при номинальном давлении 0,5 МПа в районах с умеренным климатом (табл. 3.3). Пневмоударник П-105-2,6 работает в комплекте с коронками К-105 различных исполнений.

Таблица 3.3

Технические характеристики пневмоударника П-105-2,6

Параметры	П-105-2,6	П-105ПМК	П-105ПМ	П-105СО
Номинальный размер скважины, мм	105	105	105	105
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Ударная мощность, кВт, не менее	2,8	2,8	2,6	2,5
Расход воздуха, м ³ /мин, не более	5,8	5,2	5,2	5
Масса, кг	23,6	16,1	18,5	15
Система воздухораспределения	Безклапанная	Клапанная	Клапанная	Безклапанная
Соединение с буровой коронкой	Шлице-шпоночное, байонетное	Гладко-шпоночное	Гладко-шпоночное	Байонетное
Способ продувки	Центральная	Боковая	Боковая	Центральная
Стойкость без запчастей, f=10-12, п.м.	1005	300	250	250

По такой же схеме выполнен пневмоударник М29Т (рис. 3.8), который предназначен для бурения скважин диаметром 85 мм.

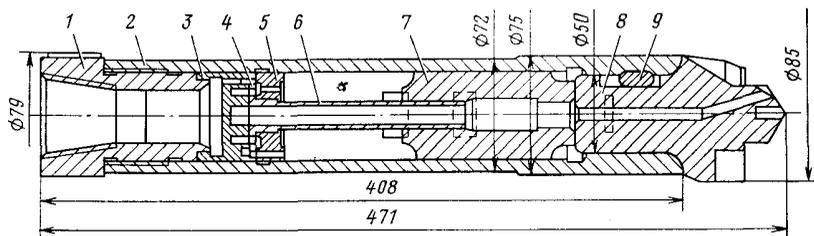


Рис. 3.8. Пневмоударник М29Т:

- 1 – переходник; 2 – корпус; 3 – коробка клапана; 4 – клапан;
- 5 – крышка клапанной коробки; 6 – трубка; 7 – ударник;
- 8 – долото; 9 – шпонка

Пневмоударник ПП-105-2,2(П1-75) предназначен для бурения взрывных скважин диаметром 105 мм по породам и рудам средней и высокой крепости на подземных горных работах при номинальном давлении 0,5 МПа в районах с умеренным климатом (рис. 3.9, табл. 3.4). Пневмоударник П1-75 работает в комплекте с буровыми коронками К-100ВА, К-130 и КНШ-105.

Воздухораспределение у пневмоударника ПП-105-2,2 (П1-75) в механизме золотниковое. Особенностью воздухораспределения является наличие уширения на внутренних стенках цилиндра.

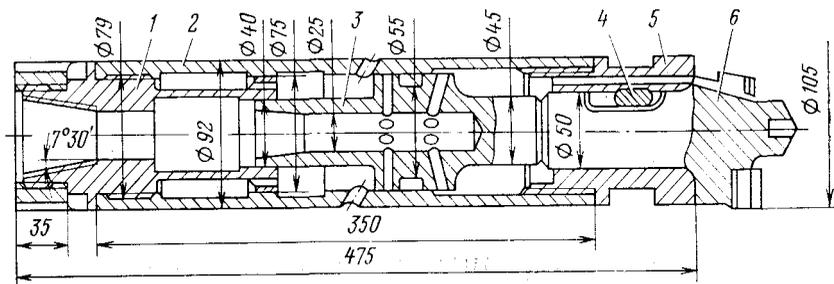


Рис. 3.9. Пневмоударник ПП-105-2,2(П1-75):
1 – переходник; 2 – цилиндр; 3 – ударник; 4 – шпонка;
5 – головка; 6 – долото

Таблица 3.4

Технические характеристики пневмоударника ПП-105-2,2(П1-75)

Номинальное давление воздуха, МПа	0,5
Ударная мощность, кВт	2,2
Энергия удара, Дж	73,5
Частота ударов, с	32,5
Наружный диаметр, мм	92
Длина, мм	455

Пневмоударник П 130Р-4,0 П 130МР-4,0 работает на воздушной смеси (табл. 3.5). Соединение с коронкой – байонетное. Тип воздухораспределения – золотниковый. Пневмоударник предназначен для бурения скважин диаметром от 85 до 160 мм при ведении буровых работ открытым и подземным способом в породах средней и высокой крепости, в том числе абразивных разрушенных и трещиноватых.

Технические характеристики пневмоударника П 130Р-4,0 П 130МР-4,0

Параметр	Значение
Длина без коронки	657,0 мм
Тип соединения с коронкой	Байонетное
Диаметр пневмоударника	115,0 мм
Диаметр коронки	130,0 мм
Частота ударов	1000,0 удар/мин
Ударная мощность	4,0 кВт
Объемный расход сжатого воздуха	9,0 куб. м ³ /мин
Номинальное давление воздуха	7,0 МПа
Масса без коронки	33,0 кг

НИПИГормашем совместно с ИГД СО АН СССР создана серия пневмоударников оригинальной конструкции (рис. 3.10) для бурения скважин диаметром 105-200 мм. Пневмоударник имеет золотниковое воздушораспределение по схеме «золотник на поршне». Весь отработанный воздух из рабочих цилиндров проходит к забою скважины через центральное отверстие в долоте, что позволяет хорошо очищать забой скважины. Детали пневмоударника соединяют с помощью винтовых соединений с проволоочной вставкой. Долото в буксе крепят с помощью байонетного соединения, основанного на применении стальных шариков.

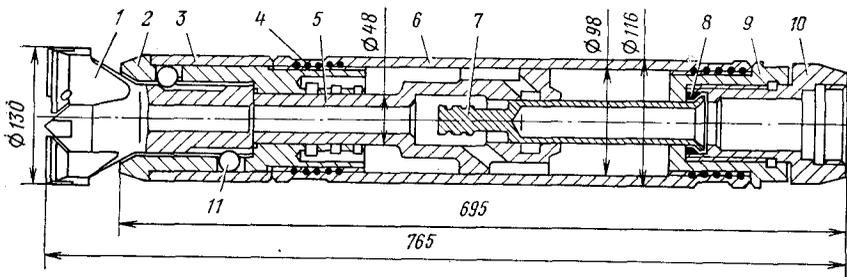


Рис. 3.10. Пневмоударник П125-2,8:

- 1 – долото; 2 – букса; 3 – кольцо; 4 – проволока; 5 – ударник;
 6 – цилиндр; 7 – распределительная трубка; 8 – седло; 9 – ниппель;
 10 – переходник

Фирма «Ингерсол Рэнд», США, производит серию пневмоударников для бурения скважин диаметром 85-762 мм. Все пневмоударники этой фирмы имеют сходную конструкцию (рис. 3.11). Они рассчитаны на давление сжатого воздуха в сети 0,703; 0,815 и 1,76 МПа.

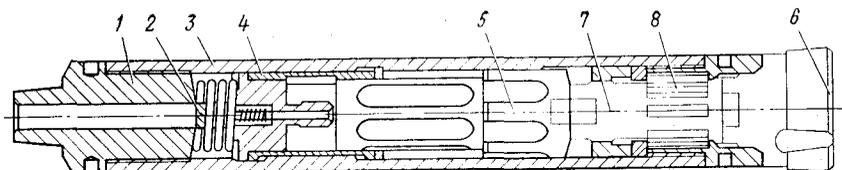


Рис. 3.11. Пневмоударник фирмы «Ингерсол Рэнд», США:
 1 – хвостовик; 2 – обратный клапан; 3 – корпус; 4 – гильза;
 5 – ударник; 6 – рабочая часть долота; 7 – хвостовик долота;
 8 – шлицы на долоте

Шведская фирма «Атлас Копко» выпускает пневмоударники под индексом COP-42; COP-62; COP-6МК2; COP-4МК2. Этими механизмами бурят скважины диаметром 105-216 мм. Особенностью пневмоударников зарубежных фирм является применение повышенного давления сжатого воздуха. Для этих условий выпускаются пневмоударники, работающие по схеме «золотник на поршне» (рис. 3.12).

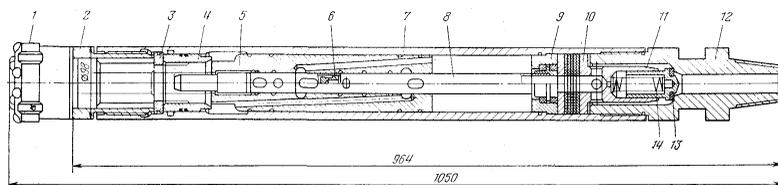


Рис. 3.12. Пневмоударник фирмы «Атлас Копке»:
 1 – долото; 2 – букса; 3 – полукольцо; 4 – втулка; 5 – ударник;
 6 – перегородка; 7 – цилиндр; 8 – трубка; 9 – ярмо;
 10 – крышка; 11 – стакан; 12 – переходник;
 13 – обратный клапан; 14 – пружина

Расширители

Расширители предназначены для увеличения диаметра скважины в породах средней и высокой крепости по предварительно пробуренной скважине с применением пневмоударников при бурении как вверх, так и вниз. Состоит из следующих частей: направляющей по диаметру пробуренной скважины, корпуса расширителя, хвостовика для крепления к пневмоударнику, который может выполняться с байонетным или шлицевым соединением.

На буровых станках НКР-100М применяют различные расширители, в том числе и зарубежных производителей (при изготовлении соответствующих переходных соединений).

Наибольшее распространение получил расширитель Р 155-250 для разбуривания взрывных скважин диаметром от 155 до 250 мм (табл. 3.6). Соединение расширителя с пневмоударником – шлицевое.

Таблица 3.6

Технические характеристики расширителя Р 155-250

Диаметр номинальный D, мм	155-250
Масса, кг, не более	43
Диаметр хвостовика d, мм	96

Определение основных параметров погружного пневмоударника

Производительность бурения, как известно, определяется в первую очередь эффективностью разрушения горных пород на забое. Наиболее производительным в настоящее время является ударно-вращательный способ, осуществляемый с помощью погружных ударных машин. Сочетание статических и динамических нагрузок, приводящих к смятию-резанию и дроблению-скалыванию обеспечивает эффективное разрушение пород на забое. Ведущую роль при этом играют ударные импульсы, а осевая нагрузка и вращение погружного пневмоударника выполняют вспомогательную роль, обеспечивая постоянный контакт инструмента с породой. Ударно-вращательный способ характеризуется высокими значениями энергии удара (не менее 40 Дж), малыми значениями частоты вращения (10-60 мин-1) и осевой нагрузки (300-600 Н на инструмент диаметром 59-105 мм).

Энергию единичного удара A , Дж, рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad (3.1)$$

где m – масса ударника, кг;

v – скорость ударника перед ударом, м/с.

Скорость ударника перед ударом определяют путем измерения времени t , с, прохождения между фиксированными точками перед ударом после открытия ударником выхлопных отверстий по формуле

$$v = \frac{s}{t}, \quad (3.2)$$

где s – расстояние между двумя фиксированными точками, м.

Удельный расход сжатого воздуха q , $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{кВт})$, определяют по формуле

$$q = \frac{Q}{N_{\text{уд}} + N_{\text{ер}}}, \quad (3.3)$$

где Q – расход воздуха пневмударника при бурении, $\text{м}^3/\text{с}$;
 $N_{\text{уд}}$ – ударная мощность перфоратора, кВт.

Ударную мощность перфоратора $N_{\text{уд}}$, кВт, рассчитывают по формуле

$$N_{\text{уд}} = A n_{\text{у}} 10^{-3}, \quad (3.4)$$

где A – энергия единичного удара, Дж;
 $n_{\text{у}}$ – частота ударов, с^{-1} .

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с описанием работы и устройством погружного пневмударника и его основных узлов и уяснить цель выполнения лабораторной работы.

2. Разобрав буровой инструмент, измерить расстояние хода поршня в цилиндре между фиксированными точками перед ударом в крайнем положении и после открытия ударником выхлопных отверстий.

3. С помощью весов определить массу ударника.

4. Выполнить расчет основных параметров погружного пневмударника.

Обработка результатов замеров

1. По измеренной длине хода ударника S , м, и времени прохождения фиксированных точек t , мин (табл. 3.7) определяется скорость ударника перед ударом V , м/с.

2. По измеренной массе ударника m , кг, и рассчитанной скорости ударника V , м/с, определяется его энергия единичного удара A , Дж.

3. По определенной энергии удара A , Дж, и частоте ударов $n_{\text{у}}$, с^{-1} (см. табл. 3.7) по формуле (3.4) определяется ударная мощность перфоратора $N_{\text{уд}}$, кВт.

4. Затем по формуле (3.3) определяется удельный расход сжатого воздуха q , $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{кВт})$.

5. Все данные по замерам и результаты вычислений представляются в виде табл. 3.8.

Таблица 3.7

Исходные данные для расчета

Исходные данные	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
$t, \text{с}$	0,7	0,71	0,65	0,67	0,75	0,73	0,6
$n_y, \text{с}^{-1}$	24	28	32	30	27	23	35
$Q, \text{м}^3/\text{мин}$	5	10	9	7	11	6	8

Таблица 3.8

Пневмоударник	Результаты измерений		Результаты вычислений			
	$m, \text{кг}$	$S, \text{м}$	$A, \text{Дж}$	$V, \text{м/с}$	$N_{\text{уд}}, \text{кВт}$	$q, \text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{кВт})$

Контрольные вопросы

1. Поясните понятие «буровой инструмент».
2. Буровые штанги, предназначение.
3. Достоинства погружного пневмоударника.
4. Принцип действия погружных пневмоударников.
5. Условное обозначение погружного пневмоударника.
6. Назначение и диапазон применения расширителей.

Практическая работа №4

РАСЧЕТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ, ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУРОВОГО СТАНКА НКР-100М

Цель работы

Изучить принцип расчета теоретической, технической и эксплуатационной производительности бурового станка НКР-100М.

Общие сведения

Производительность бурильных машин ударно-вращательного действия определяется начальной механической скоростью бурения, затратами времени на спускоподъемные операции, стойкостью долота, числом скважин в веере, временем передвижения станка с одного веера на другой. При этом организация работы имеет существенное влияние на величину производительности станков ударно-вращательного бурения. При хорошей организации коэффициент использования станков во времени достигает 65-75 %. Среднее значение коэффициента использования станков составляет 50-60 %.

Начальную механическую скорость бурения скважин пневмоударниками V_n , мм/с, можно определить по формуле

$$V_n = \frac{80 An}{d^2 f}, \quad (4.1)$$

где A – энергия удара, Дж;
 n – частота ударов, c^{-1} ;
 d – диаметр долота, мм;
 f – коэффициент крепости пород.

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

$$v = v_n - \beta L, \quad (4.2)$$

где β – коэффициент падения скорости бурения с глубиной скважины;
 L – глубина скважины, м.

При расчетах значения коэффициента β следует принимать из табл. 4.1 в зависимости от глубины скважины L .

Средняя скорость бурения скважин v_{cp} , м/мин, до глубины L

$$v_{cp} = v_n - \beta L/2. \quad (4.3)$$

Время бурения скважины, мин,

$$T_6 = \frac{L}{v_n - \beta L/2}. \quad (4.4)$$

Время бурения 1 м скважины, мин/м, до глубины L

$$T_{\text{ср}} = \frac{T_6}{L} = \frac{1}{V_n - \beta \frac{L}{2}}. \quad (4.5)$$

Таблица 4.1

Значения коэффициента β в зависимости от глубины скважины

Глубина скважины L , м	Значения коэффициента β , 1/мин
5	0,0001
10	0,0002
15	0,0003
20	0,0004
25	0,0005
30	0,0006
35	0,0007
40	0,0008
45	0,0009
50	0,001

Теоретическая производительность станка, м/ч,

$$Q = 60 (V_n - \beta \frac{L}{2}). \quad (4.6)$$

Техническая производительность, м/ч,

$$Q_{\text{тех}} = \frac{60K_r}{\frac{1}{V_n - \beta \frac{L}{2}} + \left[\left(\frac{L}{B} + 1 \right) \frac{t_n + t_p}{2l} \right] + \frac{T_3}{B} + \frac{T_{\text{нп}} + T_{\text{зб}}}{L}}, \quad (4.7)$$

где $k_2 = T_o / (T_o - T_6)$ – коэффициент готовности станка;

T_o – средняя наработка на отказ, мин, ч;

T_6 – среднее время восстановления отказа, мин, ч;

B – стойкость долота на одну заточку, м, принимать из табл. 4.2;

t_n и t_p – соответственно время навинчивания и развинчивания одной штанги, мин;

l – длина штанги, м;

T_3 – время замены долота, мин;

T_n – время наведения станка на скважину, мин;

$T_{\text{зб}}$ – время забуривания скважины, мин;

m – число скважин в забое;

L – глубина скважины, м.

Эксплуатационная производительность станка Q_3 , м/смену, определяется с учётом простоев станка по организационным причинам

$$Q_3 = \frac{(T_{см} - T_{п.з} - T_{о.п})K_r}{\frac{1}{V} \frac{L}{n - \beta \frac{L}{2}} + \left[\left(\frac{L}{B} + 1 \right) \frac{t_n + t_p}{2l} \right] + \frac{T_3}{B} + \frac{(T_{нп} + T_{зб})m}{ml}}, \quad (4.8)$$

где $T_{см}$ – длительность смены, мин;
 $T_{п.з}$ – время на подготовительно-заключительные операции, мин;
 $T_{о.п}$ – время организационных простоев, мин;
 T_n – время перегона станка, мин;
 m – число скважин в забое.

Таблица 4.2

Стойкость долота B

Коэффициент крепости буримых пород f	B , м
8-10	12
10-12	8
12-14	6
14-16	4
16-18	3
18-20	2

Для полного веера число скважин, шт.,

$$m = \frac{2\pi L}{b},$$

где b – расстояние между концами скважин в секторе, м (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Значения расстояния b

Крепость буримых пород f	b , м
8—10	3,5
10—12	3,2
12—14	3,0
14—16	2,8
16—18	2,6
18—20	2,4

Производительность бурового станка в тоннах отбитой руды определяется умножением Q , на выход руды с 1 м скважины λ . Значения основных величин в зависимости от крепости руды приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Значения основных величин в зависимости от коэффициента крепости руды

Параметры	Коэффициент крепости руды, f			
	8-10	10-12	12-14	14-16
V_n , мм/мин	120	98	80	65
λ , т/м	24	21	17	14
B , м	12	8	6	4
b , м	3,5	3,2	3	2,8

Порядок выполнения работы

1. Определить скорость бурения скважины при значениях глубины бурения $L = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ м.

2. Определить среднюю скорость бурения скважины для значений глубины бурения $L = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ м.

3. Определить время бурения скважины для значений глубины бурения $L = 10, 20, 30, 40, 50, 60$ м.

4. Определить значения теоретической, технической и эксплуатационной производительности станка, используя исходные данные, значения скорости бурения, полученные выше, а также данные, указанные в заданном варианте задания (табл. 4.5).

5. Результаты расчета занести в табл. 4.6.

Построить графики теоретической, технической и эксплуатационной производительности станка в зависимости от глубины бурения L . Проанализировать полученные зависимости.

Таблица 4.5

Варианты заданий

Номер варианта	Крепость породы f	Выход руды с 1 м скважины λ , т/м	Стойкость долота на одну заточку B , м	Расстояние между концами скважин b , м
<i>Пневмоударник ПП-105-2,4 (М48)</i>				
1	8	26	15	3,6
2	9	25	14	3,5
3	10	24	13	3,4
4	11	23	12	3,2
5	12	22	11	3,0
6	13	21	10	2,8
7	14	20	9	2,6

Окончание табл. 4.5

Номер варианта	Крепость породы f	Выход руды с 1 м скважины λ , т/м	Стойкость долота на одну заточку B , м	Расстояние между концами скважин b , м
8	15	19	8	2,4
9	16	18	6	2,2
10	17	17	5	2,0
11	18	16	4	1,8
<i>Пневмоударник ПП-105-2,2 (П1-75)</i>				
12	8	26	15	3,6
13	9	25	14	3,5
14	10	24	13	3,4
15	11	23	12	3,2
16	12	22	11	3,0
17	13	21	10	2,8
18	14	20	9	2,6
19	15	19	8	2,4
20	16	18	6	2,2
21	17	17	5	2,0
22	18	16	4	1,8
<i>Пневмоударник П-155-4,1 (М-32К)</i>				
23	8	60	20	7,5
24	9	50	18	7,0
25	10	45	16	6,5
26	11	40	13	6,1
27	12	35	11	6,3
28	13	30	8	5,9
29	14	22	7	5,6
30	15	23	6	5,4
31	16	25	5	5,2
32	17	23	4	5,0
33	18	20	3	4,8
<i>Пневмоударник П-105-2,6</i>				
34	8	26	15	3,6
35	9	25	14	3,5
36	10	24	13	3,4
37	И	23	12	3,2
38	12	22	11	3,0
39	13	21	10	2,8
40	14	20	9	2,6
41	15	19	8	2,4
42	16	18	6	2,2
43	17	17	5	2,0
44	18	16	4	1,8

Таблица 4.6

Таблица результатов расчета параметров станка НКР-100М

№ п/п	Ф.И.О. студента		Шифр группы		Вариант № ...		
	Глубина бурения, L , м	Скорость бурения V , м/мин	Средняя скорость бурения $V_{ср}$, м/мин	Время бурения скважины T_b , т/ч	Теоретическая производительность станка Q , т/ч	Техническая производительность станка $Q_{тех}$, т/ч	Эксплуатационная производительность станка $Q_{тех}$, т/ч
1	10						
2	20						
3	30						
4	40						
5	50						
6	60						

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буровой станок НКР-100М. Практикум: учеб. пособие для вузов / Л.И. Кантович, В.М. Наумкин, М.В. Разумов, В.Н. Гребенников. 2-е изд. М.: Изд-во ИД МИСиС, 2016. 83 с.
2. Станки буровые подземные НКР-100М. Инструкция по эксплуатации. Днепропетровск, 1977. 55 с.
3. ГОСТ Р 51246-99. Перфораторы пневматические переносные. Технические требования и методы испытаний.
4. Анфимов М.И. Редукторы. Конструкции и расчет. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1993. 463 с.
5. Сафохин М.С., Александров Б.А., Нестеров В.И. Горные машины и оборудование: учебник для вузов. М.: Недра, 1995.
6. Шадрина А.В., Кабанова Т.В. Исследование разрушения твердой горной породы энергией удара // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М.: Изд-во «Горная книга», 2014. № 6. С. 381-385.
7. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. М: Недра, 1987. 272 с.
8. Михайлов Ю.Н., Кантович Л.П. Горные машины и комплексы. М.: Недра, 1975. 424 с.

Учебное издание

Анатолий Дмитриевич КОЛЬГА
Булат Маратович ГАББАСОВ
Антон Иванович КУРОЧКИН
Сергей Владимирович ПОДБОЛОТОВ

**ГОРНАЯ МАШИНА:
БУРОВОЙ СТАНОК НКР-100М**

Практикум

Редактор Н.П. Боярова
Компьютерная верстка А.А. Нерода

Подписано в печать 31.07.2017. Рег. № 2-17. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.
Плоская печать. Усл. печ. л. 3,25. Тираж 50 экз. Заказ 314.



Издательский центр ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38
Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»