

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В.Плеханова
(технический университет)

В.В.ГАБОВ, Ю.В.ЛЫКОВ, А.Ю.КУЗЬКИН

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

КОНСТРУКЦИИ БУРОВЫХ МАШИН ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по университетскому политехническому образованию в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование»*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2010

УДК 622.233.5 (075.8)

ББК 33.21 я7

Г121

Представлены компоновка, конструкции узлов, кинематические, гидравлические и пневматические схемы буровых машин, используемых на подземных горных работах.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Технологические машины и оборудование» по специальности «Горные машины и оборудование», рекомендуется студентам, обучающимся по специальностям «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», «Шахтное подземное строительство» и «Взрывное дело» по направлению «Горное дело», а также по специальностям «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» и «Экономика и управление на предприятии (в горной промышленности и геологоразведке)».

Рецензенты: д-р техн. наук *А.В.Михайлов* (ОАО «ВНИИТП»), канд. техн. наук *А.Н.Коровников* (ОАО НПК «Механобр-техника»).

Габов В.В.

Г121. Горные машины и оборудование. Конструкции буровых машин для подземных работ: Учеб. пособие / В.В.Габов, Ю.В.Лыков, А.Ю.Кузькин. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2010. 118 с.

ISBN 978-5-94211-445-9

УДК 622.233.5 (075.8)

ББК 33.21 я7

ISBN 978-5-94211-445-9

© Санкт-Петербургский горный институт имени Г.В.Плеханова, 2010

Введение

Вся история развития человечества подтверждает увеличение потребностей в рудных и нерудных полезных ископаемых на каждом последующем этапе развития цивилизации. На современном этапе рост горных работ связан не только с добычей полезных ископаемых, но и проведением и обустройством разного назначения тоннелей, хранилищ и других подземных сооружений в городском и транспортном строительстве, оборонной и хозяйственной отраслях.

Современные технологии добычи полезных ископаемых и проведения выработок в подземных условиях и на открытых работах обеспечиваются системами горных машин, комплексами и оборудованием, глубоко интегрированными в общий технологический процесс. К таким горным машинам относят добычные и проходческие машины и комплексы, буровые машины, станки и установки, транспортные, обогатительные и вспомогательные машины.

Успешное использование горных машин по назначению, их своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонты, разработка и изготовление перспективных новых машин невозможны без хороших знаний особенностей конструкций современных машин и их систем, закономерностей развития и особенностей эксплуатации в условиях горного производства.

В учебном процессе важная роль отводится самостоятельной работе студентов на лабораторных и практических занятиях, формированию устойчивых навыков работы с конструкторской документацией и умению проводить анализ конструкций и режимов работы горных машин и их систем.

Эксплуатация и особенно проектирование и конструирование горных машин – процесс творческий. Каждая задача, особенно при конструировании, может иметь несколько решений. Важно обоснованно выбрать критерии, сопоставить по ним конкурирующие варианты и выбрать наиболее предпочтительный. Такой сравнительный анализ конструктивных решений широко представлен в данном пособии.

Учебное пособие будет полезно для использования непосредственно на лабораторных и практических занятиях, а также для самостоятельной работы студентов при подготовке к занятиям и экзаменам.

Для оценки степени усвоения материала в конце каждого раздела приводятся контрольные вопросы.

В предлагаемом учебном пособии приведены не все машины и оборудование, а только наиболее характерные для бурения шпуров и скважин и проведения выработок бурением в подземных условиях. Для ознакомления с новыми машинами, выпускаемыми различными отечественными и зарубежными фирмами, авторы рекомендуют читателю обратиться к периодической печати, в частности к журналам «Горный журнал», «Горное оборудование и электромеханика», «Glückauf», «Уголь», «Безопасность труда в промышленности», и к справочным изданиям.

Авторы с благодарностью примут замечания и пожелания по улучшению содержания и структуры учебного пособия.

1. ПЕРФОРАТОРЫ ПЕРЕНОСНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Перфоратор представляет собой бурильную головку для бурения шпуров ударным способом, автоматически наносящую последовательные удары по торцу бурового инструмента при повороте перед каждым последующим ударом во время обратного хода поршня-ударника перфоратора [3, 5, 12].

ГОСТ 10750-80 предусматривает в качестве главного параметра перфоратора энергию удара поршня-ударника (табл.1.1).

Таблица 1.1

Основные параметры переносных перфораторов

Параметры	Норма для типоразмера			
	ПП-36 (ПР-20)	ПП-50 (ПР-25)	ПП-54 (ПР-27)	ПП-63 (ПР-30)
Энергия удара, не менее, Дж	36	50	54	63,74
Частота ударов, не менее, с ⁻¹	38,33	34	38,33	30
Крутящий момент на буровом инструменте, не менее, Н·м	18	20	26,5	26,5
Диаметр поршня-ударника, мм	72	80	85	75
Ход поршня-ударника, мм	46	45	45	71
Масса перфоратора, кг	24	30	32	35
Диаметр шпура, мм	32-40	36-40	40-46	40-46
Длина шпура до, м	2,0	3,0	4,0	5,0
Коэффициент крепости буримых пород	≤ 11-12	≤ 14	≤ 14	≤ 20

Выпускаемые модификации перфораторов отличаются друг от друга устройствами для очистки шпура от буровой мелочи (шлама). Номинальное давление сжатого воздуха 0,5 МПа.

В маркировке перфораторов (например, ПП-54ВБ2) последовательно указано: ПП – перфоратор переносной; 54 – энергия удара в джоулях; буквы В, Б, С, П, Т – модификация; цифра 2 – исполнение после второй модернизации, для районов с умеренным климатом.

Обозначения модификации:

В – пылеподавление водой при бурении (осевая подача воды);

Б – боковая подача воды в буровой инструмент для промывки шпура;

С – усиленная продувка шпура сжатым воздухом;

П – центральный пылеотсос шлама из шпура;

Т – климатическое исполнение (указывается только для тропиков);

СВП – очистка шпура горячим воздухом с последующим выносом коагулированной пыли в виде гранул (при бурении вечномёрзлых россыпей Северо-Востока).

Переносные перфораторы предназначены для бурения горизонтальных и наклонных шпуров с применением пневматических поддержек или других установочно-подающих устройств при проведении горных выработок, добыче полезных ископаемых и других технологических процессов по массивам с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М.Протодьяконова от 6 до 20 (табл.1.1).

Перфораторы широко используются при разбуривании негабаритов на открытых горных работах (ПП-36), при буровзрывной технологии проведения выработок и добыче полезных ископаемых (ПП-50, ПП-54), для бурения нисходящих шпуров при проходке стволов шахт в породах большой крепости $f \leq 20$ (ПП-63).

Кроме того, перфораторы ПП-54 и ПП-63 применяются в качестве бурильных головок на станках строчечного бурения при добыче блочного камня на карьерах. Недостатком

переносных перфораторов является необходимость приложения значительной мускульной силы при установке и бурении, что вызывает быстрое утомление бурильщика и снижает производительность работ, а длительное соприкосновение с вибрирующими узлами перфоратора может привести к профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Поэтому переносные перфораторы целесообразно применять при выполнении разовых работ с невысокой интенсивностью.

1.2. УСТРОЙСТВО ПЕРФОРАТОРА И ЕГО УЗЛОВ

Выпускаемые перфораторы в основном аналогичны по устройству и отличаются лишь конструкцией воздухораспределительного механизма, способом очистки шпура от буровой мелочи, типом виброгасящей каретки и некоторыми второстепенными деталями.

Перфоратор типа ПП-63 (рис.1.1) состоит из трех основных узлов: головки 2, цилиндра 5 и бурового патрона 10, соединяемых стяжными болтами 18 с гайками 19.

В головке 2 размещены пусковой кран 3 для подачи сжатого воздуха с ручкой управления 22 и детали устройства для промывки шпура водой: водяная трубка 16, шланг 21 с краном 20 и детали для подачи воды в трубку от шланга (переходное звено, уплотнительные прокладки, втулка).

В цилиндре 5 перемещается поршень-ударник 9. Внутри цилиндра с левой стороны размещен механизм поворота бура «с», к нему примыкает воздухораспределительный механизм «в», обеспечивающий автоматическую попеременную подачу сжатого воздуха в штоковую (правую) или поршневую (левую) полости цилиндра. В правой части цилиндра запрессована направляющая втулка 8, в которой движется шток поршня-ударника 9.

В буровом патроне 10 установлены детали поворотного механизма бура: поворотная 11 и концевая 12 буксы. В концевую буксу входит шестигранный конец хвостовика бура. На конце бурового патрона на двух болтах с пружинами установлен откидной буродержатель 13, предназначенный для удержания бура в перфораторе при извлечении его из шпура. Пружины предназначены для возврата бура под удар поршня-ударника в случае неупругого удара коронки о забой.

Поршень-ударник 9 под действием сжатого воздуха совершает возвратно-поступательные движения в цилиндре 5. В конце рабочего хода поршень-ударник наносит удар по хвостовику бура. При обратном (холостом) ходе механизмом поворота «с» поршень-ударник 9 поворачивается на определенный угол и через сопряженные с ним буксы 11, 12 поворачивает бур. К цилиндру 5 крепится виброгасящая каретка 1, к которой специальным стержнем (через отверстие диаметром 15,5 мм) присоединяется пневмоподдержка. Глушитель шума 6 представляет собой резиновую камеру, надетую на выхлопную горловину цилиндра.

Воздухораспределительные устройства выпускаются золотникового, клапанного и бесклапанного типов. В данном разделе детально рассматриваются первые два типа.

1.3. ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО

Пусковое устройство (рис.1.1) в виде крана 3 предназначено для регулирования подачи сжатого воздуха в перфоратор через патрубок 17 и подводящий рукав.

Кран выполнен в виде конусной пробки, которая может быть установлена в три фиксированных положения: «Стоп», «Забуривание» и «Полная работа». У перфораторов, имеющих промывку шпура водой, имеется четвертое фиксированное положение – «Интенсивная продувка». Фиксация положений крана 3 достигается внутренним фиксатором-штифтом.

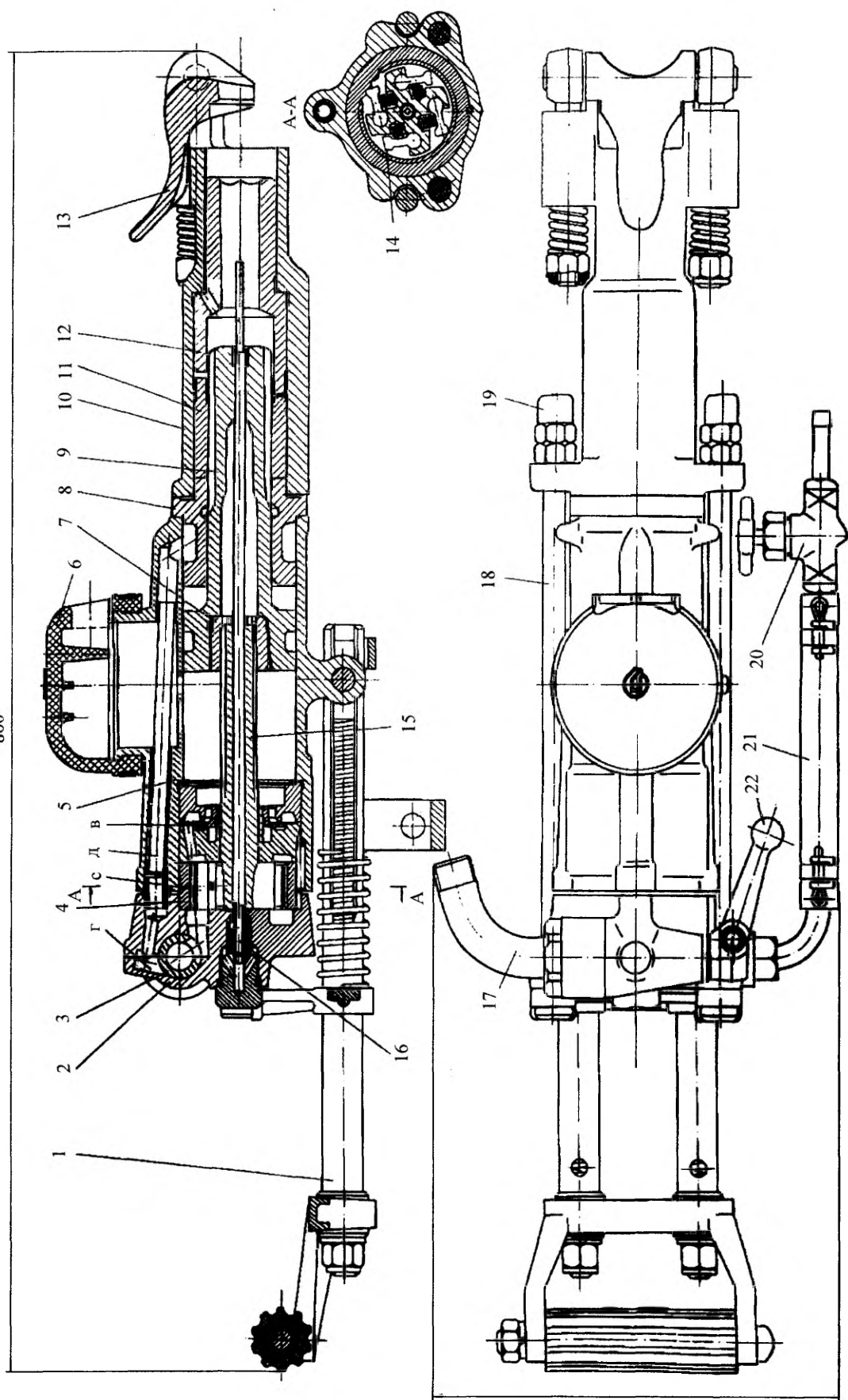


Рис. 1.1. Перфоратор переносной с осевой (центральной) подачей воды в буровую штангу ПП-63В

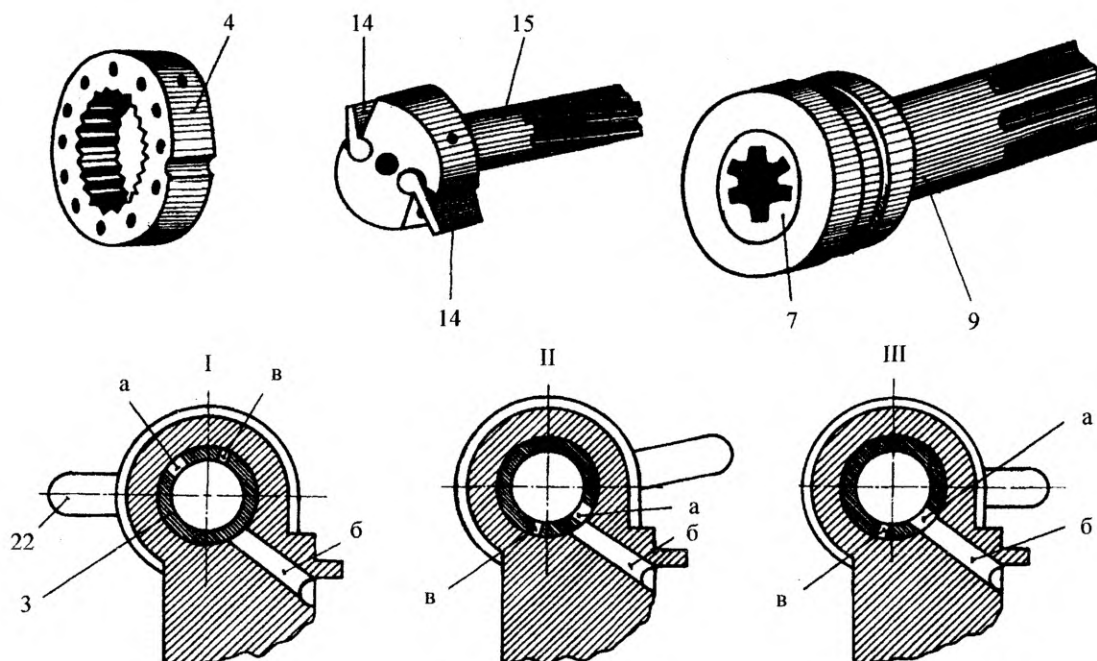


Рис.1.2. Узлы перфоратора

Поворот рукоятки 22 (рис.1.2) обеспечивает различные режимы работы перфоратора: в положении I подача сжатого воздуха из канала «б» в отверстие «а» невозможна (режим «Стоп»); в положении II подача сжатого воздуха ограничена, осуществляется режим «Забуривание» с малыми частотой и энергией ударов; в положении III подача сжатого воздуха не ограничивается – отверстие «а» совпадает с каналом «б» и соответствует режиму «Полная работа».

Продувка шпура по окончании бурения (см. рис.1.1) осуществляется сжатым воздухом, поступающим в правую часть цилиндра 5 перфоратора, благодаря совпадению канала «б» с каналом «в» (на рис.1.2 положение «Интенсивная продувка» не показано), а канала «а» со специальными каналами «г» и «д» (см. рис.1.1).

1.4. ЗОЛОТНИКОВОЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Данный вид воздухораспределительных устройств применен в перфораторе ПП-63СВП завода «Пневматика». Эта схема относится к устройствам с принудительным управлением перекидкой регулирующего органа. Наибольшее распространение в качестве регулирующего органа получил трубчатый золотник.

Воздухораспределительное устройство (рис.1.3) состоит из цилиндрического золотника 3, втулки 5, крышки 2, золотниковой коробки 4. Золотник имеет фланец «н», площадь которого значительно превышает площадь опорных торцов «о», находящихся во взаимодействии со сжатым воздухом в полостях рабочего цилиндра. Поэтому для перемещения золотника требуется сравнительно небольшое давление воздуха, воздействующего на фланец «н» (переброска золотника происходит за счет разности сил, действующих на торец «о» и фланец «н»).

В момент, показанный на рис.1.3, а, поршень-ударник в начале рабочего хода занимает крайнее левое положение, при этом золотник занимает также крайнее левое положение (усилие на правый торец золотника больше, чем на левый из-за разности площадей торцов, на которые воздействует сжатый воздух).

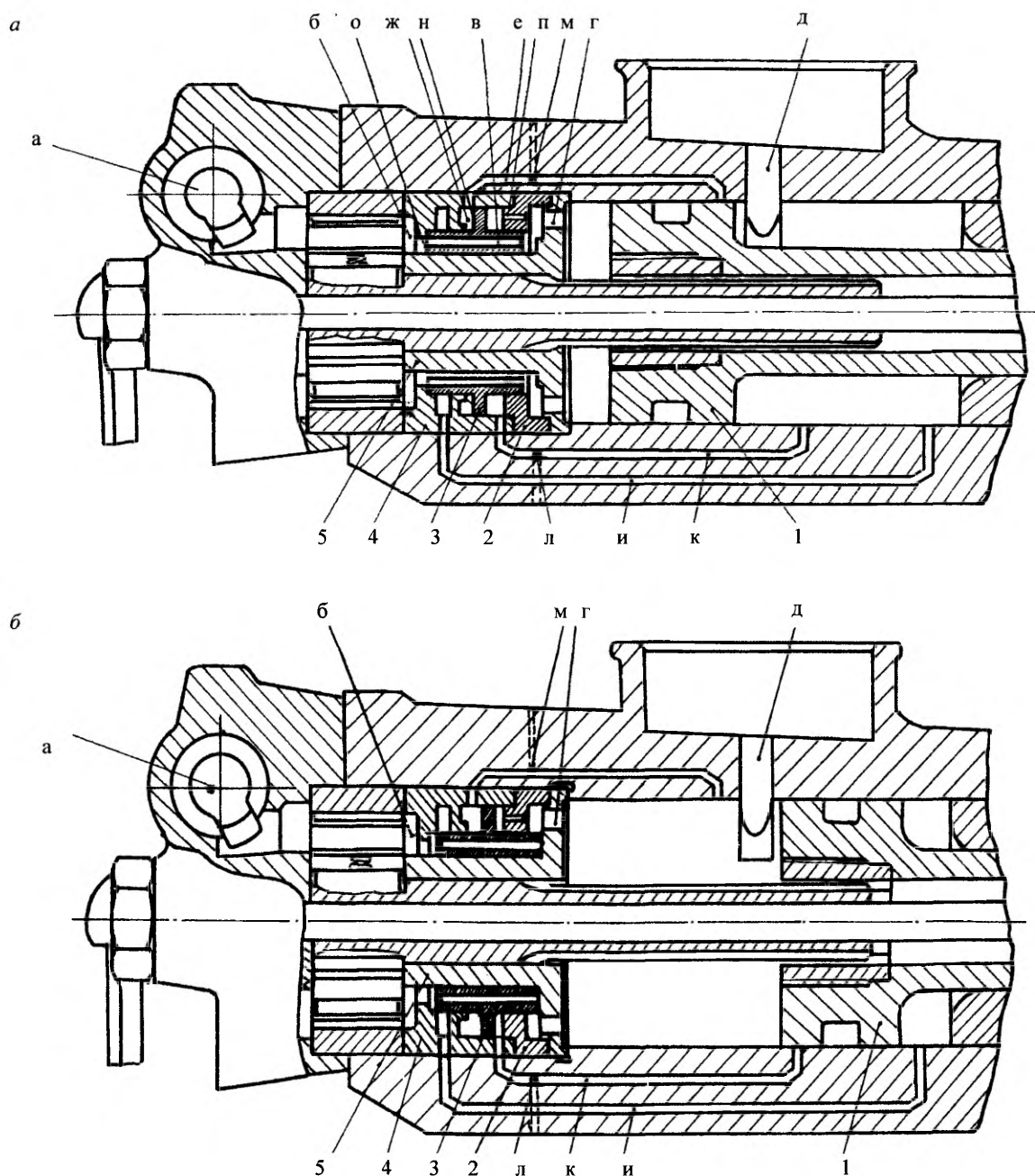


Рис.1.3. Золотниковое воздухораспределительное устройство: а – рабочий ход; б – холостой ход

От пускового крана по отверстию «а» сжатый воздух поступает к золотниковой коробке (полость «б»). Далее по каналам «в» золотника и отверстиям «г» втулки 5 золотника сжатый воздух поступает в левую полость цилиндра перфоратора. Отверстие «п» работает только в момент запуска перфоратора, обеспечивая фиксацию крайнего положения золотника, и в дальнейшем не влияет на его работу.

Под действием давления сжатого воздуха поршень-ударник 1 перемещается вправо (рабочий ход). Воздух из правой полости цилиндра вытесняется через выхлопное отверстие «д» в атмосферу до тех пор, пока поршень не перекроет это отверстие своей правой кромкой. Продолжая двигаться вправо, поршень открывает своей левой кромкой канал «е», по которому сжатый воздух поступает в полость «ж» золотниковой коробки с левой стороны фланца «н» золотника, заставляя золотник перемещаться вправо (рис.1.3, б). При этом

кольцевая полость с правой стороны фланца золотника каналом «к» и кольцевым каналом поршня соединена с атмосферой (отверстие «д»). Перемещение золотника составляет 2-2,5 мм, при этом золотник успевает набрать достаточную скорость, обеспечивающую быстрое открытие щели для подачи сжатого воздуха в правую полость цилиндра. После переброски золотника левая кромка поршня открывает отверстие «д», и оставшийся воздух из левой полости цилиндра выходит в атмосферу. В это время поршень-ударник наносит удар по торцу бура (штанги).

Поршень-ударник после удара по буру и отскока подхватывается сжатым воздухом, поступающим по каналу «и» в правую полость цилиндра, и движется влево. Совершая обратный (холостой) ход, поршень-ударник при этом поворачивается на застопоренном геликоидальном стержне и обеспечивает таким образом поворот бура на конструктивно определенный угол. Золотник 3 удерживается в правом положении под действием сжатого воздуха на его левый торец (рис.1.3, б). Как только правая кромка поршня откроет входное отверстие канала «к», в него устремится сжатый воздух и перебросит золотник влево (рис.1.3, а) для осуществления следующего рабочего хода.

Каналы «к» и «е» через постоянно открытые отверстия малого сечения каналов «л» и «м» сообщаются с атмосферой, благодаря чему обеспечивается перемещение золотника при уже закрывшемся отверстии на выхлоп, при этом кинетическая энергия золотника расходуется на вытеснение воздуха через канал «л» или «м», скорость золотника уменьшается и этим обеспечивается безударное, четкое переключение золотника.

Характерной особенностью золотникового воздухораспределительного устройства является то, что перемещение золотника происходит сжатым воздухом, поступающим из пневмосети, без прямого выброса его в атмосферу. Это устройство не требует сжатия воздуха поршнем-ударником в соответствующих полостях цилиндра, что уменьшает тормозящее действие на поршень.

Достоинствами золотникового воздухораспределительного устройства являются:

- более экономичный расход сжатого воздуха при работе;
- возможность бурения при перепадах давления в шахтной сети (менее чувствительны к падению давления сжатого воздуха в сети);

- возможность работы при отрицательных температурах атмосферного воздуха.

Недостатками золотникового воздухораспределительного устройства являются:

- большая масса золотника, что замедляет его перемещение (поэтому это устройство не рекомендуется для бурильных головок с большой частотой ударов);

- сложность изготовления золотника из-за наличия нескольких концентрических подвижных посадок второго класса, что значительно увеличивает стоимость всего перфоратора;

- быстрый износ золотника в процессе работы.

1.5. КЛАПАННОЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Данный вид воздухораспределительных устройств применяется во всех типоразмерах переносных перфораторов, за исключением ПП-63СВП.

Клапанное воздухораспределительное устройство (рис.1.4, а) состоит из кольцевого фланцевого клапана 6, клапанной коробки 7 с отверстиями 1 и крышки 5. Сжатый воздух от пускового крана через отверстие «а» поступает по каналу «б» к клапанной коробке. Далее по каналам 1 проходит в кольцевую полость «в», откуда поступает в левую полость цилиндра по кольцевому зазору между клапаном 6 и крышкой 5. При этом клапан удерживается сжатым воздухом в крайнем левом положении, а поршень-ударник 3 перемещается вправо. Отверстие 2 служит исключительно для запуска перфоратора и на дальнейшую работу воздухораспределительного устройства ввиду своего малого сечения не влияет.

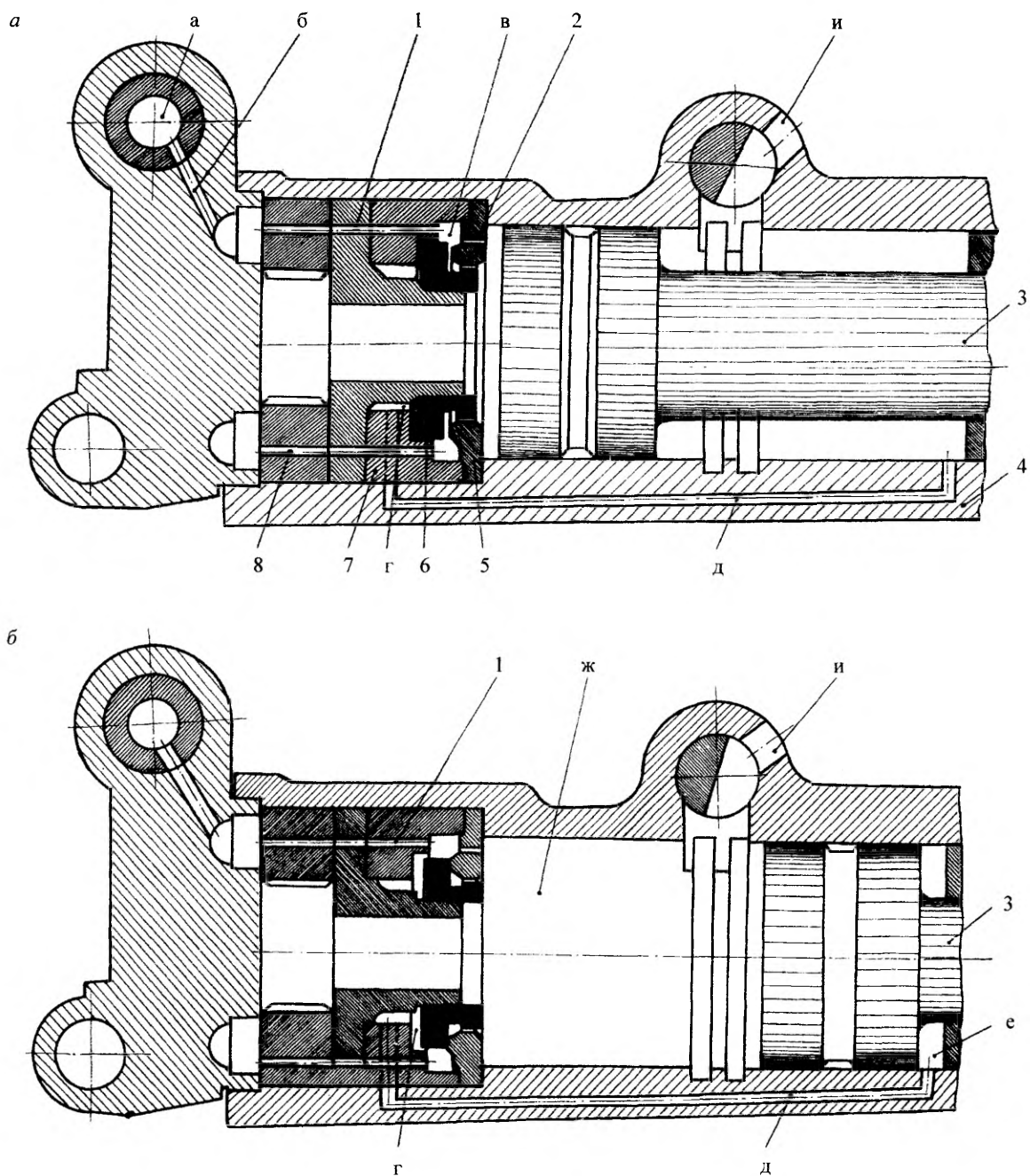


Рис.1.4. Клапанное воздухораспределительное устройство: а – рабочий ход; б – холостой

Двигаясь вправо, поршень перекрывает выхлопное отверстие «и» и сжимает в правой полости цилиндра 4 оставшийся воздух, который по каналу «д» проходит в кольцевую полость «г» и давит на левый торец клапана 6. Двигаясь дальше вправо, поршень открывает выхлопное отверстие «и», и сжатый воздух из левой полости цилиндра уходит в атмосферу. При этом давление на правый торец клапана 6 резко уменьшается, и он перемещается в крайнее правое положение.

В это время поршень-ударник 3, продолжая двигаться по инерции, наносит удар по торцу бура. Совершив удар, поршень-ударник (рис.1.4, б) отскакивает от бура и, подхватываемый сжатым воздухом, поступающим из полости «г» по каналу «д» в правую полость «е» цилиндра, начинает совершать обратный (холостой) ход, поворачивая при этом бур.

Двигаясь влево, поршень перекрывает выхлопное отверстие «и» и сжимает воздух в левой полости цилиндра, который давит на правый торец клапана 6.

При дальнейшем движении поршень открывает выхлопное отверстие «и» и соединяет правую полость цилиндра с атмосферой, давление в канале «д» падает, следовательно, падает давление, действующее на левый торец клапана 6. Под действием разности давлений клапан перебрасывается в левое крайнее положение. Сжатый воздух из сети проходит в левую полость «ж» цилиндра и снова начинается рабочий ход поршня-ударника.

Характерной особенностью клапанного воздухораспределительного устройства является то, что клапан перемещается под действием воздуха, сжимаемого в цилиндре самим поршнем-ударником.

Клапанные воздухораспределительные устройства просты, надежны в работе и быстросходны. Так как ход клапана составляет 0,5-1 мм, перемещение клапана длится очень малое время, благодаря чему уменьшаются потери сжатого воздуха. Это устройство может обеспечить большую частоту ударов поршня-ударника, поэтому они обычно устанавливаются в короткоходовых (длина хода 0,5-1,0 от диаметра поршня) перфораторах с большой частотой ударов. При большем ходе будет заметно сказываться тормозящее противодействие воздуха, сжимаемого в полостях цилиндра поршнем-ударником.

К недостаткам клапанных воздухораспределительных устройств относятся:

- неэкономичность из-за прямого выхода сжатого воздуха в атмосферу через выхлопное отверстие перфоратора при перемещении клапана;
- неудовлетворительная работа перфораторов вследствие перепада давления в шахтной сети и отрицательных температур окружающего воздуха.

1.6. МЕХАНИЗМ ПОВОРОТА БУРА

Наличие механизма поворота бура в перфораторах позволяет получить шпур правильной цилиндрической формы, а также лучше использовать скалывающие усилия, возникающие в породе при внедрении буровой коронки.

В переносных перфораторах осуществляется зависимое вращение бура от движущегося поршня-ударника. После каждого удара по торцу бура храповой механизм поворачивает поршень-ударник во время холостого хода на заданный угол. Механизм поворота (см. рис.1.1 и 1.2) состоит из геликоидальной гайки 7, закрепленной в поршне-ударнике 9, стержня 15 с геликоидальной нарезкой, головка которого имеет гнезда для собачек 14, и храпового кольца 4, к зубьям которого при помощи конических пружин прижимаются собачки 14 (рис.1.1, сечение А-А). Храповое кольцо 4 неподвижно закреплено в цилиндре 5 (см. рис.1.1). Прямолинейные шлицы поршня-ударника входят в пазы поворотной буксы 11, соединенной с концевой буксой 12, в которую вставлен шестигранный хвостовик бура.

Собачки позволяют геликоидальному стержню 15 вращаться только в одном направлении – против часовой стрелки. Во время рабочего хода поршня-ударника 9 геликоидальная гайка 7 давит своими выступами на шлицы геликоидального стержня и заставляет его вращаться против часовой стрелки. При этом собачки 14 проскальзывают по зубьям храпового кольца 4 и не препятствуют повороту стержня. После нанесения удара поршень-ударник движется назад. В этот момент геликоидальная гайка 7 не может повернуть стержень 15, так как собачки упираются торцами в зубья храпового кольца и вследствие этого

поворачивается поршень-ударник 9, от которого крутящий момент передается буксам 11, 12 и, соответственно, буровой штанге.

Крутящий момент в перфораторах имеет незначительную величину, а мощность механизма поворота бура, как правило, составляет не более 15 % от ударной мощности.

1.7. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

1.7.1. Устройства для удаления буровой мелочи и борьбы с пылью

При бурении образуется большое количество буровой мелочи, которую для успешного ведения процесса бурения необходимо удалять из шпура. Витаящую при этом в воздухе пыль необходимо осаждать и связывать, так как продолжительное вдыхание мелко-дисперсных частиц пыли является причиной профессионального заболевания горнорабочих – пневмокониоза.

Очистка шпура от буровой мелочи может производиться:

- водой, подаваемой в буровую штангу вдоль ее оси (осевая подача);
- водой, подаваемой в буровую штангу сбоку (боковая подача);
- продувкой;
- пылеотсосом.

Осевая (центральная) подача воды в буровую штангу (см. рис.1.1 и 1.5, а) предусмотрена на многих выпускаемых перфораторах. Вода к головке перфоратора подводится гибким шлангом (см. рис.1.1, позиция 21). Проходя через фильтр, вода попадает в трубку 16, которая проходит через геликоидальный стержень 15, поршень-ударник 9 и входит своим концом на 30-40 мм в осевой канал бура. При ударах поршня-ударника по буру трубка остается неподвижной. При повороте воздушного крана 3 осуществляется автоматическое включение подачи воды при бурении и отключение ее при остановке перфоратора. Подача воды в перфоратор регулируется краном 20. Давление поступающей воды должно быть приблизительно на одну атмосферу ниже давления сжатого воздуха, иначе она может проникать внутрь перфоратора, смывать смазку с трущихся частей (поршень-цилиндр) и вызывать их коррозию.

Недостатками осевой подачи являются: аэрация воды попадающим в нее сжатым воздухом по зазору между водяной трубкой и осевым каналом штока поршня-ударника; невозможность подачи большого количества воды в шпур из-за ее сравнительно малого давления и небольшого сечения водяной трубки.

При боковой подаче (рис.1.6) вода к буру подается при помощи муфты 1, надетой на специально обработанную цилиндрическую часть хвостовика бура (например, диаметром 30 мм, рис.1.7). Герметизация муфты 1 (см. рис.1.6) на хвостовике осуществляется резиновыми манжетами 2. Вода поступает в осевой канал бура (рис.1.7) через специально просверленное в хвостовике бура отверстие (торец бура, по которому бьет поршень-ударник, зачеканивается). Боковая подача воды исключает возможность аэрации воды и поступления ее внутрь перфоратора, однако необходимость специальной механической обработки хвостовика бура и резкое ослабление его радиальным отверстием являются существенными недостатками такого устройства.

Центральный пылеотсос (см. рис.1.5, б) целесообразно применять при проходке шахтных стволов с большим притоком воды, а также при бурении в районах вечной мерзлоты, высокогорной и пустынной местности, где подача воды на рудник затруднена. Отсос буровой мелочи осуществляется через отверстия буровой коронки по центральному каналу бура, а затем по расположенной в центре перфоратора трубке и пылеотводящему рукаву 6.

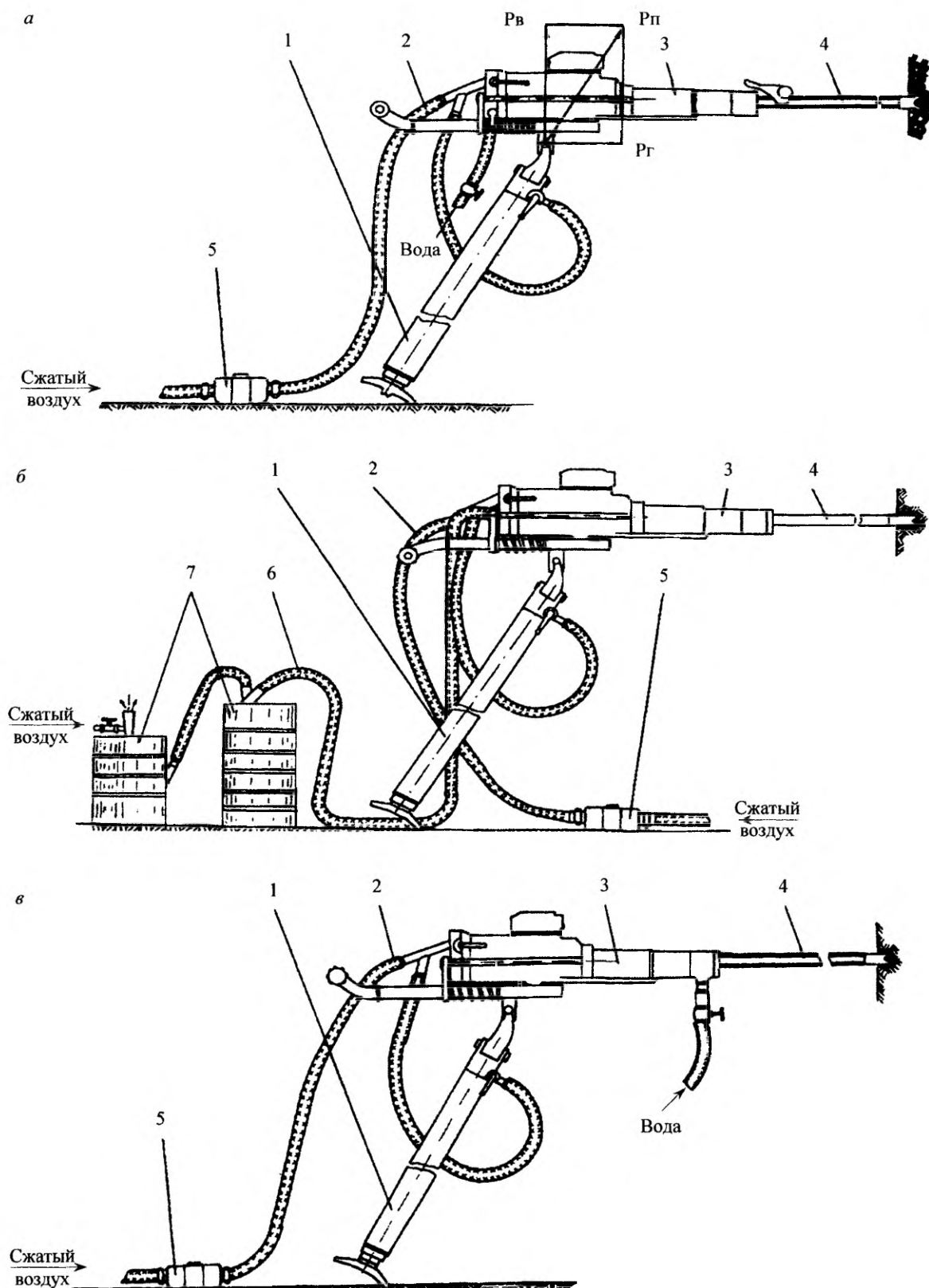


Рис.1.5. Схемы монтажа переносного перфоратора при различных устройствах очистки шпура от буровой мелочи и подавления пыли: *a* – при бурении с осевой подачей воды в бур; *б* – с пылеотсосом; *в* – с боковой подачей воды в бур
 1 – поддержка пневматическая; 2 – рукав подачи сжатого воздуха; 3 – перфоратор; 4 – бур с коронкой; 5 – автомасленка;
 6 – пылеотводящий рукав; 7 – пылеулавливающее устройство

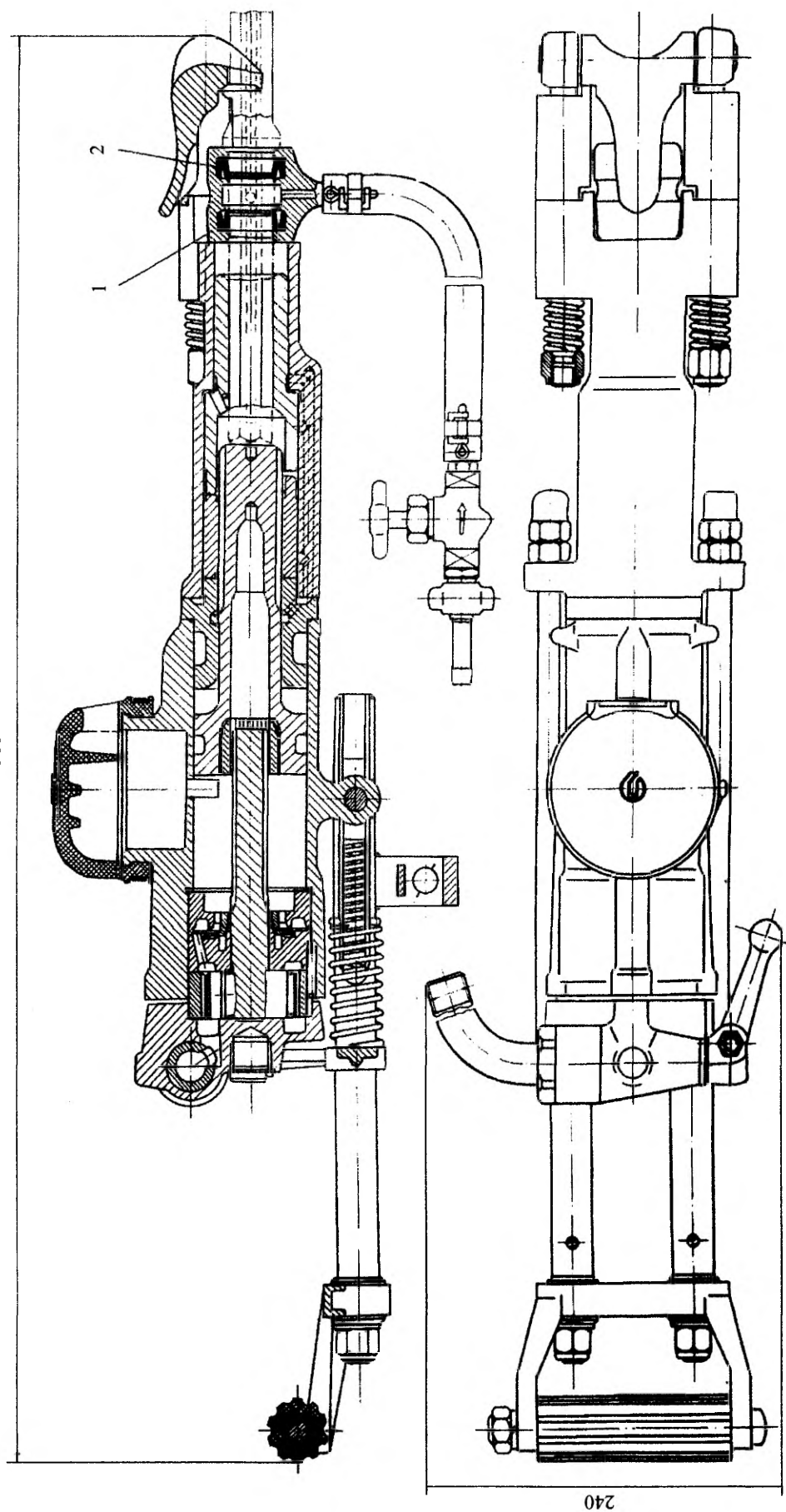


Рис. 1.6. Перфоратор переносной с боковой подачей воды в буровую штангу ПП-54ВБ

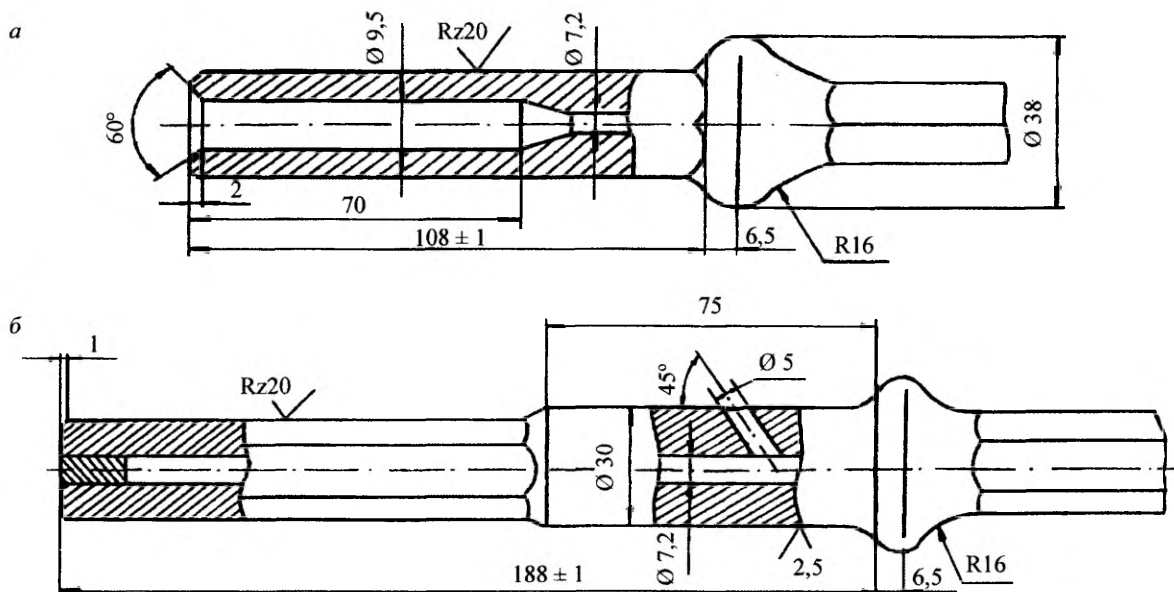


Рис.1.7. Хвостовики шестигранных буров для осевой (а) и боковой (б) подачи воды

Разрежение, необходимое для отсасывания буровой мелочи, создается обычно пневматическим эжектором, который помещается в пылеулавливающем устройстве 7, или в пылеотводящем рукаве 6, или в головке самого перфоратора 3.

1.7.2. Шумопоглощающие и виброзащитные устройства

Шум при работе перфораторов возникает в результате выхлопа отработанного воздуха, вибрации буровых штанг и соударений деталей. Глушитель конструкции завода «Пневматика», устанавливаемый на переносных перфораторах, снижает громкость звука при работе в 1,5 раза. Глушитель камерного типа выполнен из специальной резины и имеет форму цилиндрической чашки с направленным выхлопом. На внутренней поверхности камеры глушителя имеются поперечные ребра – экраны, гасящие звуковую энергию и конденсирующие масло, содержащееся в сжатом воздухе, при прохождении звука по камерам. Поглощению звука способствует также инертность массы материала глушителя и упругость воздуха в его ячейках (образуется так называемая «волновая» пробка).

Для уменьшения вредного воздействия шума кроме установленного на перфораторе глушителя следует применять индивидуальные средства защиты от шума (антифоны-наушники, противошумные вкладыши и т.д.).

Для защиты бурильщика от вредного влияния вибрации перфоратора применяются виброгасящие каретки (см. рис.1.1, позиция 1 и рис.1.8).

Каретка КВ-1У конструкции завода «Пневматика» (рис.1.8) состоит из сварной рамы, представляющей собой две трубки 8, скрепленные поперечным кронштейном с отверстием 5 для присоединения пневмоподдержки. В трубках помещены две цилиндрические пружины 9 и два ползуна 4. Между направляющим кронштейном 7 и упорными пальцами на трубках рамы установлены две вспомогательные пружины 6, предназначенные для гашения вибрации работающего перфоратора при извлечении буровой штанги из шпура.

Виброгасящая каретка присоединяется к перфоратору с помощью оси 3 ползунов (рис.1.8, сечение А-А), вставляемой в отверстие прилива цилиндра перфоратора и направляющего кронштейна 7, установленного в головке перфоратора. В трубках рамы каретки имеются пазы, дающие ей возможность перемещаться относительно перфоратора.

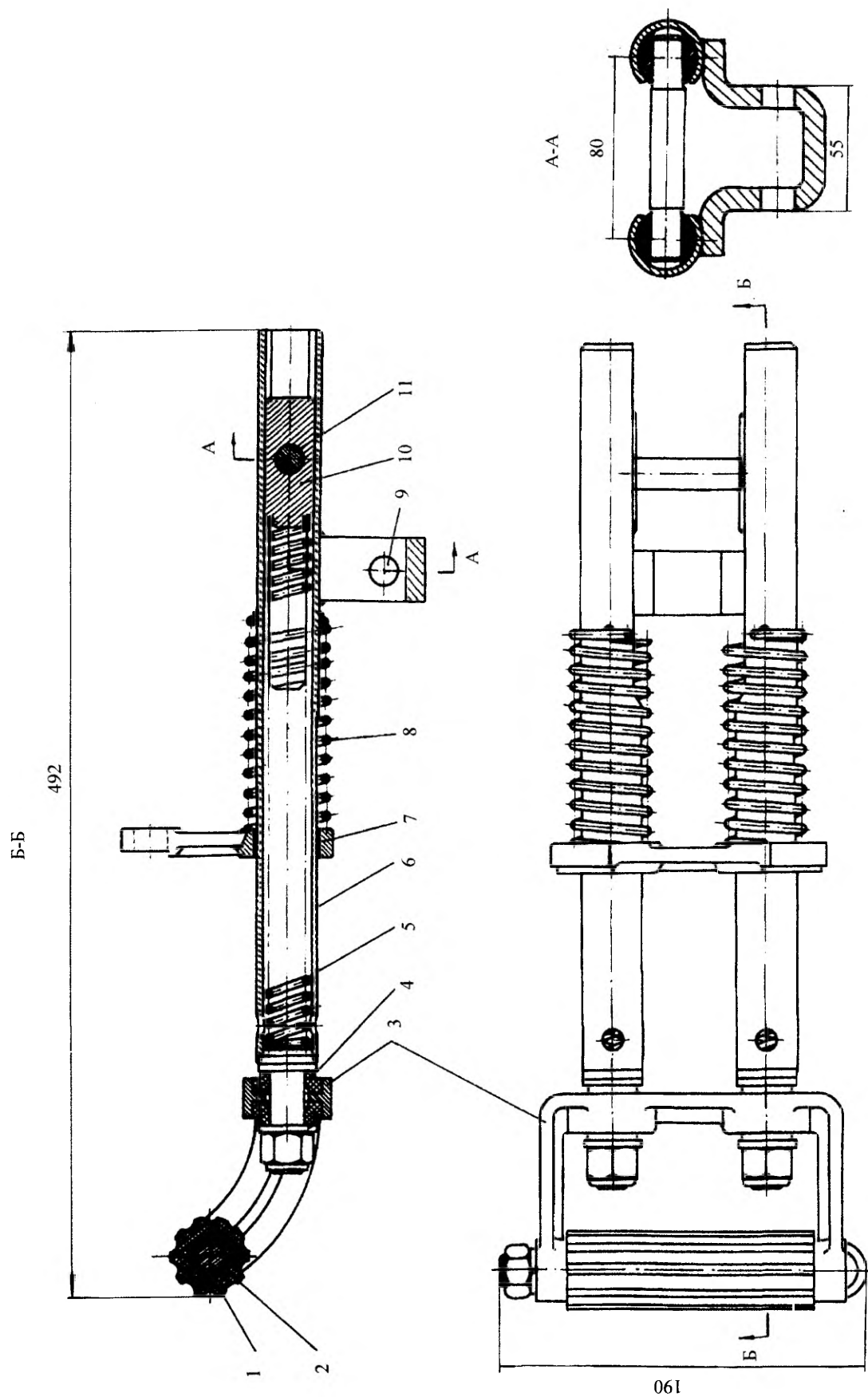


Рис. 1.8. Виброгасящая каретка КВ-1У

Усилие подачи от пневмоподдержки передается перфоратору через пружины 9. Кронштейн 11 с рукояткой 1 каретки изолируется от рамы специальными (резиновыми) кольцами 10, гасящими высокочастотную вибрацию. Рукоятка 1, кроме того, армируется эластичной резиной 2.

Принцип действия пневмоподдержки (см. рис.1,5, а) заключается в том, что при подаче воздуха ее цилиндр выдвигается с усилием P_n . Усилие пневмоподдержки раскладывается на вертикальную P_v и горизонтальную P_r составляющие. Обеспечение постоянного значения P_r при изменении угла наклона пневмоподдержки осуществляется регулировкой давления поступающего сжатого воздуха и физическим усилием бурильщика.

1.7.3. Устройство для смазки перфораторов

Своевременная смазка и правильный выбор смазочного материала являются необходимыми условиями надежной эксплуатации перфоратора. Без надлежащей смазки детали, работающие на высоких скоростях, быстро нагреваются, что влечет за собой повышенный износ.

Смазка движущихся деталей перфоратора осуществляется свободным осаждением капелек смазки, поступающей вместе со сжатым воздухом, на открытые поверхности деталей. При смещении деталей образуется непрерывная масляная пленка.

Распыление смазки производится магистральной автомасленкой. Она присоединяется к воздушному рукаву, подводящему сжатый воздух к перфоратору, на расстоянии 3-4 м от машины, и работает по принципу пульверизатора.

Магистральная масленка МА8 (рис.1.9) представляет собой резервуар 4, заполненный жидкой смазкой, внутри которого проходит трубка 1, по которой подается сжатый воздух в перфоратор. Часть подводимого сжатого воздуха проходит в резервуар с маслом по кольцевому каналу 7 и осевому каналу в пробке 2. Под давлением масло поступает под регулировочный винт 5 и втулку-распылитель 6, имеющую одно сквозное поперечное отверстие диаметром 1,5 мм. Масло в распыленном виде в потоке сжатого воздуха попадает в перфоратор. В средней части резервуара расположена пробка 3 для заливки масла. Через эту пробку регулируется винтом 5 зазор, дозирующий подачу масла в перфоратор. Расход масла составляет около 120 г/ч.

Наилучшими противоизносным, антикоррозийным и смазывающим свойствами обладает специальное перфораторное масло марки ЛЗ-МП-1. Как заменитель может также применяться масло марки «Индустриальное-30» или «Индустриальное-45».

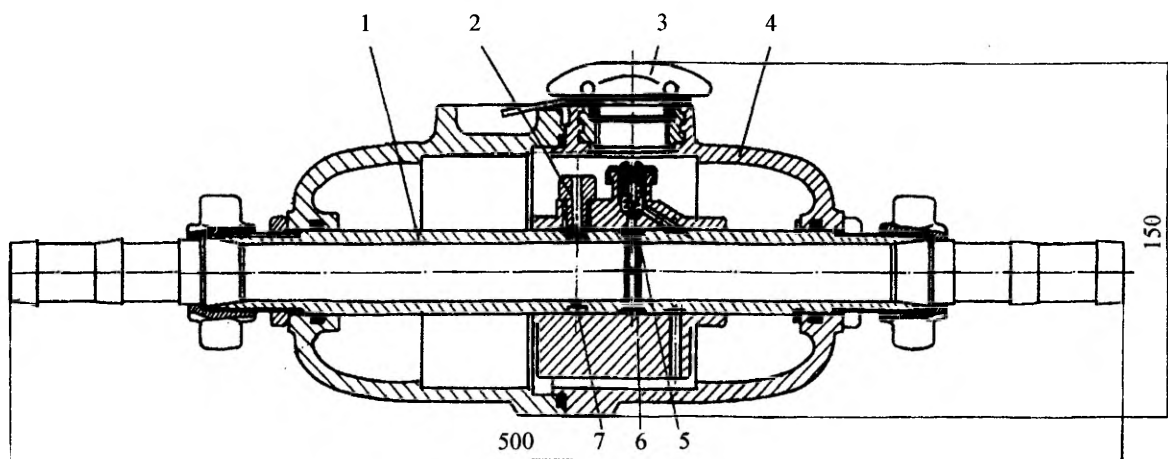


Рис.1.9. Магистральная автоматическая масленка МА8

1.8. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ

Для бурения шпуров применяются цельные и составные буры (штанги). У первых коронка откована заодно с телом бура (рис.1.10), что позволяет бурить шпуров уменьшенного диаметра 24-38 мм, у вторых коронки съемные, закрепляются на штанге конусным или резьбовым соединением (рис.1.10 и 1.11).

Буры изготавливаются пустотелыми различной длины из легированной стали марки 55С2 или высоколегированной 28ХГНЗМ (имеет лучшую усталостную характеристику) с последующей термообработкой: цементацией и нитроцементацией с закалкой и отпуском в дальнейшем. Для защиты от коррозии внутренний канал бура, по которому подается вода, фосфатируют.

Для переносных перфораторов в основном применяют буры шестигранного сечения с диаметром d вписанной окружности 19, 22, 25 мм и диаметром внутреннего канала 6-7 мм для подачи промывочной воды (при пылеотсосе диаметр канала обычно составляет 12-17 мм).

Хвостовики буров имеют форму и размеры в соответствии с концевой буксой применяемого перфоратора.

При бурении применяют набор буров: забурник длиной $L = 0,7-1$ м, каждый последующий бур длиной на 0,5-0,7 м больше, чем предыдущий. Применение указанного комплекта позволяет избежать поломки буров при бурении, обеспечивая безопасные условия работы.

Буровые коронки для перфораторов, а также для бурильных головок ударно-вращательного действия выпускаются нескольких типов (табл.1.2):

- долотчатые (в маркировке обозначаются буквой Д), применяются при бурении малоабразивных только монолитных пород, где практически невозможно заклинивание лезвий коронки при бурении;
- крестовые (К) применяются при бурении высокоабразивных трещиноватых пород;
- трехперые (Т) применяются при бурении как трещиноватых, так и монолитных горных пород средней и высокой абразивности.

Таблица 1.2

Тип и область применения выпускаемых буровых коронок

Обозначение	Наименование	Область применения
КДП КДШ	Коронки долотчатые, армированные пластинами (тип П) или штырями (тип Ш) твердого сплава	Бурение вязких (П) или хрупких (Ш) монолитных пород малой абразивности
ККП ККШ	Коронки крестовые, армированные пластинами (тип П) или штырями (тип Ш) твердого сплава	Бурение вязких (П) или хрупких (Ш) трещиноватых пород высокой абразивности
КТП КТШ	Коронки трехперые, армированные пластинами (тип П) или штырями (тип Ш) твердого сплава	Бурение вязких (П) или хрупких (Ш) монолитных и трещиноватых пород средней и высокой абразивности
КНШ	Коронки неперетачиваемые, армированные штырями с полусферической вершиной	Бурение хрупких пород высокой абразивности

Все коронки армируются пластинами твердого сплава или цилиндрическими твердосплавными вставками (штырями). Коронки, армированные пластинами (обозначаются буквой П в маркировке коронки), рекомендуется применять при бурении вязких пород, штырями (Ш) – при бурении хрупких пород.

Необходимо иметь в виду, что чем меньше лезвий на коронке, тем выше производительность бурения, а крестовые коронки лучше обеспечивают круглое сечение шпура или скважины, что создает благоприятные условия при заряджании.

Коронки типа КНШ (коронка неперетачиваемая штыревая) армируются цилиндрическими вставками с полусферической головкой и рекомендуются для бурения хрупких абразивных пород. Эти коронки имеют преимущества перед другими типами вследствие их повышенного ресурса и, следовательно, меньших потерь времени на замену затупленного инструмента (во время бурения эти коронки практически самозатачиваются).

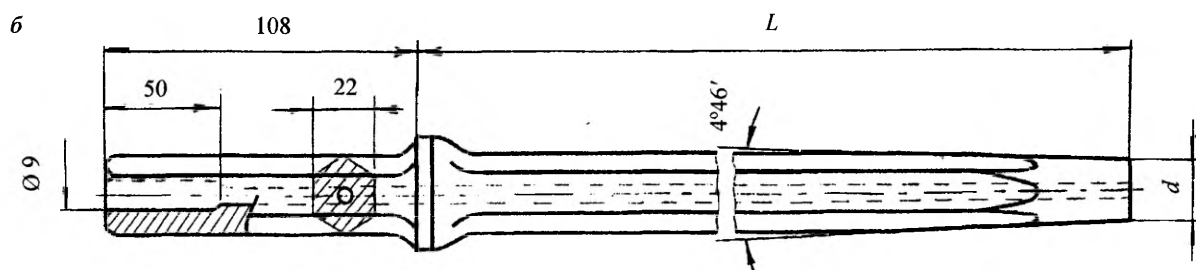
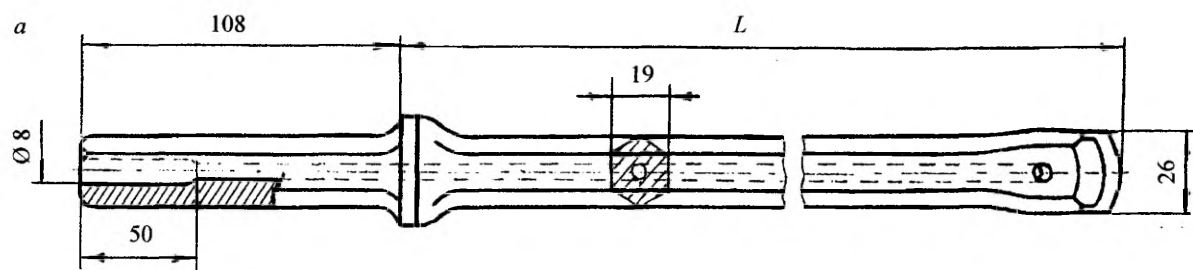


Рис.1.10. Буры (штанги) переносных перфораторов: а – интегральный (сплошной) шестигранный бур; б – шестигранный бур с конусным креплением буровой коронки

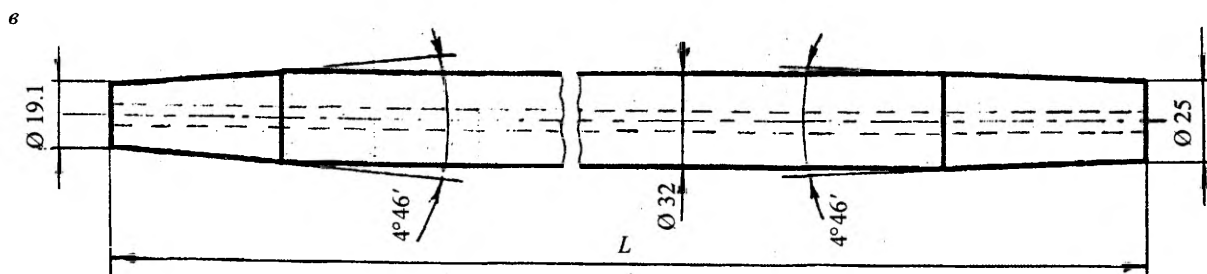
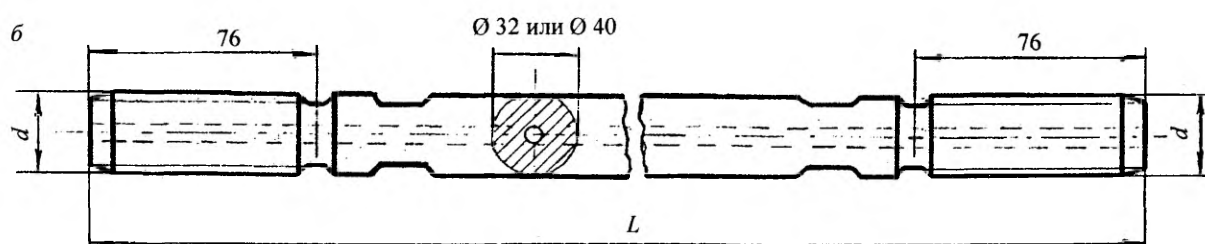
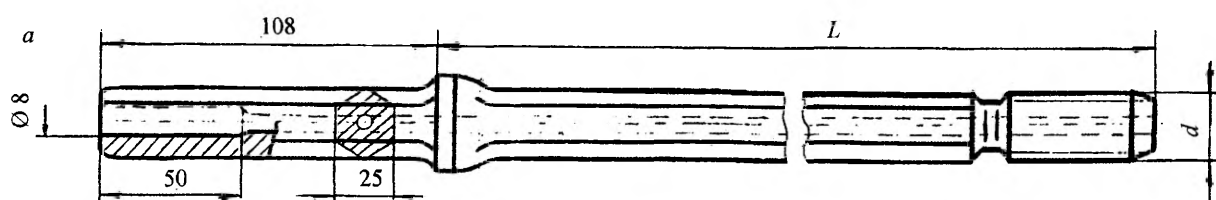


Рис.1.11. Буры перфораторов и бурильных головок: а – шестигранный с резьбовым креплением буровой коронки; б – круглый с резьбой; в – круглый с конусами

Отечественные буровые коронки выпускаются следующих диаметров (ГОСТ 17196-77): 32; 36; 40; 43; 46; 52; 56; 60; 65; 70; 75 мм. Высота коронок изменяется от 65 до 115 мм в зависимости от диаметра.

Пластины и штыри коронок изготавливают из металлокерамических твердых сплавов типа ВК-8В, ВК-11В и ВК-15. Эти сплавы получают спеканием смеси порошков монокарбида вольфрама и кобальта при температуре 1350-1480 °С (в зависимости от состава). Монокарбид вольфрама (WC) представлен в сплавах в виде зерен размером от 1-5 мкм, кобальт в сплаве является цементирующей основой.

Цифра в обозначении сплава определяет процентное содержание кобальта. Увеличение содержания кобальта в сплаве повышает его вязкость, сплав лучше выдерживает ударную нагрузку, но при этом снижается его износостойкость. Например, буровые коронки с твердым сплавом ВК-15 рационально применять при бурении крепких пород ($f > 12$), хотя буровые коронки изнашиваются быстрее, а буровые коронки со сплавом ВК-8В – при бурении пород средней крепости ($f < 10$), т.е. меньших ударных нагрузках, при этом износостойкость буровых коронок увеличивается.

1.9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните по чертежам устройство и принцип действия основных узлов перфоратора: ударника; клапанного и золотникового воздухораспределительных устройств; механизма поворота буровой штанги; виброгасящей каретки; ограничителя хода штанги.
2. Объясните способы: смазки перфоратора; очистки шпуров от буровой мелочи и подавления пыли; соединения буровых коронок со штангой.
3. Перечислите типы выпускаемых буровых коронок и укажите области их применения.
4. Перечислите виды буров (штанг), укажите их конструктивные различия и область применения.
5. Перечислите виды армирующих элементов буровых коронок.
6. Укажите область применения перфораторов и изложите основные правила их эксплуатации.

2. ПЕРФОРАТОРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПК-60 И ПК-75

2.1. НАЗНАЧЕНИЕ

Перфораторы пневматические ПК-60 и ПК-75 предназначены для бурения шпуров и скважин диаметром 52-75 мм, глубиной до 25-30 м в породах с коэффициентом крепости до 20 по шкале проф. М.М.Протодяконова при проведении горных выработок, добыче полезных ископаемых и производстве других буровзрывных работ.

Перфораторы ПК-60 и ПК-75 относятся к группе колонковых перфораторов [3, 4, 10]. Они представляют собой бурильные головки ударно-вращательного действия с независимым вращением бура и применяются на податчиках распорных колонок, шахтных бурильных установок и буровых станков. Параметры перфораторов приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1

Основные технические характеристики перфораторов ПК-60 и ПК-75

Параметр	ПК-60	ПК-75
Масса без бурового инструмента, водяной коммуникации, звукогасящих устройств, кг, не более	60	75
Энергия удара, Дж	88,3	147,2
Частота ударов, с ⁻¹	41,6-45	33,3-38,3
Крутящий момент на буровом инструменте, Н·м, не менее	157	216
Расход воздуха при бурении (давление 0,5 МПа), м ³ /с	0,17	0,22
Рекомендуемые диаметры коронки, мм	52; 60; 65	52; 75
Глубина буримой скважины, м	До 25	До 30
Допустимое осевое усилие на коронку, Н	До 6900	До 9800

Примечание. Для перфораторов обоих типов номинальное (рабочее) давление составляет 0,5 МПа, удельный расход воздуха при давлении сжатого воздуха 0,5 МПа не более 0,029 м³/(с·кВт), расход промывочной жидкости (воды) при давлении 0,4 МПа не менее 0,08 л/с.

2.2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

Перфораторы ПК-60 и ПК-75 идентичны по конструктивному исполнению и отличаются друг от друга только размерами деталей.

Перфоратор (рис.2.1) состоит из двух основных узлов: ударного механизма и вращателя, соединенных стяжными болтами 12 с гайками 11.

Ударный механизм перфоратора предназначен для создания и передачи ударных импульсов буровому инструменту. Он состоит из следующих частей: цилиндра 8, поршня-ударника 5, клапана 9 с центрирующим штифтом 2, гнезда клапана 7, крышки 1, глушителя 3, направляющей втулки 4, водопромывного устройства, состоящего из трубки 6 с уплотнением 10. Подвод воздуха к ударному механизму осуществляется по патрубку 13, подсоединенному к крышке при помощи гайки.

Ударный механизм работает следующим образом (рис.2.2). Поршень-ударник 13 под действием сжатого воздуха, попеременно поступающего в поршневую (левую) или штоковую (правую) полости цилиндра 11, совершает возвратно-поступательное движение.

При рабочем (прямом) ходе поршня-ударника воздух поступает по патрубку через отверстие в крышке 17 и впускное отверстие 1 в гнезде клапана 14 в поршневую полость

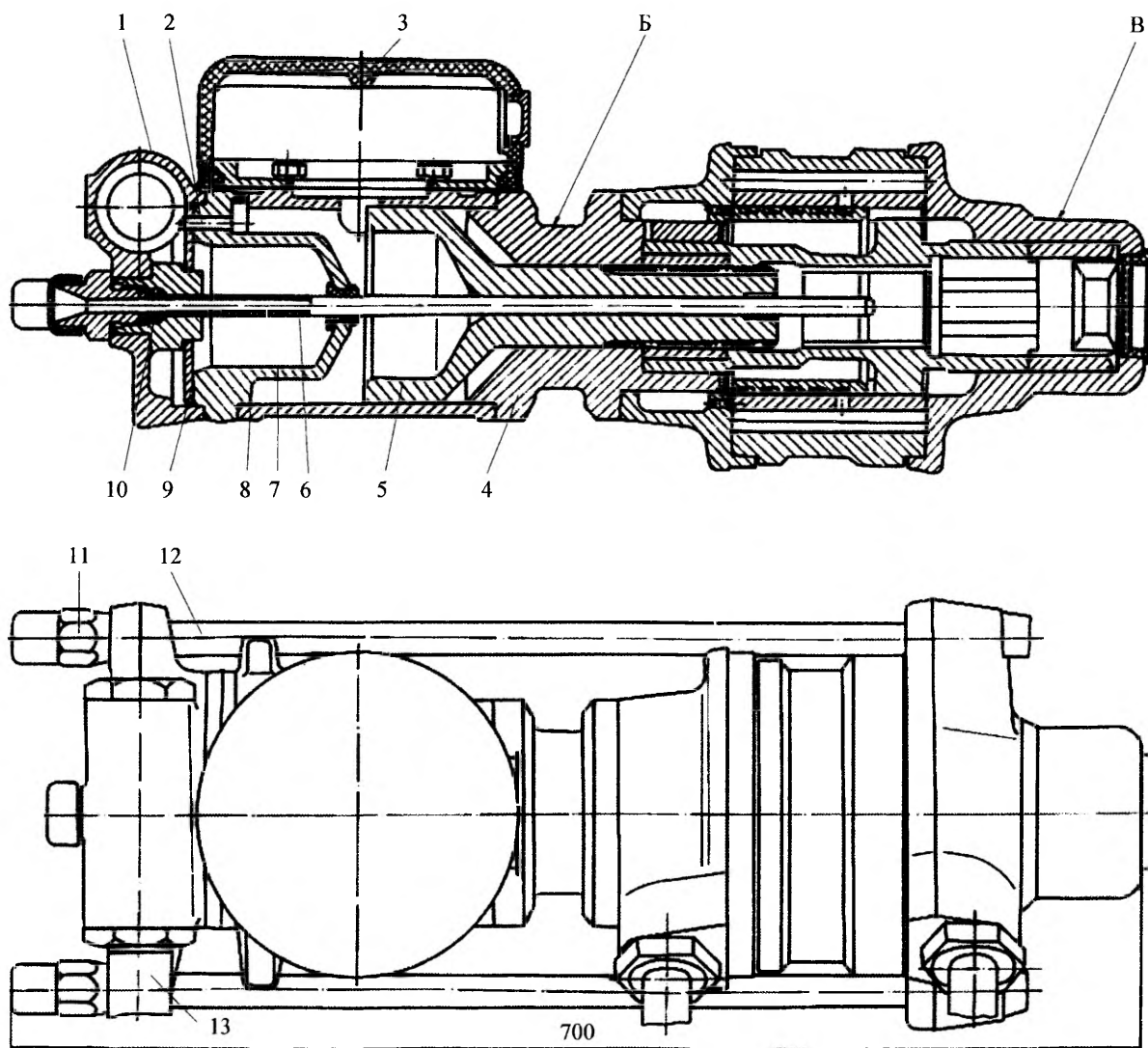


Рис.2.1. Перфоратор ПК-75

цилиндра 11. При этом канал 15 в гнезде клапана 14 перекрыт клапаном 16 (см. также положение клапана на рис.2.3, разрез А-А).

В конце рабочего хода поршень-ударник наносит удар по хвостовику, соединенному с буровым ставом.

Переключение каналов подачи сжатого воздуха для обеспечения рабочего и холостого (обратного) ходов поршня-ударника осуществляется клапаном 16. Клапан мотылькового типа (рис.2.4) совершает угловые перемещения, попеременно перекрывая своими плоскостями (угол наклона плоскости клапана к вертикали $1^{\circ}30'$) канал 1 или канал 15 в гнезде клапана 14 (см. рис.2.2). Полное угловое перемещение клапана при работе составляет порядка 3° .

Клапан (см. рис.2.1) центрируется на цилиндрической поверхности втулки крышки 1, а от поворота вокруг продольной оси фиксируется штифтом 2.

Достоинствами воздухораспределения мотыльковым клапаном являются простота его конструкции и надежность в работе при высокой частоте переключений. К недостаткам следует отнести большой расход сжатого воздуха при эксплуатации и неустойчивую работу клапана при пониженном давлении пневмосети.

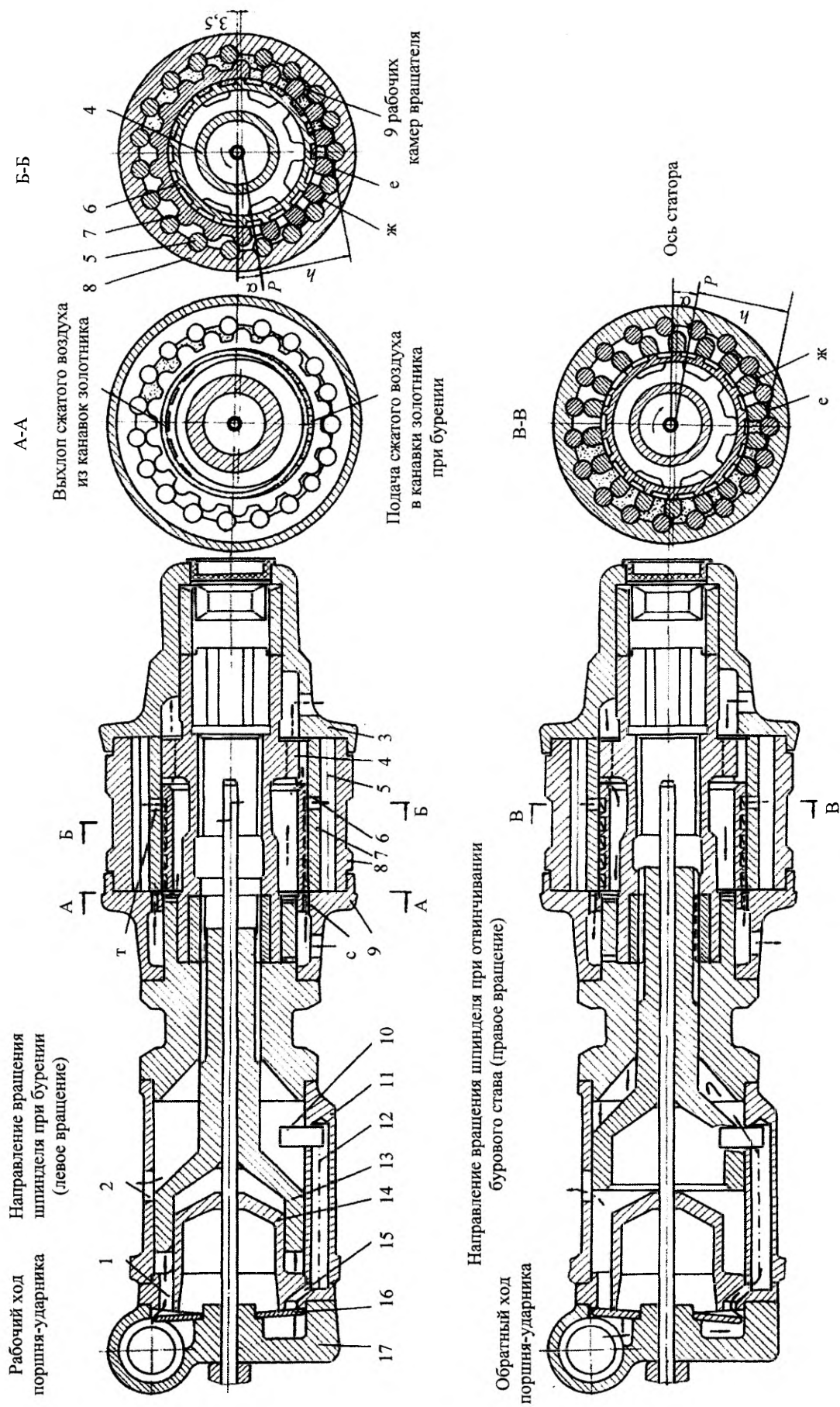
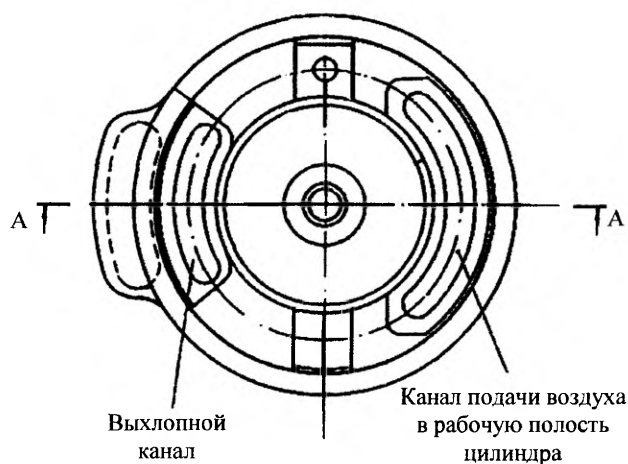


Рис.2.2. Схема подачи сжатого воздуха в ударный механизм и вращатель



А-А

Условно показано положение клапана при подаче воздуха для рабочего хода поршня – ударника



Рис.2.3. Гнездо клапана перфоратора ПК-75

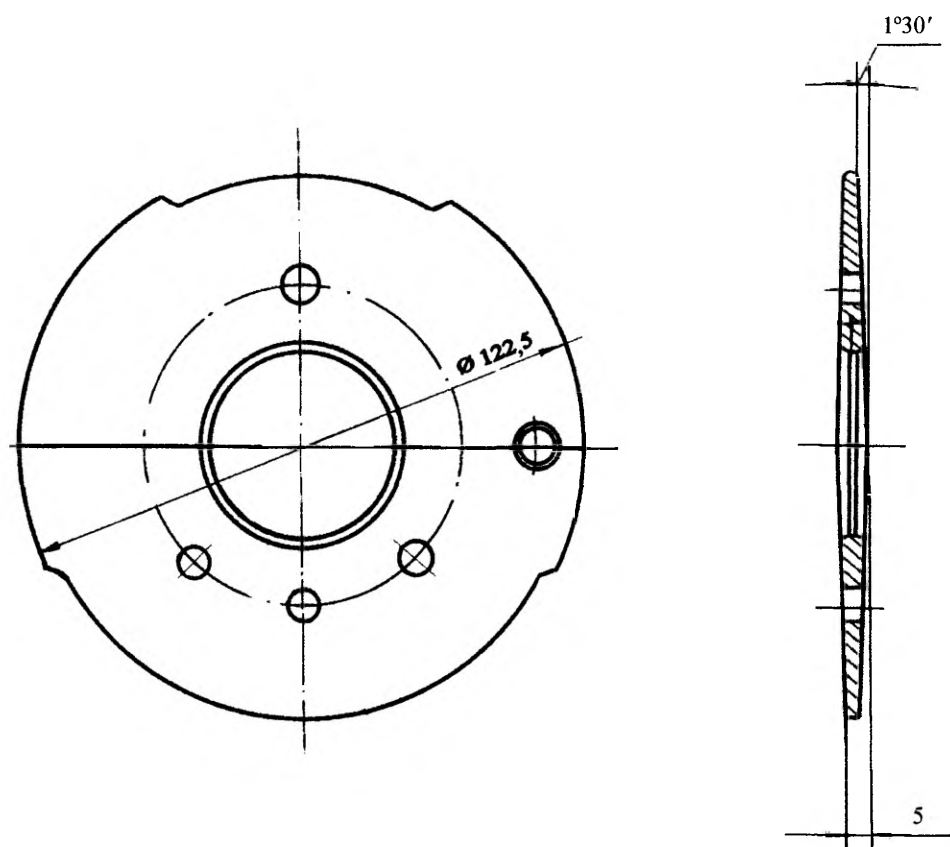


Рис.2.4. Откидной клапан мотылькового типа

Рассмотрим принцип работы мотылькового клапана (рис.2.2). При рабочем ходе поршень-ударник 13, двигаясь вправо, перекрывает канал 2, связанный с атмосферой, и сжимает в правой полости цилиндра 11 оставшийся воздух, который по каналу 10 и каналам 12 (см. также рис.2.5) в цилиндре 11 проходит в канал 15 гнезда клапана 14 и давит на поверхность клапана 16, перекрывающего этот канал. Двигаясь дальше вправо, поршень-ударник 13 открывает канал 2 и сжатый воздух из левой полости цилиндра 11 выходит в атмосферу.

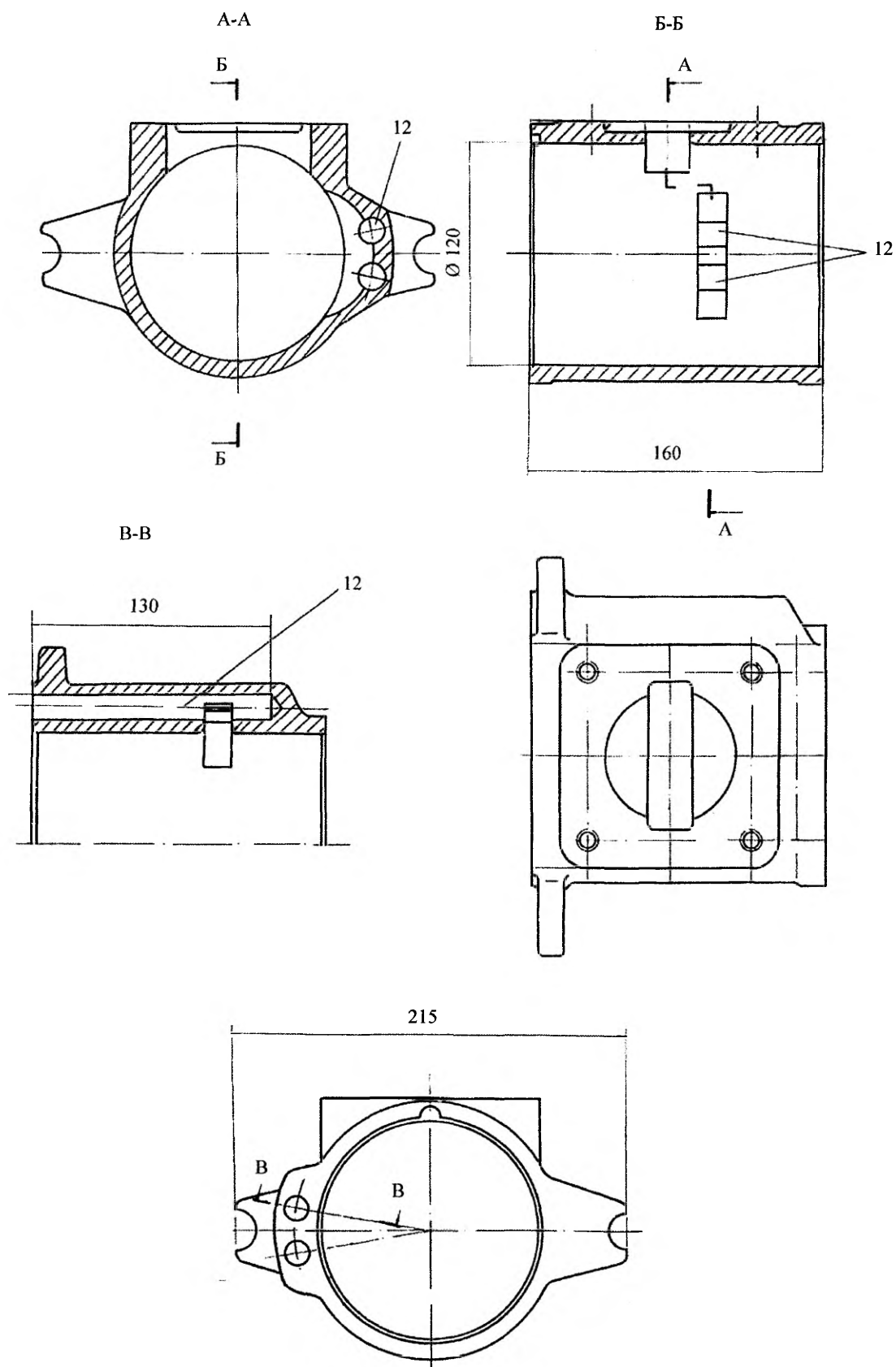


Рис.2.5. Цилиндр перфоратора ПК-75 (см. совместно с рис.2.2)

Давление сжатого воздуха на клапан со стороны крышки 17 резко уменьшается и он поворачивается, перекрывая канал 1 подачи сжатого воздуха в левую полость цилиндра. Теперь сжатый воздух по каналам 15, 12 и 10 проходит уже в правую полость цилиндра 11 (см. рис.2.2, обратный ход поршня-ударника). В это время поршень-ударник 13, продолжая двигаться по инерции, наносит удар по хвостовику и затем, после отскока, под действием поступающего сжатого воздуха поршень-ударник начинает перемещаться влево (обратный ход). Перекрывая при движении канал 2, поршень-ударник 13 сжимает воздух в левой полости цилиндра, который через канал 1 давит на поверхность клапана 16. При дальнейшем движении поршня-ударника правая полость цилиндра соединяется с атмосферой. Давление сжатого воздуха в правой полости падает, и, соответственно, уменьшается давление на поверхность клапана 16 в крышке 17, клапан поворачивается в первоначальное (исходное) положение, поршень-ударник останавливается. Затем начинается новый рабочий ход. Цикл повторяется.

Для обеспечения стабильной, четкой, без опозданий перекидки клапана 16 к нему необходимо приложить еще дополнительный импульс. Этот импульс создается в воздушной камере гнезда клапана 14, для чего эта деталь имеет удлиненную форму с внутренней замкнутой полостью (рис.2.2 и 2.3).

Когда клапан находится в положении впуска воздуха для совершения рабочего хода поршня-ударника, камера гнезда клапана 14 заполняется сжатым воздухом. При рабочем ходе поршня-ударника объем левой полости цилиндра увеличивается, и давление сжатого воздуха в ней понижается. Это приводит к понижению давления и в камере гнезда клапана. Зазор между клапаном 16 и торцом гнезда клапана 14, который выполняет роль дросселя, выбирается таким образом, чтобы скорость падения давления в камере гнезда клапана была ниже, чем скорость падения давления в левой полости цилиндра. Таким образом, к усилию, действующему на клапан со стороны правой полости цилиндра, при завершении рабочего хода поршня-ударника 13 добавляется еще дополнительный импульс, действующий на клапан 16. Это и обеспечивает четкую переброску клапана в другое положение (см. рис.2.2, обратный ход поршня-ударника).

Вращатель перфоратора предназначен для создания крутящего момента и передачи его буровому инструменту.

Вращатель представляет собой пневматический мотор гипоциклоидного (планетарно-роторного) типа. Подобные моторы широко используются в бурильных головках благодаря следующим преимуществам:

- возможность создания большого крутящего момента при малой частоте вращения ротора ($M = 150-216 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при $n = 1,2-2 \text{ с}^{-1}$);
- пониженный уровень шума;
- малые габариты и небольшая масса.

Вращатель (рис.2.6) состоит из статора 6, ротора 7 с впрессованным в него золотником 4, шпинделя 2, концевой буксы 9, крышек передней 8 и задней 3.

Статор представляет собой неподвижную шестерню с девятнадцатью внутренними зубьями в виде роликов 5 (рис.2.6, разрез Б-Б). Ролики устанавливаются в специальные гнезда статора. Применение роликов вместо фрезерованных зубьев значительно уменьшает трение в момент обкатывания зубьев ротора по зубьям статора и упрощает технологию изготовления статора.

Ротор 7 (рис.2.6, сечение В-В, рис.2.7) выполнен в виде шестерни с восемнадцатью наружными круговыми зубьями и свободно помещен в статор 6 (см. рис.2.6), ролики 5 которого являются опорой ротора. Ось ротора имеет эксцентриситет (3,5 мм) относительно оси статора (см. рис.2.2, сечение Б-Б), т.е. относительно продольной оси вращателя, в свою очередь, совпадающей с продольной осью буровой штанги.

Статор и ротор образуют рабочую пару, которая выполняет функции мотора и редуктора.

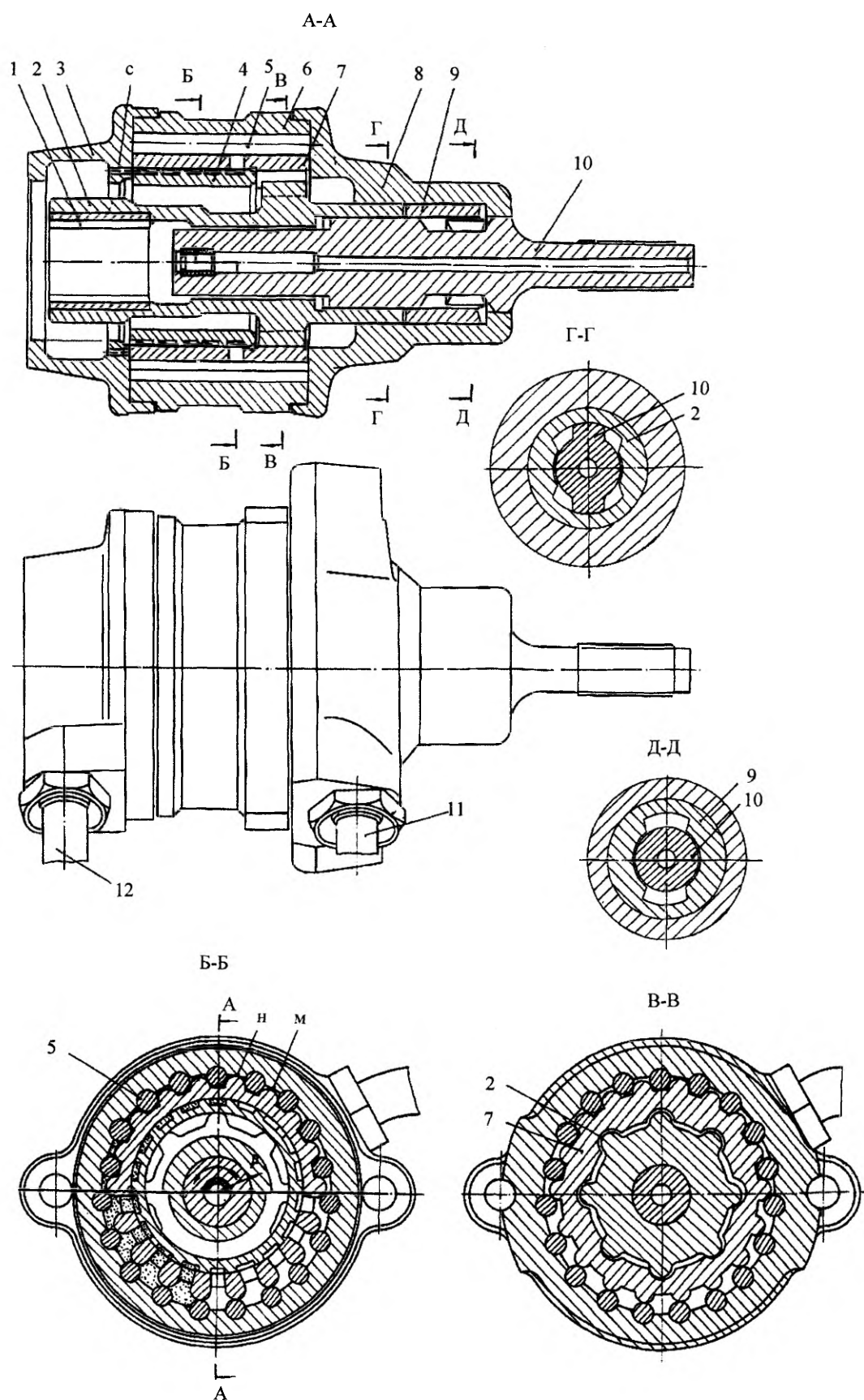


Рис.2.6. Вращатель перфоратора ПК-75

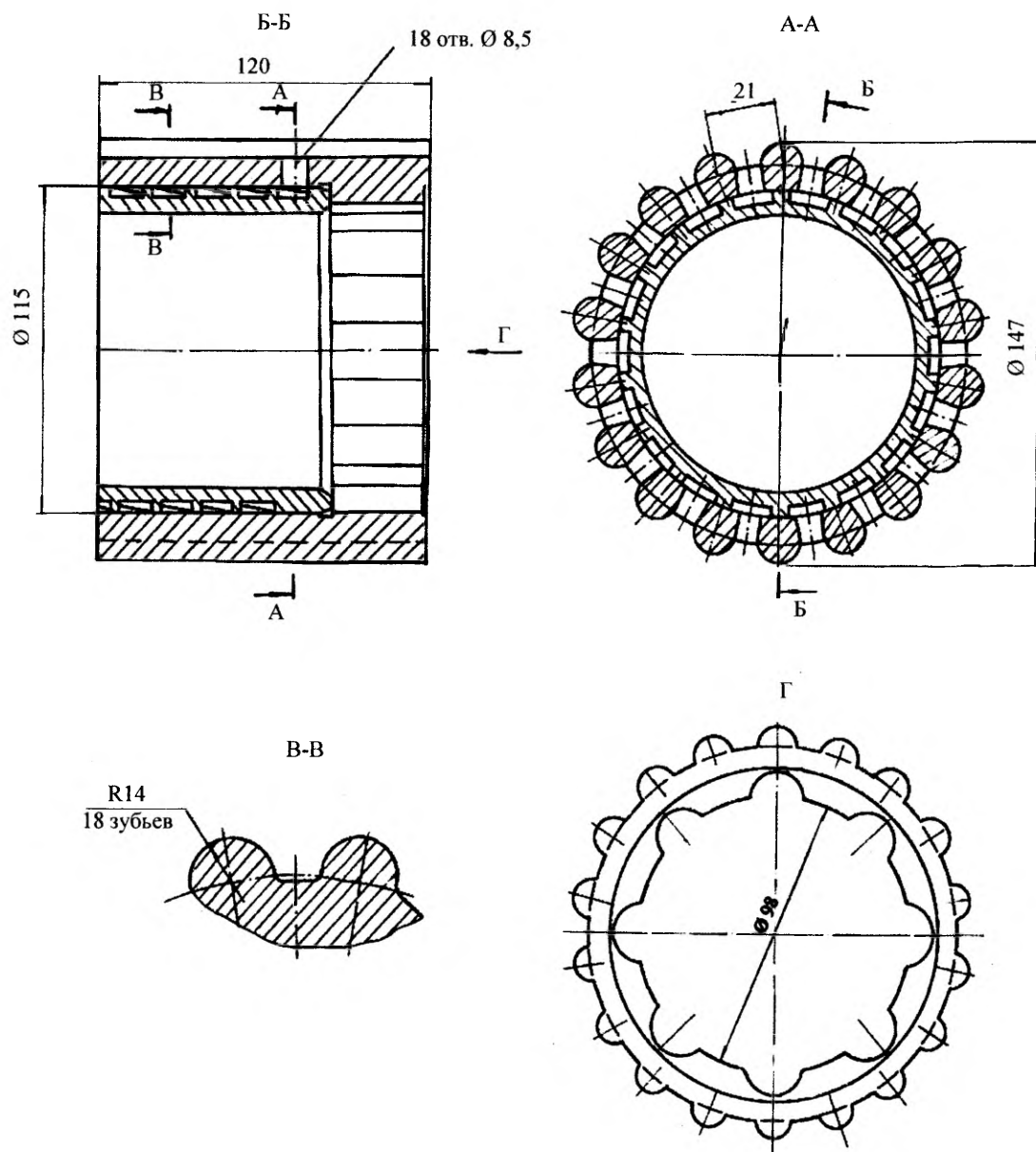


Рис.2.7. Ротор вращателя с золотником

Золотник ротора (рис.2.8) имеет 18 фрезерованных винтовых канавок (количество канавок соответствует количеству зубьев ротора). Все канавки выполнены по винтовой линии на $1/4$ окружности корпуса золотника. Таким образом, входное отверстие каждой канавки на торце золотника по сравнению с концом этой канавки – выходом фрезы (сечение Б-Б) смещено на 90° , что необходимо для запуска вращателя. Каждая канавка золотника и каждое отверстие ротора диаметром 8,5 мм соединяются с соответствующей впадиной между зубьями ротора (см. рис.2.7, сечения А-А, Б-Б).

По канавкам золотника осуществляется подача сжатого воздуха в рабочие камеры, образованные при плотном касании зубьев ротора и статора (см. рис.2.2, сечение Б-Б и рис.2.6). За счет эксцентриситета между осями статора и ротора (соответственно, золотника) сжатый воздух может поступать не во все канавки золотника, а только в те, которые в данный момент сообщаются с рабочими камерами статора и ротора (девять камер), остальные камеры (девять) сообщаются в этот момент с другими канавками золотника, по которым осуществляется выхлоп отработанного воздуха из вращателя (рис.2.2, сечение А-А).

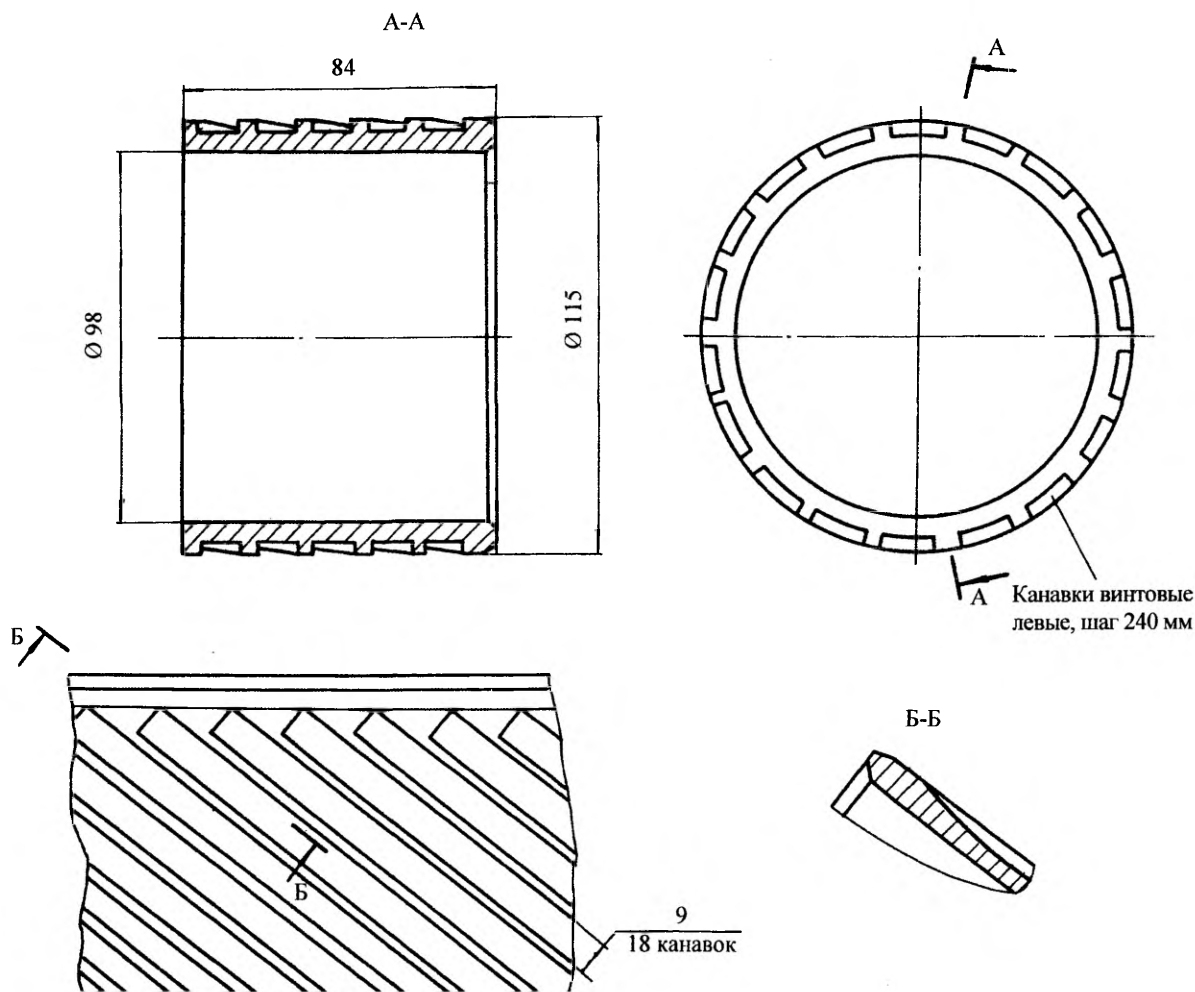


Рис.2.8. Золотник вращателя

Задняя крышка 3 (см. рис.2.6) имеет патрубок 12 для подвода во вращатель сжатого воздуха. Задняя крышка по торцу герметично прижимается к паре «статор-ротор». Для подачи сжатого воздуха в золотник 4 задняя крышка имеет пятьдесят пять равномерно расположенных по окружности отверстий «с» диаметром 4 мм.

Передняя крышка 8 также герметично прижимается к паре «статор-ротор» и также имеет патрубок 11 для выхлопа сжатого воздуха (при реверсе вращателя в патрубок 11 осуществляется подача сжатого воздуха, а из патрубка 12 – выхлоп).

Прижатие передней 8 и задней 3 крышек (см. рис.2.6) к паре «статор-ротор» осуществляется стяжными болтами 12 с гайками 11 (см. рис.2.1).

Перед запуском вращателя ротор 7 (см. рис.2.2) обычно под действием собственного веса находится в статоре 8 в положении, указанном на рис.2.2 (сечения Б-Б и В-В), при этом часть нижних отверстий «с» задней крышки 9 соединены с частью канавок золотника 6 (см. рис.2.2, сечение А-А).

Винтовое расположение канавок на золотнике позволяет подать сжатый воздух в рабочие камеры, смещенные при данном положении ротора вправо на 90° от вертикальной оси вращателя, что обеспечивает максимальный крутящий момент при заданном давлении сжатого воздуха.

Ротор (см. рис.2.7) имеет восемь круговых впадин, выполняющих роль зубчатого колеса с внутренним зацеплением, для соединения со шпинделем перфоратора (вид Г).

Шпиндель (рис.2.9) имеет восемь круговых зубьев (сечение Б-Б), которые входят в круговые впадины ротора (см. рис.2.6, сечение В-В). В перфораторе шпиндель центрируется по оси перфоратора (буровой штанги) в направляющей втулке 4 (см. рис.2.1) и передней крышке 8 (см. рис.2.6). Шпиндель 2 обоими выступами на торцевой части соединяется с концевой буксой 9 (см. рис.2.6, сечение А-А). Шпиндель и концевая букса передают крутящий момент хвостовику 10 бурового става (см. рис.2.6) и далее муфтой – буровому ставу. Концевая букса (рис.2.10) в перфораторе является сменной деталью, которая при износе впадин под буртики хвостовика легко заменяется. При этом срок службы такой дорогостоящей детали, как шпиндель, значительно увеличивается.

Принцип работы вращателя следующий. При бурении став штанг перфоратора вращается против часовой стрелки (левое вращение). Это необходимо для поддержания в завинченном состоянии всех буровых штанг и буровой коронки, имеющих левую соединительную резьбу.

Для включения вращателя сжатый воздух по воздушному рукаву подается в распределительную полость задней крышки 9 (см. рис.2.2) и далее через часть отверстий «с» и открытые канавки золотника 6 (сечение А-А) в девять рабочих камер, образованных касаниями зубьев ротора 7 и роликов 5 статора 8 (сечение Б-Б).

Сжатый воздух, находясь в этих камерах, воздействует на ротор 7 и создает равнодействующую силу P , величина которой равна произведению проекции площади поверхностей рабочих камер ротора на давление подводимого сжатого воздуха (сечение Б-Б). В этот момент ротор 7 имеет опорную точку касания «е» со статором 8, которая является мгновенным центром вращения. Под действием момента $M = Ph$ ротор поворачивается вокруг точки «е», при этом мгновенный центр вращения перемещается в точку «ж» (касание в точке «ж» будет аналогично касанию в точке «е»). Крутящий момент будет создаваться уже относительно точки «ж» (сечение Б-Б). При этом вместе с ротором вращается и золотник 6, который, соответственно, переключает подачу сжатого воздуха в рабочие и выхлопные камеры вращателя. Таким образом, осуществляется непрерывное обкатывание ротора по статору с постоянным расчетным крутящим моментом $M = Ph$.

На рис.2.6 (сечение Б-Б) показано промежуточное положение ротора при его обкатывании по статору во время бурения (точка «н» в данный момент является мгновенным центром вращения, в следующий момент времени он переместится в точку «м»).

Воздух из нерабочих камер (см. рис.2.2) будет выходить через отверстия «т», соответствующие канавки золотника, по радиальному зазору между золотником и шпинделем 4 в переднюю крышку 3, далее по воздушному рукаву к пульту управления вращателем перфоратора и затем в атмосферу.

Число зубьев ротора на единицу меньше числа зубьев статора (18 и 19 зубьев, соответственно), поэтому за полное обкатывание по внутренней поверхности статора ротор повернется вокруг своей оси только на угол между двумя соседними зубьями. Именно в этом и проявляется редукционное свойство вращателя, т.е. за полное обкатывание ротора происходит его небольшое угловое смещение и, соответственно, частота его вращения невелика (до 100-120 об/мин).

Планетарное движение ротора 7 (см. рис.2.6, сечение В-В) преобразуется во вращательное движение шпинделя 2 относительно оси перфоратора (оси бурения) при помощи восьми круговых зубьев шпинделя, свободно входящих в соответствующие впадины ротора. Передаточное отношение такого зацепления у перфоратора равняется единице. Оно обеспечивает возможность радиального перемещения ротора относительно оси шпинделя при обкатывании ротора по статору.

Регулирование частоты вращения ротора и, соответственно, бурового става осуществляется изменением расхода сжатого воздуха на пульте управления вращателем перфоратора.

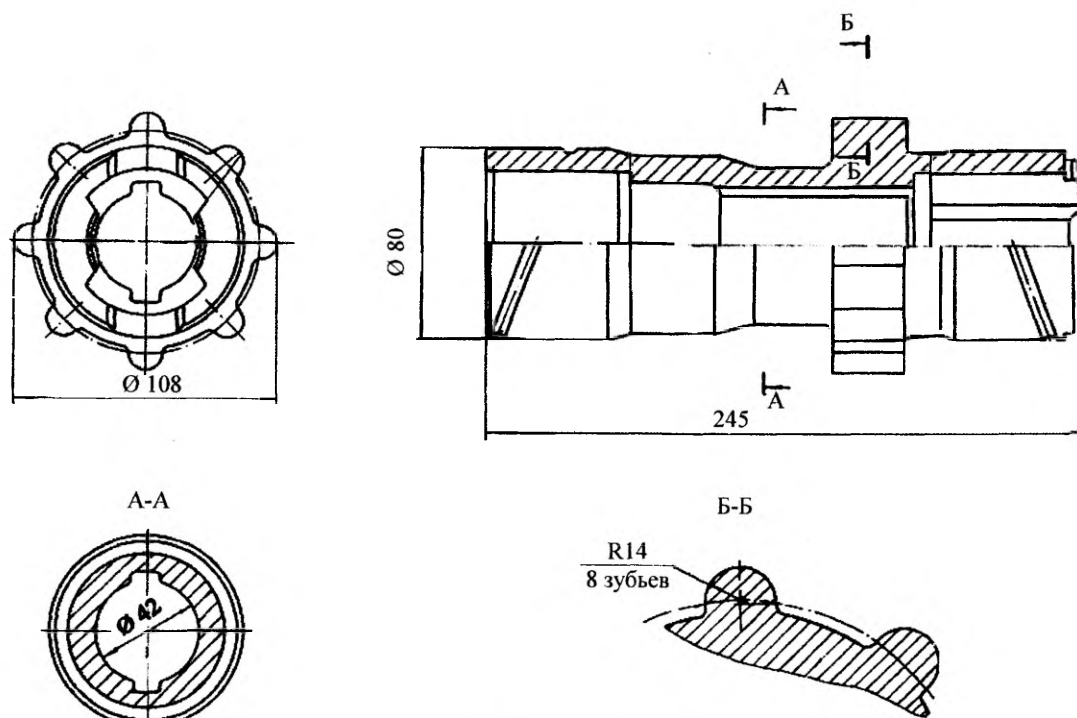


Рис.2.9. Шпиндель вращателя

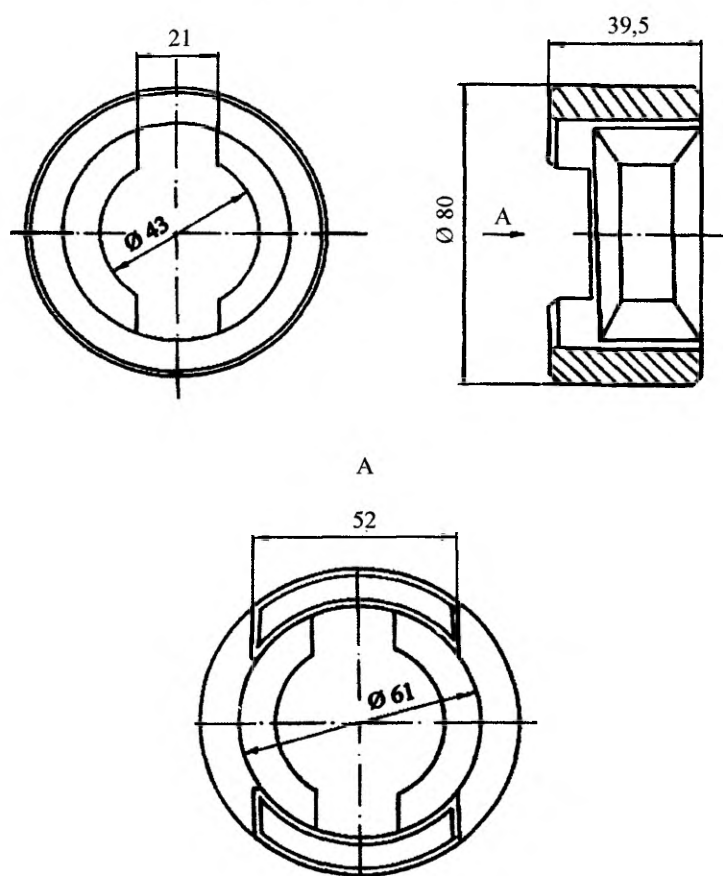


Рис.2.10. Букса концевая

Рассмотрим процесс развинчивания бурового става. Для механизации операции развинчивания буровых штанг и буровой коронки вращатель выполнен реверсивным. Для изменения направления вращения ротора сжатый воздух подается в переднюю крышку по патрубку 11 (см. рис.2.6) и проходит между зубьями (см. рис.2.2) шпинделя 4 и впадинами ротора 7, радиальному зазору между шпинделем и золотником 6 в верхние канавки золотника, откуда через отверстия «г» поступает в рабочие камеры пары «ротор-статор». Ротор начинает поворачиваться вокруг мгновенного центра вращения – точки «е» (сечение В-В), изменив направление вращения.

Воздух из нерабочих камер (выхлоп) проходит путь, аналогичный схеме подачи сжатого воздуха при бурении.

Для уменьшения износа торцов поршня-ударника и хвостовика необходимо, чтобы в момент передачи удара их угловые скорости были равны. При этом условия силы трения будут равны нулю. Кроме того, вращение с одной скоростью поршня-ударника и хвостовика бурового става обеспечит равномерный износ цилиндра 11 и самого поршня-ударника. Крутящий момент (см. рис.2.6) шлицам поршня-ударника передается от шлицевой втулки 1 шпинделя 2, при этом втулка установлена в шпиндель по ходовой посадке второго класса. При определенных условиях втулка может поворачиваться в шпинделе, что значительно снижает динамические нагрузки в шлицевом соединении и, соответственно, увеличивает срок его службы.

На перфораторе (см. рис.2.1) установлен глушитель камерного типа 3, изготовленный из специальной резины. Он имеет форму цилиндрической чашки с направленными отверстиями выхлопа. Отверстия рассекают струю выходящего воздуха и снижают уровень шума. Глушитель может быть повернут вокруг оси для отвода выхлопной струи в удобном для бурильщика направлении. Он позволяет снизить уровень шума до 113-115 дБ.

Крепление перфоратора осуществляется при помощи хомутов, которые охватывают перфоратор по поверхностям Б и В (см. рис.2.1).

Смазка перфоратора осуществляется путем подачи масла из магистральной автомасленки вместе с поступающим сжатым воздухом. Конструкция и принцип действия автомасленки аналогичны автомасленке для переносных перфораторов типа ПП. Для обеспечения нормальной смазки перфоратора ПК-75 расходуется порядка 200 г/ч масла марок «Индустриальное 30» (при температуре окружающей среды от +2 до +10 °С), «Индустриальное 45» (от +10 до +15 °С), «Веретенное АУ» (от -2 до +15 °С).

Очистка шпуров и скважин от буровой мелочи осуществляется промывкой водой. В перфораторах ПК-75 применена осевая (центральная) подача воды в буровую штангу. Вода под давлением 0,3-0,4 МПа подводится по гибкому рукаву к крышке перфоратора 1 (см. рис.2.1) и далее в трубку 6, расположенную по продольной оси перфоратора. Конец трубки входит в осевой канал хвостовика (рис.2.11), где уплотняется специальной манжетой. При ударах поршня по хвостовику трубка остается неподвижной. Давление поступающей воды должно быть приблизительно на одну атмосферу ниже давления сжатого воздуха, что исключает попадание промывочной воды в цилиндр перфоратора, смывание смазки и связанный с этим интенсивный износ деталей.

2.3. БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Буровые штанги предназначены для передачи энергии удара и вращения от бурильной головки буровой коронке.

Буровые станки БУ-50 (КБУ-50М), БУ-80 (КБУ-80), на которых в качестве бурильных головок используют колонковые перфораторы ПК-60 и ПК-75, бурят скважины глубиной до 25-30 м. Для этих целей применяется комплект круглых буровых штанг (рис.2.11)

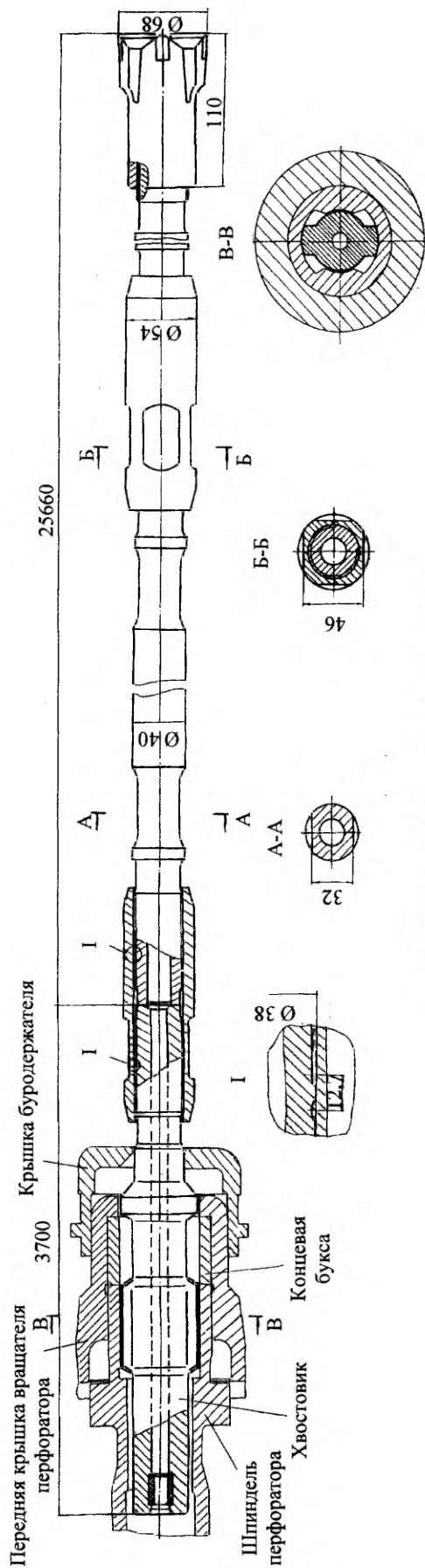


Рис.2.11. Буровой став перфоратора ПК-75

Таблица 2.2

Технические данные буровых станков с перфораторами ПК-60 и ПК-75

Параметр	Тип станка		
	БУ-50Н (КБУ-50М)	БУ-80Н (КБУ-80Н)	БУ-80С (ПБУ-80М)
Бурильная головка-перфоратор с независимым вращением бурового инструмента	ПК-60	ПК-75	ПК-75
Рациональная область применения станка (коэффициент крепости по шкале проф. М.М.Протодяконова)	6-14	8-18	8-18
Направление бурения	Круговой веер в вертикальной и горизонтальной плоскостях	Круговой веер в вертикальной и горизонтальной плоскостях	Круговой веер в вертикальной плоскости
Тип податчика	Винтовой	Винтовой	Винтовой
Максимальное осевое усилие, Н	6900	9800	9800
Номинальная мощность привода подачи, кВт	3,68	4,316	4,316
Скорость холостого хода (отвода) перфоратора от забоя, м/мин	12	16-20	16-20
Масса станка, кг	500	680	2400

Примечание. Минимальные размеры выработки для работы станков 2,5 × 2,5 м. В качестве энергии используется сжатый воздух с давлением не менее 0,5 МПа.

диаметром 40 мм с наружной круглой резьбой специального профиля. Штанги выпускаются по ОСТ 24.073.06-81 и обозначаются следующим образом: «Штанга буровая ШБВ 40-3Бх1220 ОСТ 24.073.06-81». Обозначение расшифровывается так: штанга буровая для бурения бурильными установками и буровыми станками с выносным ударным механизмом (буква «В» в обозначении), диаметром 40 мм, исполнение 3, т.е. штанга с наружной резьбой на концах, вариант Б (для выхода резца при нарезании резьбы оставляется сбеги резьбы), длиной 1220 мм.

Для подачи воды в скважину (шпур) штанга имеет центральный канал диаметром 18 мм.

Штанги соединяются между собой соединительными муфтами (рис.2.12). Применяются муфты с наружным диаметром 54 мм. Обозначение муфты «Муфта соединительная МС 54 ОСТ 24.073.06-81».

Ввиду того, что рабочее направление вращения штанги при бурении осуществляется против часовой стрелки, на штангах и на муфтах применяется левая резьба.

Для разборки бурового става муфты и штанги имеют лыски – грани для установки специальных ключей для развинчивания резьбовых соединений.

Крестовые коронки 1 (рис.2.13), используемые в процессе бурения, армированы вставками 2 призматической формы, изготовленными из металлокерамического (вольфрамокобальтового) твердого сплава, например, ВК-8В, ВК-11В, ВК-15. Цифра в обозначении марки сплава обозначает процентное содержание кобальта. Увеличение содержания кобальта в сплаве повышает его вязкость и способность выдерживать высокую ударную нагрузку, но при этом снижается износостойкость сплава.

Корпус 1 буровой коронки изготавливают из высоколегированной стали, например, марки 38ХНЗМФА или 18Х2Н4МА. Угол заточки лезвий буровых коронок составляет 110°. Буровые коронки на рабочем торце имеют несколько отверстий (обычно диаметром 5 мм) для выхода воды из штанги в скважину (шпур).

Буровая коронка считается затупленной, если лезвие армирующих вставок имеет притупление, равное 3 мм на расстоянии 5 мм от внешнего края. При правильной эксплуатации буровая коронка выдерживает 5-10 заточек.

2.4. УСТАНОВКА ПЕРФОРАТОРОВ НА БУРОВЫХ СТАНКАХ И ШАХТНЫХ БУРИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

В настоящее время перфораторы ПК-60 и ПК-75 с независимым вращением бура применяются на станках БУ-50Н и БУ-80Н ГОСТ 20769-75 (Б – буровой, У – ударного действия с выносным ударником, 50 и 80 – условные диаметры скважин в миллиметрах, Н – самоходный). Старое обозначение указанных станков – КБУ-50М и КБУ-80 (колонковая буровая установка). Перфораторы устанавливаются и на других самоходных станках, например БУ-80С.

Основные технические данные буровых станков с перфораторами ПК-60 и ПК-75 приведены в табл.2.2.

Буровые станки БУ-50Н и БУ-8Ш (рис.2.14) состоят из следующих основных узлов: перфоратора 8, винтового податчика 6 с пневматическим приводом, распорной колонки 5, пульта управления 7 и бурового инструмента 4.

Податчик перфоратора состоит из двух швеллеров. На переднем конце податчика закреплен пневматический люнет 3, предназначенный для центрирования буровой штанги при забурировании и удержании бурового става при спуско-подъемных операциях (при свинчивании и развинчивании штанг).

Подача опоры 9 с установленным на ней перфоратором 8 осуществляется винтом с резьбой специального профиля «под шарик». Винт получает вращение непосредственно от аксиально-поршневого пневмодвигателя ДАР-5.

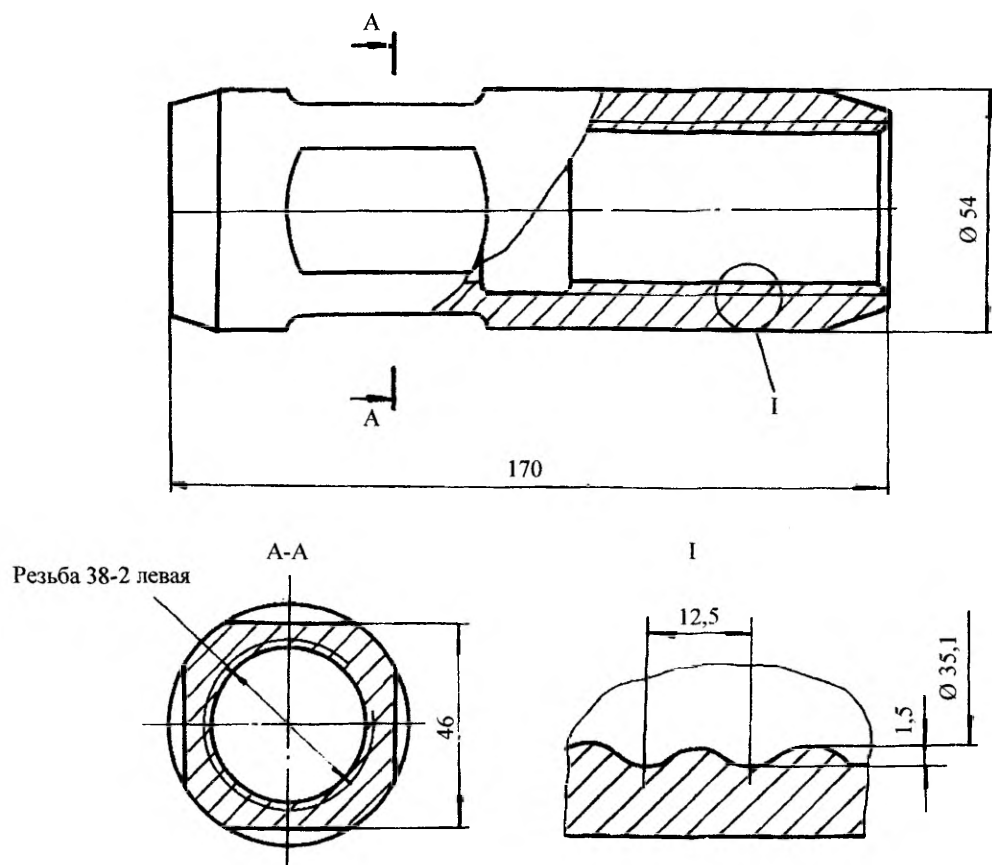


Рис.2.12. Муфта соединительная МС 54

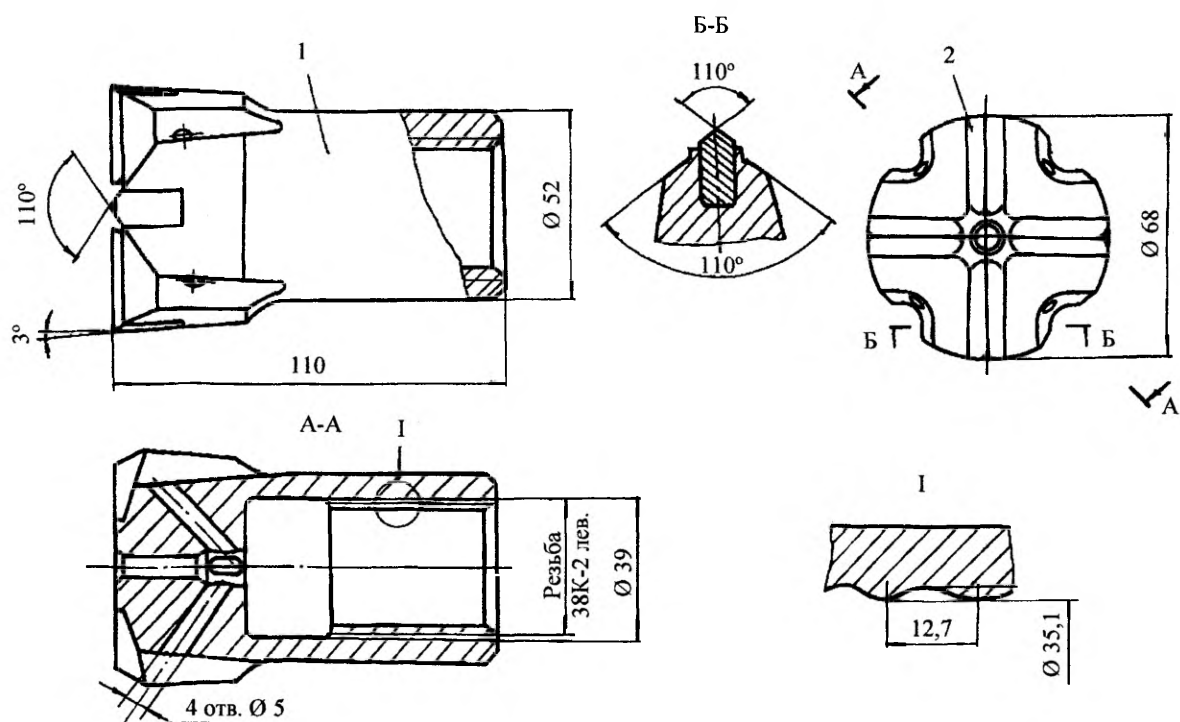


Рис.2.13. Буровая коронка К-70

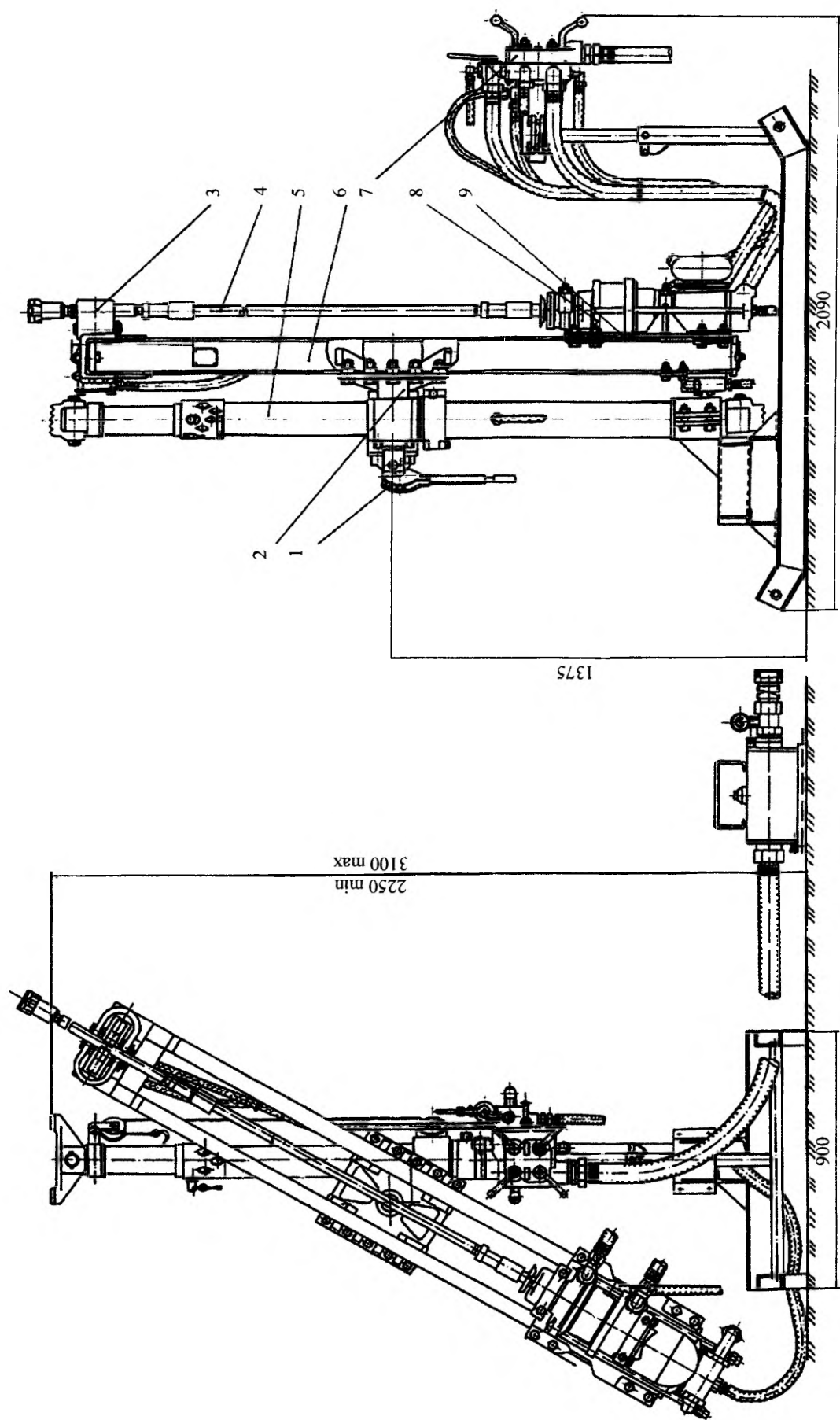


Рис.2.14. Буровой станок БУ-80Н (КБУ-80)

Закрепление станка в выработке осуществляется одной гидравлической распорной колонкой 5. Давление рабочей жидкости в колонке создается ручным гидравлическим насосом или используется сжатый воздух для работы гидроусилителя колонки (усилие распора более 60 кН). Рабочая жидкость для многократного использования заливается непосредственно в колонку.

Поворот податчика на 360° в вертикальной плоскости осуществляется вручную или при помощи ручной лебедки 1 вокруг горизонтальной оси опорной цапфы 2. Поворот в горизонтальной плоскости на 360° осуществляется вокруг вертикальной оси распорной колонки поворотом опорной цапфы 2. Для изменения высоты установки податчика последний вместе с опорной цапфой 2 может перемещаться по распорной колонке 5 при помощи лебедки 1. Фиксация всех положений опорной цапфы производится стяжными болтами.

Буровой станок смонтирован на салазках и перемещается в выработке без разборки при помощи тяговых средств, имеющихся на руднике.

Самоходный буровой станок БУ-80С смонтирован на пневмоколесном ходу. При бурении станок устанавливается на гидравлические домкраты и распирается в кровлю двумя гидравлическими колонками.

Перфораторы ПК-60 и ПК-75 применяются также для бурения шпуров на самоходных шахтных бурильных установках типа УБШ на пневмоколесном ходу, на проходческих бурильных установках СБКН-2М на колесно-рельсовом ходу, установках на гусеничном ходу 1СБУ-2КМ и т.д.

Указанные бурильные установки бурят в забое шпуров глубиной до 5 м неразъемными штангами с помощью длинноходовых податчиков.

Применение перфораторов с независимым вращением рабочего инструмента позволяет значительно повысить производительность буровых работ по сравнению с бурильными головками ударно-поворотного и вращательно-ударного действия.

2.5. ЗАБУРИВАНИЕ И БУРЕНИЕ

При забуривании буровую коронку подводят вплотную к забою, предварительно включив вращатель на левое вращение бурового става. Затем включают ударник перфоратора на слабые удары, а подачу воды – на малый расход. Буровой став подается на забой с малым усилием. Подвод и отвод буровой коронки повторяется при ее скольжении по забою. Забуривание заканчивается при углублении буровой коронки в породу на 50-70 мм.

По окончании забуривания вращатель перфоратора включают на максимальную мощность, а энергию удара ударника выбирают с учетом крепости породы и ее свойств, включают подачу воды в необходимом количестве. Осевое усилие на буровой став увеличивают до тех пор, пока обороты штанги не снизятся до минимума (порядка $1,25 \text{ с}^{-1}$). Заканчивают бурение при подходе опоры перфоратора к переднему люнету (зазор не менее 5 мм), выключают подачу воды, затем ударный механизм перфоратора. Перфоратор передвигают в исходное положение и наращивают (навинчивают) новую буровую штангу.

Регулировка скоростей подачи и вращения бурового става, а также энергии и частоты ударов производится путем увеличения или уменьшения объема подаваемого сжатого воздуха к соответствующему механизму.

Рациональный режим бурения определяется по значениям скорости перемещения штанги (скорости бурения) в конкретных условиях забоя.

Замену буровой коронки по мере ее затупления, определяемому по резкому снижению скорости бурения, производят при разобранном буровом ставе, отворачивая ее от штанги специальным ключом.

При развинчивании бурового става соединительную муфту штанги зажимают в люнете податчика и затем вывинчивают из муфты хвостовик перфоратора или штангу, при

этом включают вращатель на правое вращение. При наращивании бурового става очередную штангу с помощью муфт вручную соединяют с буровым ставом и хвостовиком перфоратора, после чего процесс бурения продолжается. При включении вращателя для дальнейшего бурения происходит автоматическое затягивание всех резьбовых соединений бурового става.

2.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите области целесообразного применения перфораторов ПК-60 и ПК-75 по крепости пород, по типу базовой машины.
2. Опишите устройство и объясните принцип действия основных узлов перфоратора: ударника, вращателя, воздухораспределителя, бурового става.
3. По каким техническим показателям отличаются друг от друга перфораторы ПК-60 и ПК-75?
4. Назовите достоинства и недостатки воздухораспределителя с мотыльковым клапаном.
5. Каков принцип работы мотылькового клапана? Как он установлен и центрируется в ударнике перфоратора?
6. Для чего гнездо клапана имеет внутреннюю полость для сжатого воздуха?
7. При каком положении поршня происходит переброска мотылькового клапана?
8. Какими преимуществами обладают пневмомоторы гипоциклоидного типа?
9. Почему в статоре вместо фрезерованных зубьев кругового профиля применены ролики?
10. Какой принцип воздухораспределения применен во вращателе?
11. Для чего необходимо эксцентричное расположение ротора по отношению к статору во вращателе?
12. Как рассчитать крутящий момент, развиваемый вращателем?
13. Как осуществляется подача сжатого воздуха и выхлоп во вращателе при бурении?
14. Как осуществляется подача сжатого воздуха и выхлоп во вращателе при наращивании бурового става? Для чего необходим реверс вращателя?
15. Какую роль в перфораторе выполняет концевая букса?
16. Возможно ли регулирование частоты вращения бурового става при бурении?
17. Как осуществляется пылеподавление при бурении?
18. Какой буровой инструмент применяется при бурении (коронки, штанги, муфты)?
19. Как определить: затуплена ли буровая коронка?
20. Какова последовательность операций за цикл (на одну штангу) при бурении шпуров и при разборке става?

3. БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ВРАЩАТЕЛЬНО-УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Важнейшим узлом шахтных бурильных установок, определяющим их эксплуатационные показатели, является бурильная головка, предназначенная для передачи буровому инструменту только крутящего момента (головки вращательного действия), или крутящего момента в сочетании с ударами (головки ударно-вращательного и вращательно-ударного действия с независимым вращением буровой штанги), или ударов с поворотом бурового инструмента при его отскоке от забоя (головки ударно-поворотного действия с зависимым вращением буровой штанги).

Бурильные головки с зависимым и независимым вращениями буровых штанг представлены перфораторами, соответственно, типов ПП и ПК и достаточно подробно были рассмотрены в разделах 1 и 2.

Бурильные головки разделяют по роду потребляемой энергии на пневматические, гидравлические, комбинированные (пневмогидравлические) и электрические [3, 4, 9].

Широко известны бурильные головки с пневматическими ударным и вращательным механизмами БГА-1М и 1100-1-1М, выпускаемыми Старооскольским и Кузнецким машиностроительными заводами (табл.3.1).

Таблица 3.1

Техническая характеристика бурильных головок вращательно-ударного действия

Показатель	Тип головки				
	Пневматическая		Комбинированная		Электрическая
	БГА-1М	1100-1-1М	БГА-1ПГ	МБПГ-3	БУЭ-3
Коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М.Протодияконова	8-16	5-14	8-18	8-16	8-16
Рекомендуемый диаметр буровой коронки, мм	43-52	43-46	43-52	52-70	42
Максимальная глубина бурения, м	3	5	5	50	3
Энергия удара по буровому инструменту, Дж	83,3	39,2	83,3	137,2	49
Частота ударов по буровому инструменту, с ⁻¹	43,3	58,3	43,3	50	41,6
Потребляемая энергия	Сжатый воздух		Сжатый воздух и рабочая жидкость под давлением		Электрическая
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	—
Расход сжатого воздуха, м ³ /с	0,16	0,2	0,1	0,12	—
Рабочее давление жидкости в гидромоторе вращателя, МПа	—	—	16	7	—
Максимальный расход рабочей жидкости для работы гидромотора, л/с	—	—	0,93	0,18	—
Максимальный крутящий момент на буровой штанге, Н·м	235	196	270	294	Нет данных
Частота вращения штанги, с ⁻¹	1,33-1,66	2,16-2,5	6,2	0-2,5	2,4 и 6,2
Габаритные размеры бурильной головки, мм					
Длина	1080	970	1080	680	
Ширина	340	272	315	280	Нет данных
Высота	260	178	260	395	
Масса, кг	140	87	130	114	Нет данных

Бурильные головки БГА-1ПГ и МБПГ-3, имеющие пневматические ударные механизмы и гидравлические вращатели, относят к комбинированным. Выпускаются также гидравлические бурильные головки.

3.2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ БУРИЛЬНОЙ ГОЛОВКИ БГА-1М

3.2.1. Пневмоударник бурильной головки

Бурильная головка (рис.3.1) состоит из пневмоударника 4 и вращателя бурового инструмента, состоящего из двухступенчатого редуктора 5 и пневмомотора 18.

Пневмоударник представляет собой автономную сборочную единицу, устанавливаемую в корпус 10 бурильной головки.

Цилиндр 15 пневмоударника (рис.3.2 и 3.3) имеет четыре продольных канала 4 диаметром 10 мм, по которым сжатый воздух подается в левую полость для совершения обратного (холостого) хода поршня-ударника 1, и восемь выхлопных отверстий 3 диаметром 14 мм. Во избежание задиров при движении поршня-ударника внутренняя полость цилиндра цементируется на глубину 0,8-1 мм (твердость поверхности HRC 55-60).

В передней части цилиндр соединяется с втулкой 2, в которой имеется шесть наклонных отверстий диаметром 10 мм для соединения полости А с каналами 4 цилиндра. Втулка 2 является направляющей для левого штока поршня-ударника. С другой стороны цилиндр 15 соединяется с втулкой 8, имеющей отверстие 5 и по десять отверстий 6 и 7, по которым сжатый воздух поступает в правую полость цилиндра для обеспечения рабочего хода поршня-ударника. Втулка 8 является направляющей для правого штока поршня-ударника при его перемещении. В отличие от отверстий 6 и 7, отверстие 5 играет роль только при запуске пневмоударника, в том случае, если поршень-ударник занимает промежуточное положение. Сжатый воздух, поступающий в правую полость цилиндра через отверстие 5, обеспечивает смещение поршня-ударника и таким образом выводит его из равновесного положения. На дальнейшую работу пневмоударника отверстие 5 ввиду своего малого сечения не влияет.

Втулка 8, цилиндр 15 и втулка 2 соединяются в сборочный узел со стаканом 9 двумя болтами 14 с гайками 13 и шплинтами 12. В стакан вмонтирован резиновый амортизатор 11. Пневмоударник имеет возможность при работе перемещаться в опорной втулке 10, сжимая амортизатор. Опорная втулка, в свою очередь, устанавливается и центрируется в корпусе бурильной головки.

3.2.2. Система воздухораспределения пневмоударника

В бурильной головке БГА-1М применена бесклапанная система воздухораспределения (рис.3.4, а), т.е. сжатый воздух, поступающий в полости цилиндра пневмоударника, распределяется поршнем-ударником. Для этого поршень-ударник 1 выполнен с двумя штоками: шток М – ударная часть и шток Д – золотниковая часть, на которых имеются специальные выточки К и Е для подачи сжатого воздуха в левую и правую полости цилиндра.

В начале рабочего хода (движение влево) поршень-ударник находится в крайнем правом положении. Сжатый воздух, действуя на торец штока Д, начинает перемещать поршень-ударник влево. При дальнейшем движении поршня-ударника воздух поступает также в полость В цилиндра через выточку Е штока Д. Одновременно сжатый воздух, поступающий в полость А, не может попасть в цилиндр пневмоударника (полость закрыта штоком М). При этом полость Б соединена через выхлопные отверстия Ж с атмосферой.

При движении поршня-ударника влево шток Д начинает перекрывать впускные отверстия Г и в дальнейшем полностью прекратит подачу сжатого воздуха в полость В цилиндра. При этом передняя кромка поршня начинает перекрывать выхлопные отверстия Ж. Поршень-ударник продолжит двигаться за счет расширения воздуха, находящегося в полости В цилиндра.

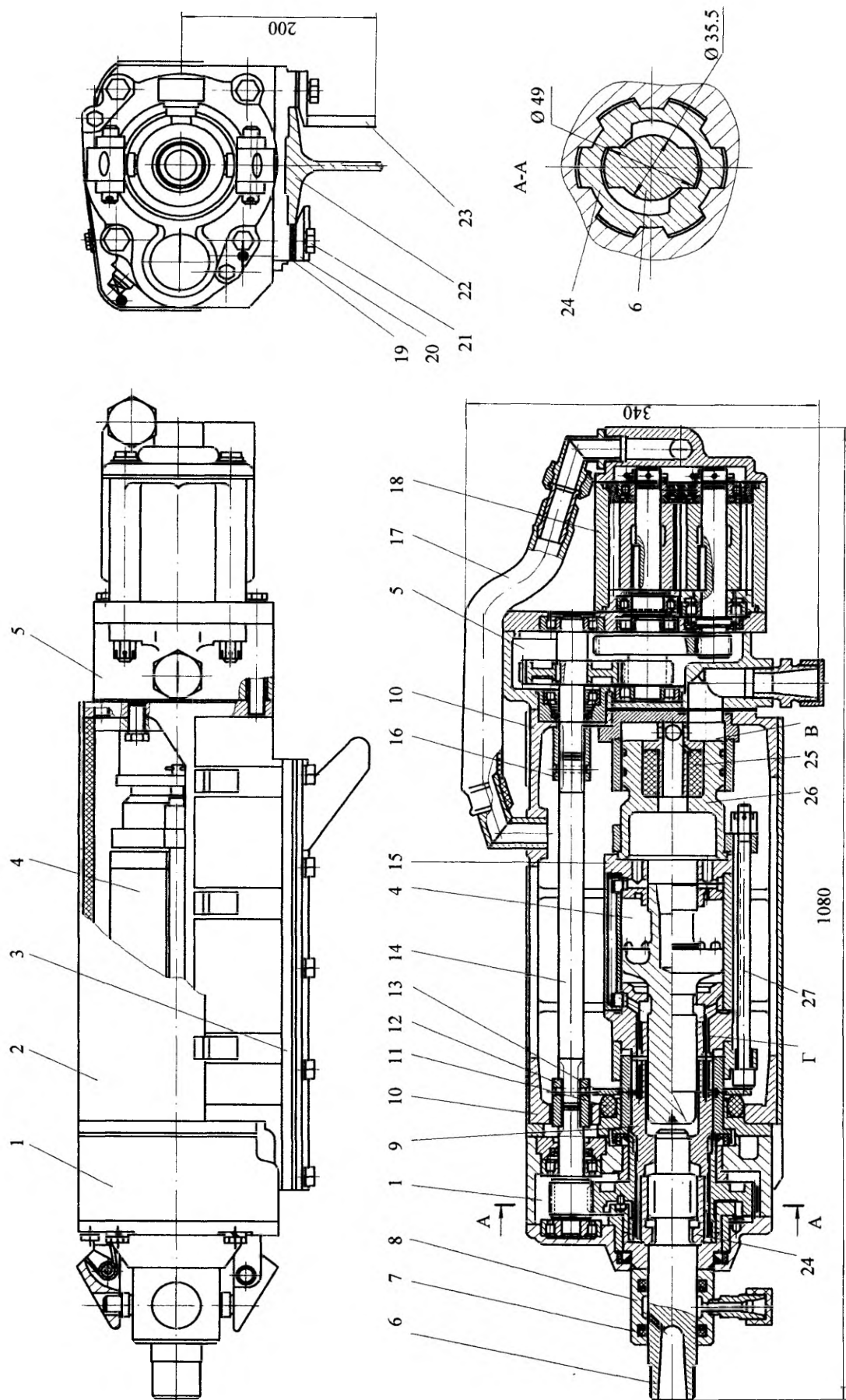


Рис.3.1. Бурильная головка БГА-1М (швеллер 22 условно показан только на одной проекции)

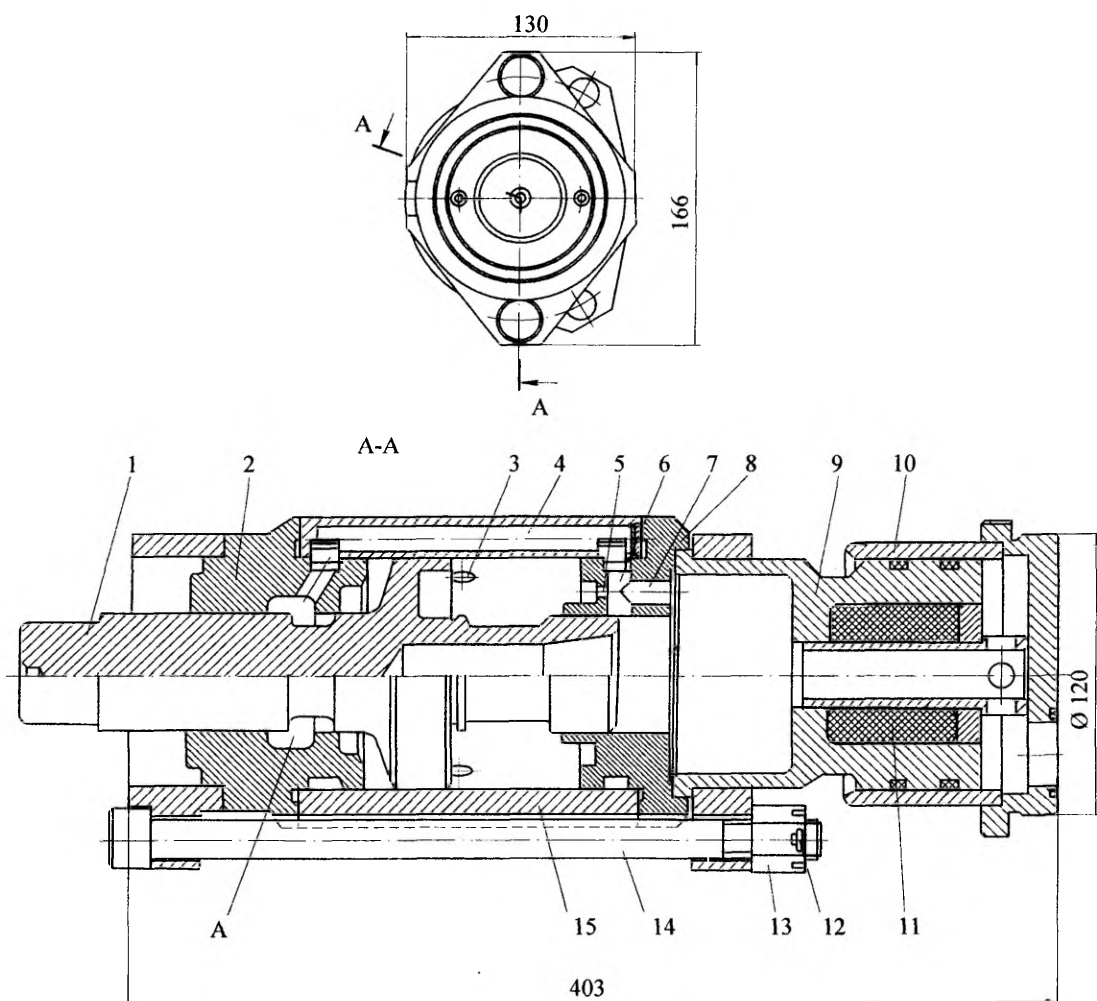


Рис.3.2. Пневмоударник бурильной головки БГА-1М

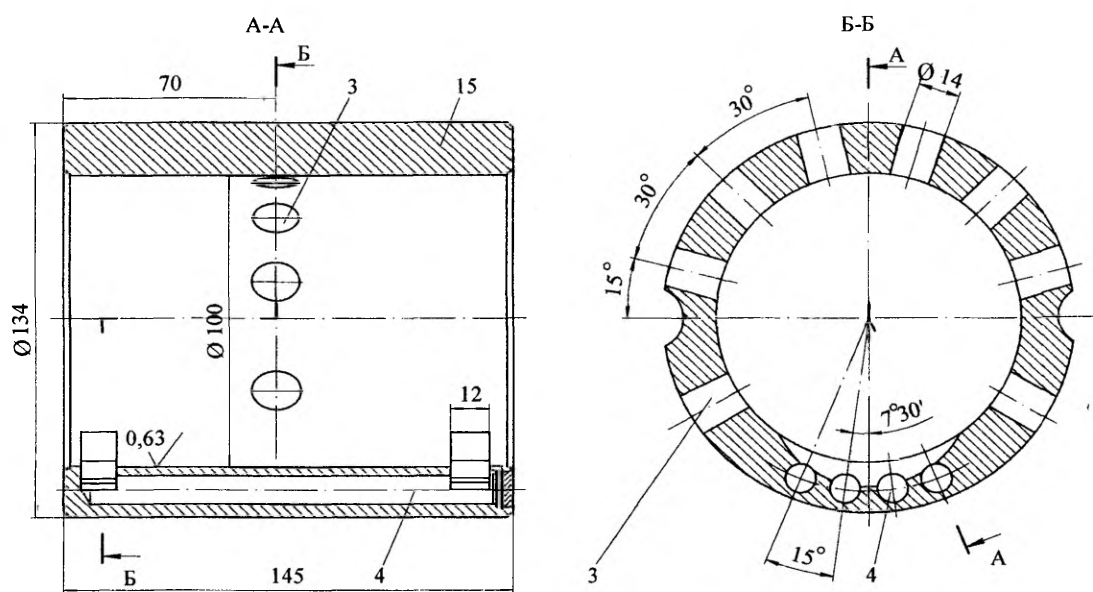


Рис.3.3. Цилиндр пневмоударника бурильной головки БГА-1М

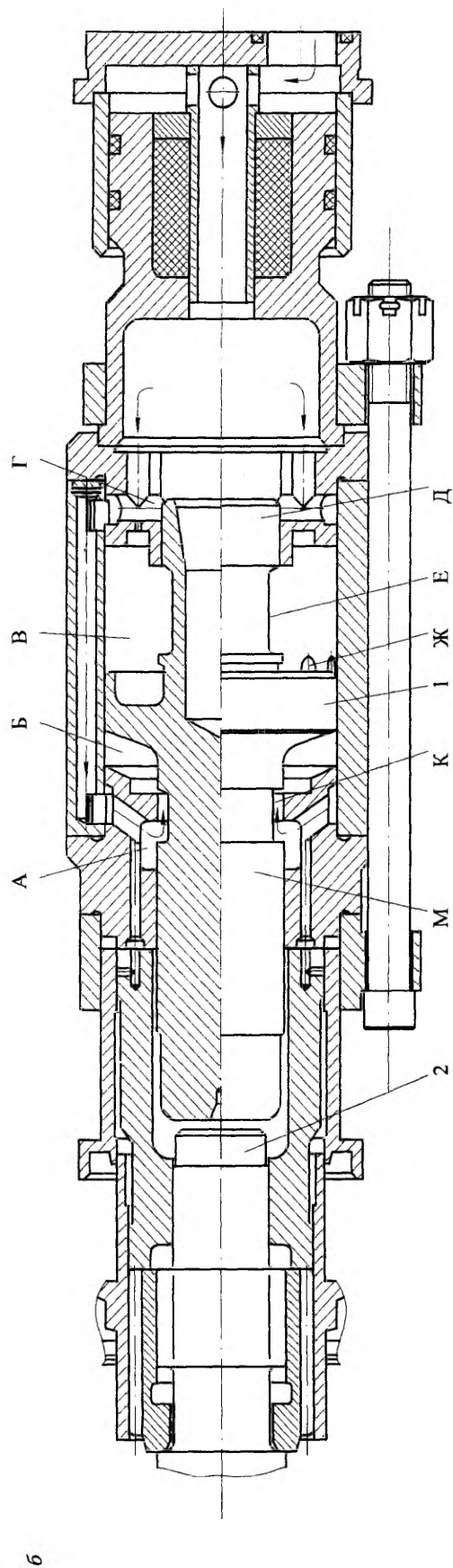
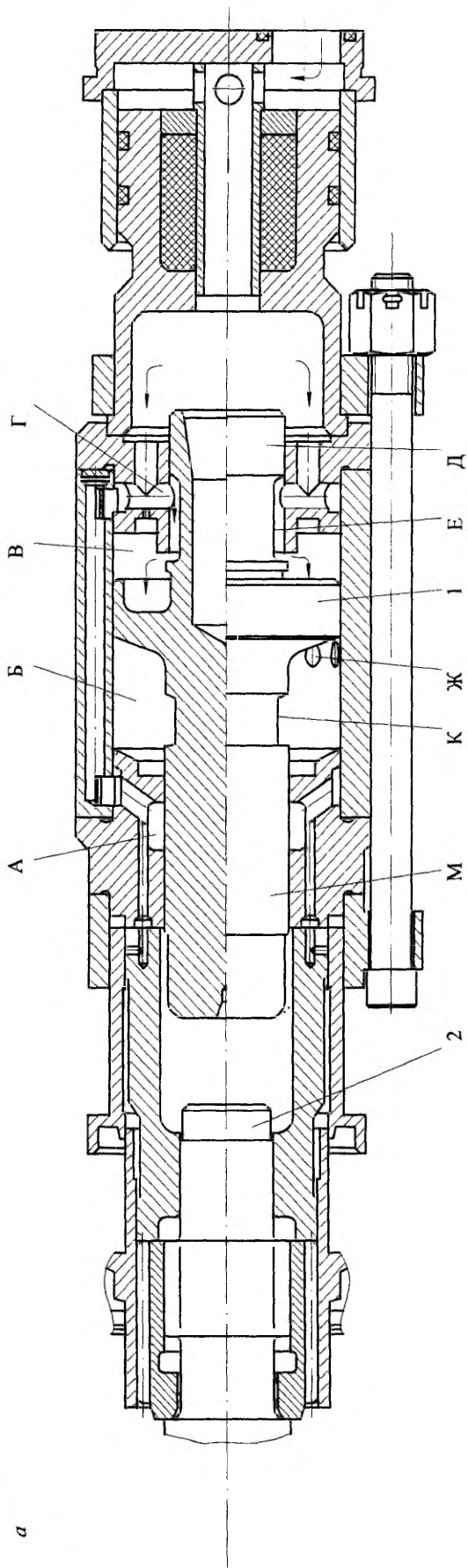


Рис.3.4. Схема воздухораспределения пневмодарника бурильной головки БГА-1М: *a* – рабочий ход; *б* – обратный ход поршня-ударника

При полностью перекрытых выхлопных отверстиях выточка К штока М открывает доступ сжатому воздуху из полости А в полость Б цилиндра.

Давление в полостях В и Б выравнивается. В этот момент шток М поршня-ударника совершает удар по хвостовику 2, соединенному с буровой штангой, а полость В цилиндра соединяется с атмосферой.

После удара поршень-ударник 1 (рис.3.4, б) отскакивает от хвостовика и подхватываемый сжатым воздухом, поступающим из полости А через выточку К, начинает обратный ход (вправо).

При дальнейшем движении поршень перекрывает выхлопные отверстия Ж, при этом полость А перекрывается штоком М. Движение поршня-ударника вправо осуществляется под действием избыточного давления сжатого воздуха в полости Б до тех пор, пока поршень не откроет выхлопные отверстия. В этот момент в полости В происходит сжатие оставшегося воздуха, движение поршня-ударника тормозится. В дальнейшем выточка Е штока Д открывает доступ сжатому воздуху через отверстия Г в полость В, поршень-ударник останавливается и затем начинает вновь движение влево (рабочий ход).

3.2.3. Вращатель бурильной головки

Вращатель бурильной головки (см. рис.3.1) состоит из шестеренчатого пневмомотора 18 мощностью 3,3 кВт и частотой вращения $66,6 \text{ с}^{-1}$ и согласующего двухступенчатого редуктора 5 с передаточным числом 8,45. Редуктор вместе с пневмомотором крепится болтами к корпусу бурильной головки.

От редуктора 5 крутящий момент промежуточным валом 14 и соединительными муфтами 16 и 12 передается одноступенчатому редуктору 1 с передаточным отношением 4,07.

От зубчатого колеса редуктора 1 момент передается через шлицевое соединение патрону 24. В патрон вставлен хвостовик 6 со специальными выступами (см. сечение А-А). Хвостовик передает буровой штанге крутящий момент через конусное соединение.

Наличие соединительных муфт позволяет разбирать бурильную головку на три отдельных узла: одноступенчатый редуктор 1, редуктор 5 вращателя с пневмомотором 18 и пневмоударник 4 с основанием 3 бурильной головки. Это обеспечивает простую разборку и агрегатный ремонт бурильной головки.

Снижение уровня шума при работе бурильной головки обеспечивается тем, что отработанный воздух, поступающий от пневмомотора и пневмоударника, подается на выхлоп по рукаву 17 через камеру в корпусе 2 бурильной головки, внутренняя сторона которой имеет войлочную футеровку, гасящую колебания воздуха.

3.2.4. Защита корпуса бурильной головки от ударных нагрузок при работе пневмоударника

При работе бурильной головки (см. рис.3.1) в холостом режиме передача ударной нагрузки на ее корпус уменьшается резиновым амортизатором 11. При подаче сжатого воздуха в цилиндр пневмоударника он проходит по двум каналам Г (диаметром 4 мм) и воздействуя на торец патрона 9, передвигает его, а вместе с ним и шлицевой патрон 24 с хвостовиком 6 влево до упора в корпус бурильной головки. Вследствие этого торец поршня-ударника при последующих перемещениях не будет соприкасаться с торцом хвостовика. Кроме того, пневмоударник под давлением сжатого воздуха на торец В перемещается влево и через шайбу 13 и болты 27 сжимает амортизатор 11 и тем самым значительно уменьшает воздействие ударной нагрузки на корпус бурильной головки.

При создании рабочей осевой нагрузки на инструмент (бурение) бурильная головка перемещается по хвостовику, что приводит к смещению вправо патронов 24 и 9 относительно корпуса бурильной головки. Патрон 9, преодолевая усилие, создаваемое давлением сжатого воздуха на его торец, упирается в пневмоударник 4. При этом разгружается амортизатор 11 и нагружается амортизатор 25. Ударные нагрузки, возникающие при обратном ходе поршня-ударника и действующие на втулку 15 и стакан 26, воспринимаются амортизатором 25, который также является защитой корпуса бурильной головки.

3.2.5. Эксплуатация бурильной головки

Бурильная головка БГА-1М (см. рис.3.1) устанавливается на податчик бурильной установки с возможностью продольного перемещения ее по балке 22 податчика. Удержание бурильной головки на балке податчика осуществляется подхватами 20 с болтами 21, при этом гарантированный зазор между подхватами и полками направляющей податчика обеспечивается регулировочными прокладками 19.

Передвижение бурильной головки по податчику осуществляется обычно винтовым механизмом. Винтовая пара расположена под полкой балки 22, при этом гайка винтовой пары закрепляется на упоре 23 подхвата.

Бурильная головка БГА-1М устанавливается также и на другие типы податчиков, например цепные или канатно-поршневые.

При бурении применяются буровые штанги (рис.3.5) круглого сечения диаметром 32 мм, длиной от 2 до 5 м в зависимости от хода податчика и необходимой глубины бурения. Буровая штанга посадочным конусом (конусность 1:12) вставляется в хвостовик (см. рис.3.1, поз.6) бурильной головки, на другой конец буровой штанги устанавливается буровая коронка.

Вода в шпур для удаления буровой мелочи подается через муфту 8 (см. рис.3.1), далее по осевому каналу в буровой штанге и каналам в буровой коронке. Герметизация муфты на хвостовике осуществляется резиновыми манжетами 7. Боковая подача воды исключает возможность ее поступления в пневмоударник бурильной головки.

Перед началом бурения необходимо проверить уровень масла в редукторах 1 и 5 привода вращателя. Контроль и доливка масла марки «Индустриальное И-20А» (ГОСТ 20799-75) осуществляются через маслозаливные пробки один раз в сутки.

Смазка пневмоударника происходит свободным осаждением в сжатом воздухе капелек масла на открытые поверхности пары «поршень-цилиндр». Конструкция и принцип действия автомасленки аналогичны конструкции автомасленки, применяемой при бурении переносными перфораторами.

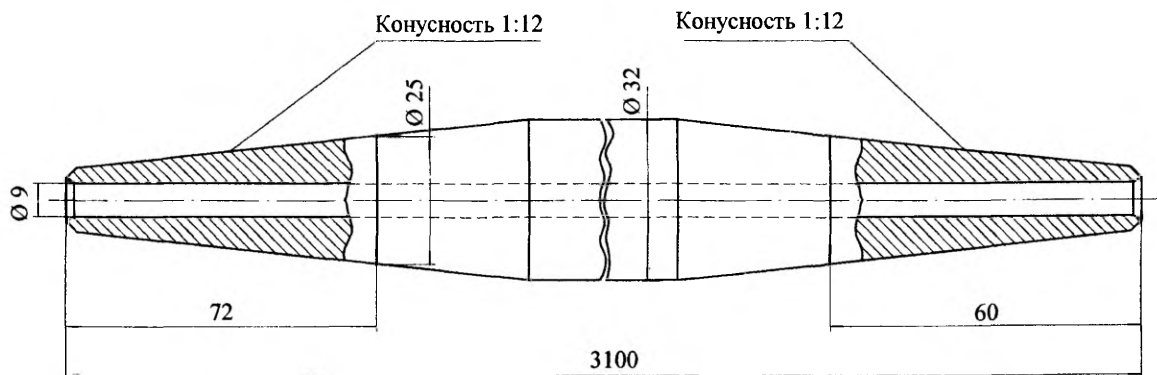


Рис.3.5. Буровая штанга

3.3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ БУРИЛЬНОЙ ГОЛОВКИ 1100-1-1М

Бурильная головка 1100-1-1М (рис.3.6) состоит из пневмоударника 6, шестеренного пневмомотора 11 и редуктора 10, передающего крутящий момент от пневмомотора шпинделю 5. Внутри шпинделя находится патрон 3. В патроне имеются выступы, как и в патроне бурильной головки БГА-1М, которыми вращение передается хвостовику 2 и далее буровой штанге.

Удары по хвостовику наносит поршень пневмоударника. Распределение поступающего через штуцер 14 в полость пневмоударника сжатого воздуха осуществляется клапанным воздухораспределительным устройством, состоящим из распределительной коробки 9, клапана 8 и крышки 7 распределительной коробки. Детали 7 и 9 имеют по двенадцать отверстий для подачи сжатого воздуха в левую и правую полости цилиндра пневмоударника. Клапан центрируется на втулке 15 по ходовой посадке.

Принцип работы клапанного воздухораспределения аналогичен работе подобного устройства переносных перфораторов типа ПП.

Подвод сжатого воздуха к пневмомотору осуществляется через патрубок 12. Для уменьшения уровня шума пневмомотора служит глушитель 13.

В случае, когда буровая штанга с коронкой не прижаты к забою, патрон 3 вместе с хвостовиком 2 и буровой штангой под действием пружины 4 отжимаются влево. Поэтому поршень пневмоударника в своем крайнем левом положении не касается торца хвостовика и ударная нагрузка не передается на корпус бурильной головки. Кроме того, предотвращается возможность сбивания коронки с буровой штанги и штанги с хвостовика в случае, когда коронка не прижата к забою.

Вода для очистки шпура подается в буровую штангу через муфту 1 так же, как и на бурильной головке типа БГА-1М.

3.4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННЫХ БУРИЛЬНЫХ ГОЛОВОК

3.4.1. Достоинства и недостатки комбинированных бурильных головок

Пневматические бурильные головки с независимым вращением буровой штанги потребляют значительное количество дорогостоящего сжатого воздуха (табл.3.1). Одним из путей сокращения его потребления на горных предприятиях является применение комбинированных бурильных головок (рис.3.7), имеющих пневматический ударный механизм 1 и гидравлический привод 2 вращения буровой штанги.

По сравнению с рассмотренными выше пневматическими головками комбинированные головки имеют следующие преимущества:

- меньший расход сжатого воздуха;
- возможность бесступенчатой регулировки частоты вращения бурового инструмента, что позволяет выбирать более рациональные режимы при изменении крепости буримых пород; для бурения менее крепких пород требуется уменьшенная энергия удара и более высокая частота вращения штанги, а более крепких пород – максимальная энергия удара и меньшая частота вращения;
- простая и надежная система защиты бурового инструмента в случае его заклинивания (осуществляет предохранительный клапан гидропривода вращателя);
- замкнутая система циркуляции энергоносителя в механизме вращения, которая исключает выброс энергоносителя в атмосферу;
- более высокий коэффициент полезного действия привода вращения (до 60 %, у пневмомоторов 15-25 %);
- снижение уровня шума при работе.

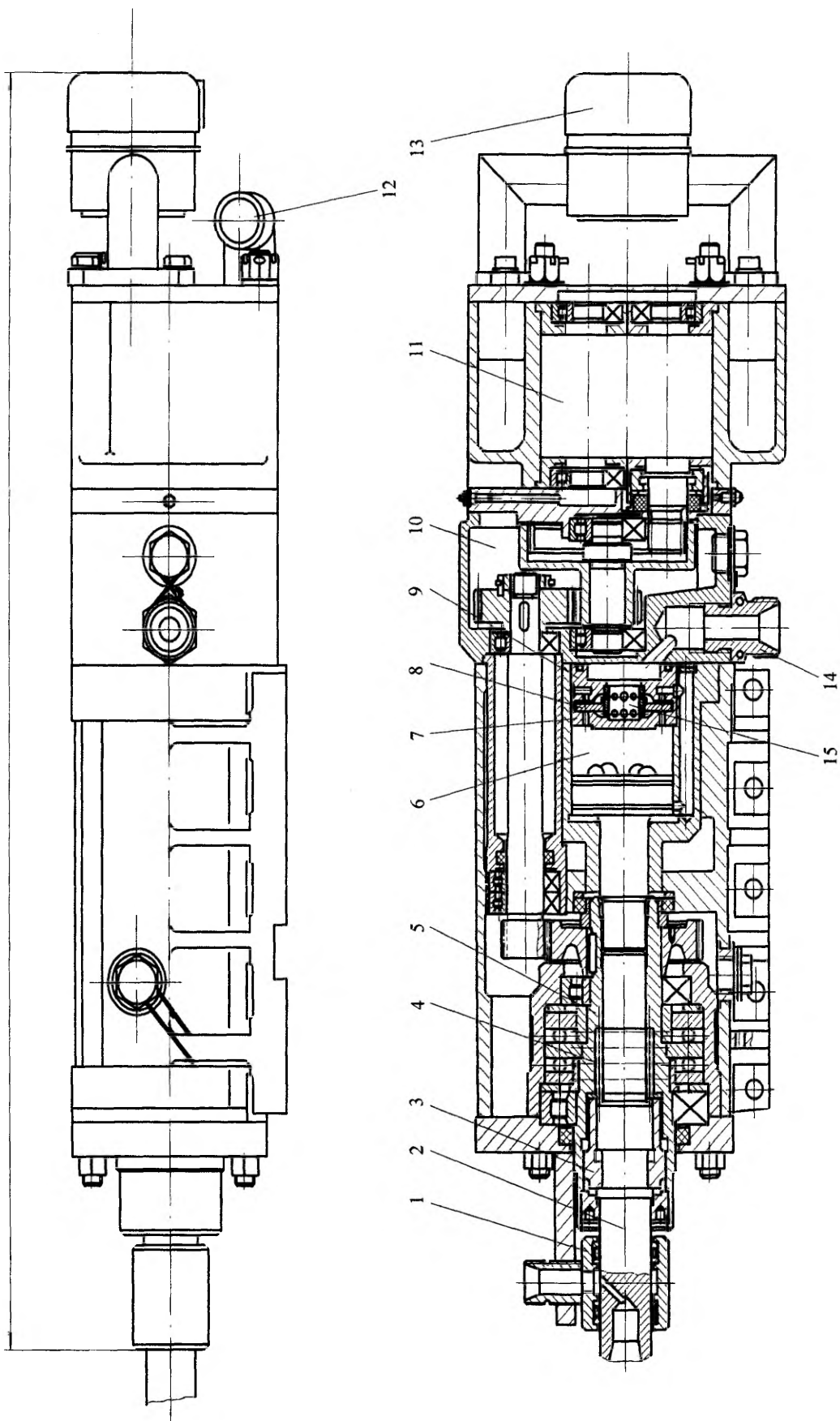


Рис.3.6. Бурильная головка 1100-1-1М

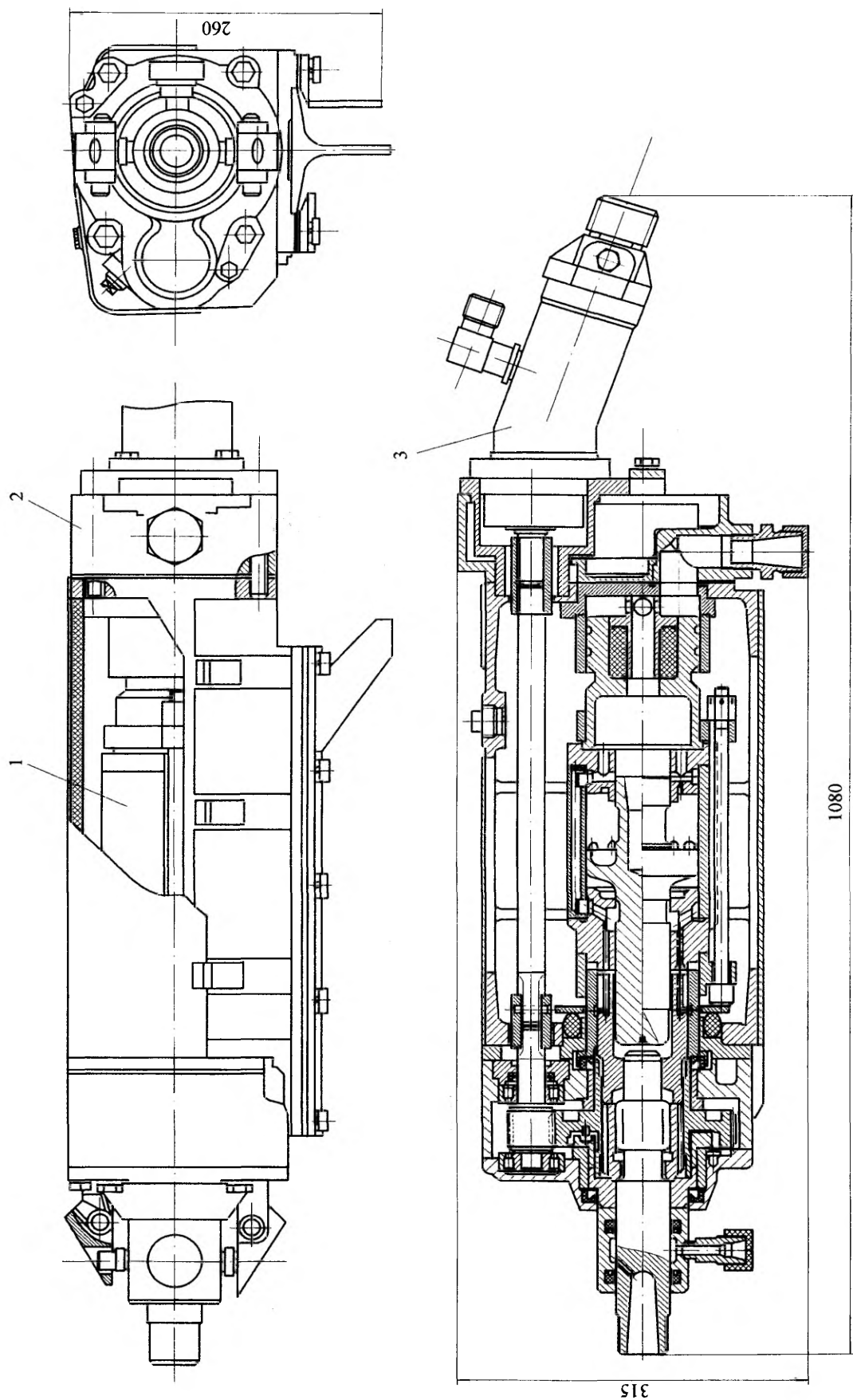


Рис.3.7. Комбинированная бурильная головка БГА-III

К недостаткам пневмогидравлических бурильных головок следует отнести:

- необходимость применения двух видов энергии – пневматической для ударного механизма и электрической для привода маслонасосной станции;
- наличие гидравлической системы с регулирующей и предохранительной аппаратурой усложняет обслуживание и ремонт бурильных установок (буровых станков).

Комбинированные пневмогидравлические бурильные головки БГА-1ПГ и МБПГ-3 являются промежуточным вариантом между пневматическими и полностью гидравлическими бурильными головками.

Бурильная головка БГА-1ПГ (рис.3.7) отличается от бурильной головки БГА-1М установкой во вращателе гидромотора 3 вместо пневмомотора. Нерегулируемый аксиально-поршневой гидромотор 210.16.11 имеет большую мощность (10 кВт), чем пневмомотор бурильной головки БГА-1М (3,3 кВт). Номинальный расход рабочей жидкости при работе гидромотора составляет 55,9 л/мин. Номинальное давление на входе в гидромотор 16 МПа.

3.4.2. Пневмогидравлическая головка МБПГ-3

Бурильная головка МБПГ-3 (рис.3.8, а) состоит из корпуса пневмоударника 8 и двухступенчатого редуктора 1 с аксиально-поршневым гидромотором 2 модели НПА-64. Распределение сжатого воздуха в пневмоударнике осуществляется штоком поршня-ударника 7. Принцип подобного бесклапанного воздухораспределения аналогичен воздухораспределению в бурильной головке БГА-1М.

На рис.3.8, а поршень-ударник 7 показан в крайнем левом положении, т.е. в момент удара его по хвостовику 13 буровой штанги. Для увеличения энергии удара в бурильной головке установлен специальный золотник 5, предотвращающий образование воздушной подушки в левой полости цилиндра пневмоударника во время рабочего хода поршня-ударника до совершения удара его по хвостовику.

При рабочем ходе поршня-ударника (рис.3.8, а, б) сжатый воздух поступает из шахтной сети через штуцер 3, каналы А воздухораспределительной коробки 4 и выточку К штока в правую полость цилиндра пневмоударника, поршень-ударник перемещается влево. Сжатый воздух также постоянно давит на торец Л золотника, который при рабочем ходе поршня-ударника перемещается в крайнее левое положение. При этом воздух из левой полости цилиндра пневмоударника через выхлопной канал В, каналы О и М, отверстие Н выходит в атмосферу и тем самым предотвращает образование воздушной подушки в левой полости цилиндра пневмоударника.

После удара (рис.3.8, в) поршня-ударника по хвостовику сжатый воздух через выточку Ж штока поршня-ударника поступает в левую полость цилиндра пневмоударника (обратный ход поршня-ударника), а также проходит по каналам П и Р, воздействует на левый торец золотника. За счет разности усилий, действующих на торцы золотника (площадь левого торца золотника значительно больше площади торца Л), последний переместится в крайнее правое положение и перекроет выход сжатого воздуха в атмосферу через отверстие Н.

При прекращении подачи сжатого воздуха в левую полость цилиндра пневмоударника золотник передвинется опять в крайнее левое положение, и цикл повторится.

Отработанный воздух из пневмоударника выбрасывается через окна Г в два выхлопных окна Е в цилиндре пневмоударника и далее через два патрубка 6 в атмосферу. Изогнутые патрубки (выхлоп направлен в сторону забоя) снижают уровень шума при бурении.

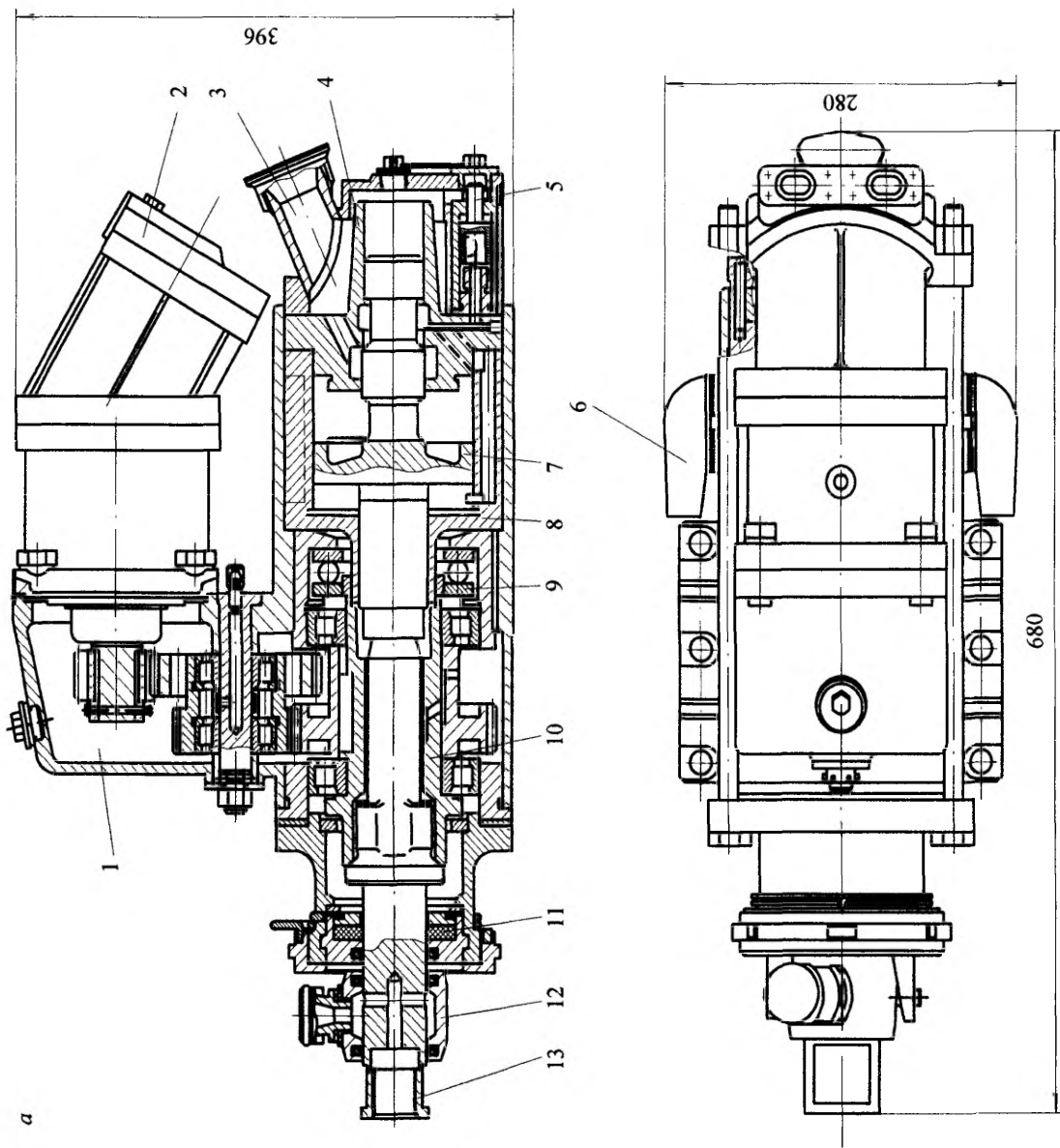


Рис.3.8. Бурильная головка МБ 11-3: а – общий вид; б – положение золотника при рабочем ходе поршня-ударника; в – положение золотника при обратном ходе поршня-ударника

Буровая штанга соединяется с хвостовиком 13 специальной левой круглой резьбой (31,5 × 12). Хвостовик, непрерывно вращаясь, воспринимает крутящий момент от шпинделя 10 привода вращения через два наружных буртика, так же как и в головке БГА-1М. Шпиндель через шпонку получает вращение от зубчатой пары редуктора 1. Осевое усилие буровой штанге при бурении передается через хвостовик, шпиндель и специальную шайбу упорным осевым шарикоподшипником 9.

Подача воды для очистки шпура (скважины) осуществляется через муфту 12 боковой промывки.

В случае, когда буровая штанга не прижата к забою, первым ударом поршень-ударник 7 передвигает хвостовик в крайнее левое положение. При этом удар хвостовика воспринимается резиновым амортизатором 11 и не передается на корпус бурильной головки. При дальнейшей работе пневмоударника при горизонтальном положении бурильной головки удары не передаются на торец хвостовика до тех пор, пока буровой инструмент не будет прижат к забою и хвостовик, соответственно, не займет своего рабочего (крайнего правого) положения.

3.5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимается под термином «бурильная головка»?
2. Как классифицируются бурильные головки по типу привода?
3. Из каких основных узлов состоит бурильная головка и какое их назначение (БГА-1М, 1100-1-1М)?
4. Какие характерные особенности применяемых устройств воздухораспределения пневмоударников в бурильных головках БГА-1М и 1100-1-1М?
5. Объясните процесс работы пневмоударника за один цикл (рабочий и холостой ходы поршня-ударника).
6. Почему при бурении горизонтальных шпуров в случае, когда буровая штанга не прижата к забою, ударные нагрузки от поршня-ударника не передаются на корпус головки БГА-1-1М)?
7. Возможна ли работа пневмоударника бурильной головки 1100-1-1М, когда буровая штанга не прижата к забою?
8. Как передается крутящий момент от пневмодвигателя вращателя буровой штанги (БГА-1М, 1100-1-1М)?
9. Что предусмотрено в конструкции бурильной головки для снижения шума при работе?
10. Как осуществляется очистка шпура при бурении?
11. Как осуществляется смазка пневмоударника при бурении?
12. Какая область применения бурильных головок БГА-1М, 1100-1-1М, МБПГ-3 по крепости буримых пород, диаметру и длине шпуров или скважин?
13. Какими преимуществами обладает пневмогидравлическая бурильная головка МБПГ-3 по сравнению с бурильной головкой БГА-1М?
14. Какие недостатки характерны для пневмогидравлических бурильных головок?
15. Как предотвращается в бурильной головке МБПГ-3 образование воздушной подушки в передней полости цилиндра пневмоударника при рабочем ходе поршня-ударника?

4. БУРОВОЙ СТАНОК БП-100Н

4.1. НАЗНАЧЕНИЕ

Буровой станок БП-100Н с погружным пневмоударником предназначен для бурения взрывных скважин диаметром 105 мм на глубину 50-80 м в любом направлении в подземных условиях по горным породам с коэффициентом крепости 6-18 по шкале проф. М.М.Протодьяконова [3, 4, 6]. Цифра 100 в названии станка обозначает условный диаметр буримой скважины в миллиметрах, буква Н – станок несамоходный.

Наибольшее распространение станок нашел при технологии добычи руд с массовой взрывной отбойкой глубокими скважинами, а также при бурении скважин вспомогательно-го назначения (дегазационных, разведочных).

Бурение скважин по породам крепостью $f = 8-18$ ведется ударно-вращательным способом погружным пневмоударником, а по породам средней крепости $f < 6$ только вращательным способом с применением специальных коронок режущего типа.

Буровой станок БП-100Н выпускается заводом горного оборудования (г.Кривой Рог) в следующих модификациях (табл.4.1):

- с электроприводом механизма вращения бурового става (прежнее обозначение НКР-100МА);
- с электроприводом и увеличенным усилием подачи бурового инструмента на забой (НКР-100ВА);
- с пневмоприводом механизма вращения бурового става (НКР-100МПА);
- с пневмоприводом и увеличенным усилием подачи бурового инструмента на забой (НКР-100МВПА).

Таблица 4.1

Технические характеристики буровых станков

Параметры	Модификация станка			
	НКР-100МА	НКР-100МВА	НКР-100МПА	НКР-100МВПА
Глубина скважины, м	50	80	50	80
Расход воздуха при давлении 0,5 МПа, не более, м ³ /с	0,166	0,166	0,25-0,28	0,25-0,28
Максимальное усилие подачи, Н	6000	12000	6000	12000
Частота вращения става штанг, с ⁻¹	1,26	1,26	0-2,5	0-2,5
Мощность двигателя механизма вращения, кВт	4	4	11,76	11,76
Масса только бурового станка, кг	418	441	408	431
Масса бурового станка в сборе (без штанг), кг	690	790	710	800

Для всех модификаций станка диаметр буримой скважины 105 мм; минимальные размеры выработки для установки станка при бурении вертикального кругового веера скважин 2,8 × 2,8 м; расход воды при давлении 0,1-0,12 МПа составляет 0,25-0,33 л/с; подача непрерывная с автоматическими перехватами; ход податчика 365 мм; оптимальное усилие подачи на коронку 1500 Н; крутящий момент на штанге 323 Н·м; диаметр штанги 63,5 мм; масса штанги 9,8 кг; рабочая длина штанги 1213 мм; габариты станка: длина 2600 мм, ширина 665 мм, высота 790 мм.

4.2. УСТРОЙСТВО БУРОВОГО СТАНКА

Буровой станок БП-100Н (НКР-100МА) (рис.4.1) состоит из следующих основных частей:

- собственно станка 4 с механизмами подачи и вращения буровых штанг;
- пневмоударника 7, предназначенного для создания ударного импульса и передачи его коронке для разрушения горной породы в скважине;
- бурового става 2, т.е. соединенных между собой пустотелых штанг, передающих крутящий момент и осевое усилие от механизмов вращения и подачи станка пневмоударнику 7 и, соответственно, буровой коронке;
- муфты 1, соединяющей вращающийся буровой став с неподвижным рукавом, по которому подводится сжатый воздух (воздушно-водяная смесь) для работы пневмоударника;
- шламоотвода 8, предназначенного для направленного отвода бурового шлама от скважины в пылеулавливающее устройство;
- пневмоцилиндра 3 для прижатия шламоотвода к забою;
- распорной колонки 5 винтового типа для установки и закрепления станка в выработке;
- магнитного пускателя 6 включения и отключения электродвигателя механизма вращения буровых штанг;
- фильтра-автомасленки 10 для очистки подводимого сжатого воздуха от примесей и подготовки масляной аэрозоли для автоматической смазки деталей ударного механизма пневмоударника;
- соединительных рукавов 9 для подачи сжатого воздуха и воды.

Модификация бурового станка с пневмоприводом НКР-100МПА отличается от рассматриваемой только заменой электродвигателя и магнитного пускателя на пневмодвигатель (ДАР-14М) с распределительной пневмоаппаратурой для включения.

Модификации станка НКР-100МВА и НКР-100МВПА отличаются конструкцией распорной колонки, которая в данном случае состоит из двух распорных стоек.

Буровой станок (рис.4.2) состоит из следующих сборочных узлов:

- подающего патрона 2 с пневмозахватом, предназначенного для создания усилия подачи и передачи крутящего момента от электродвигателя 6 ставу штанг;

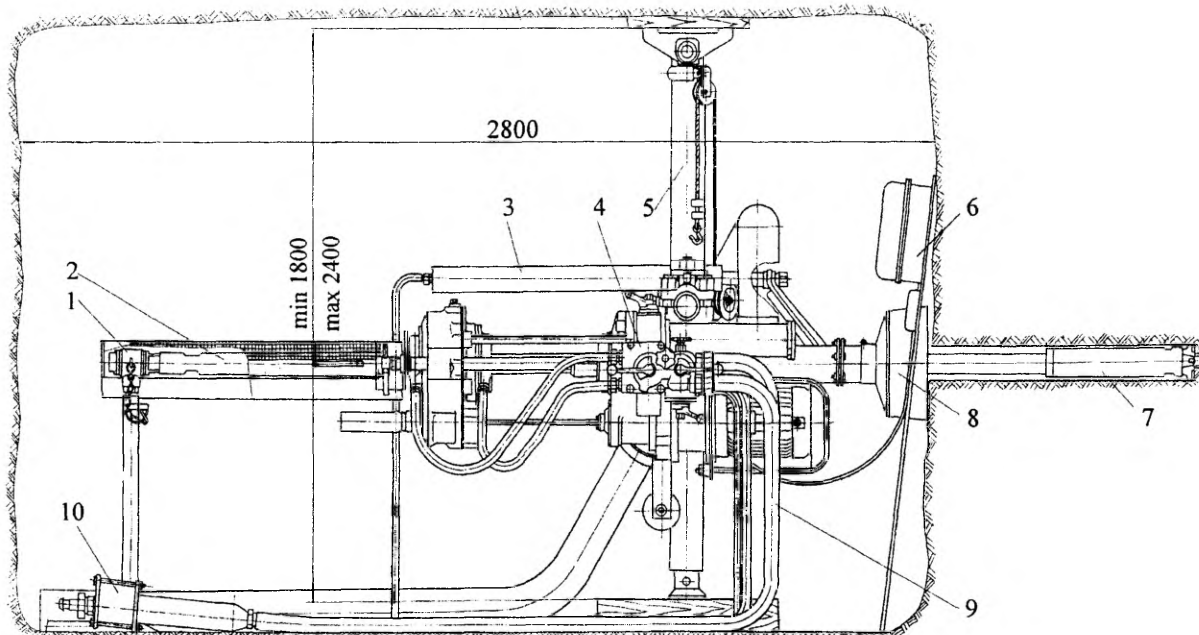


Рис.4.1. Буровой станок в забое

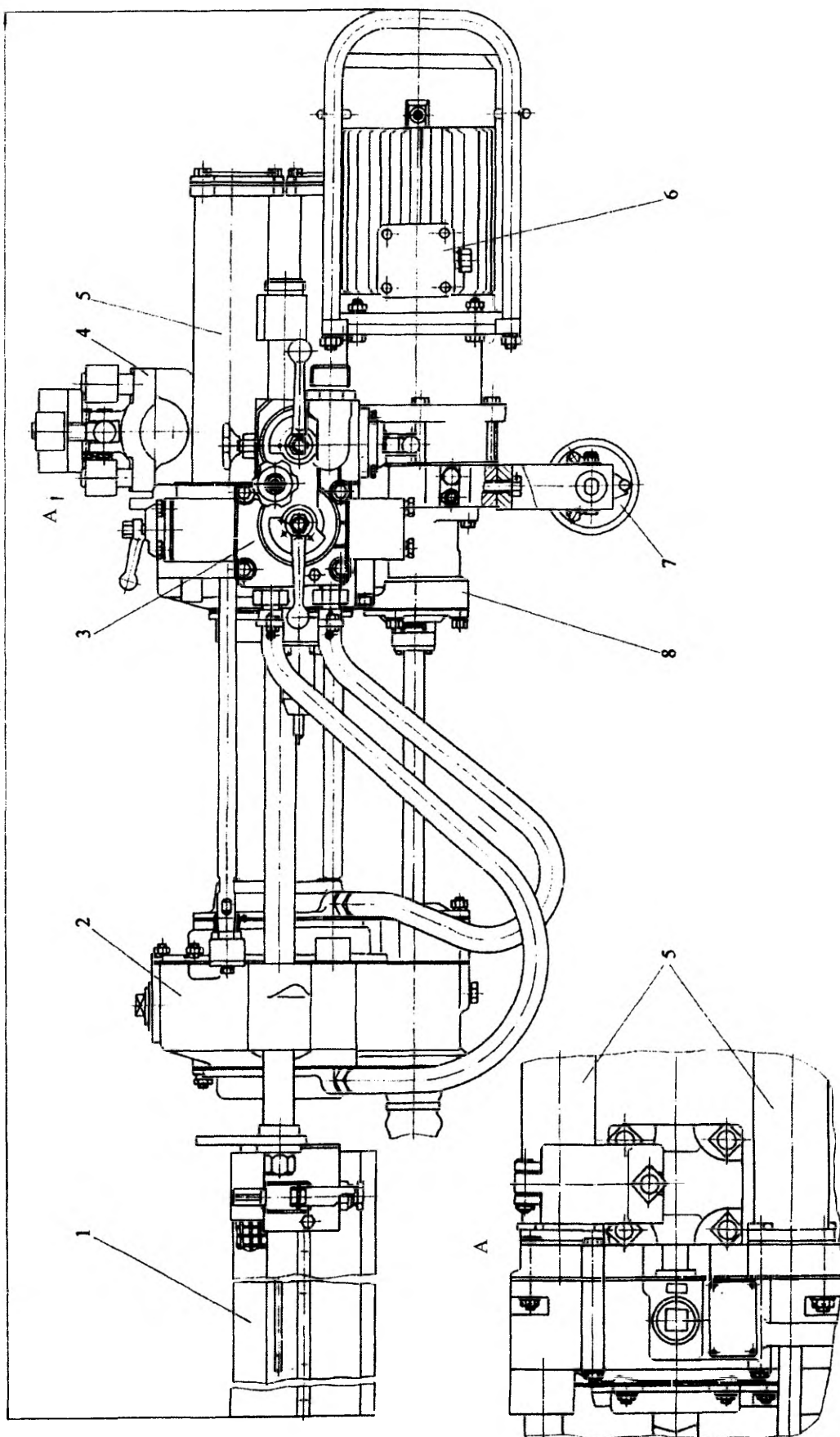


Рис.4.2. Буровой станок

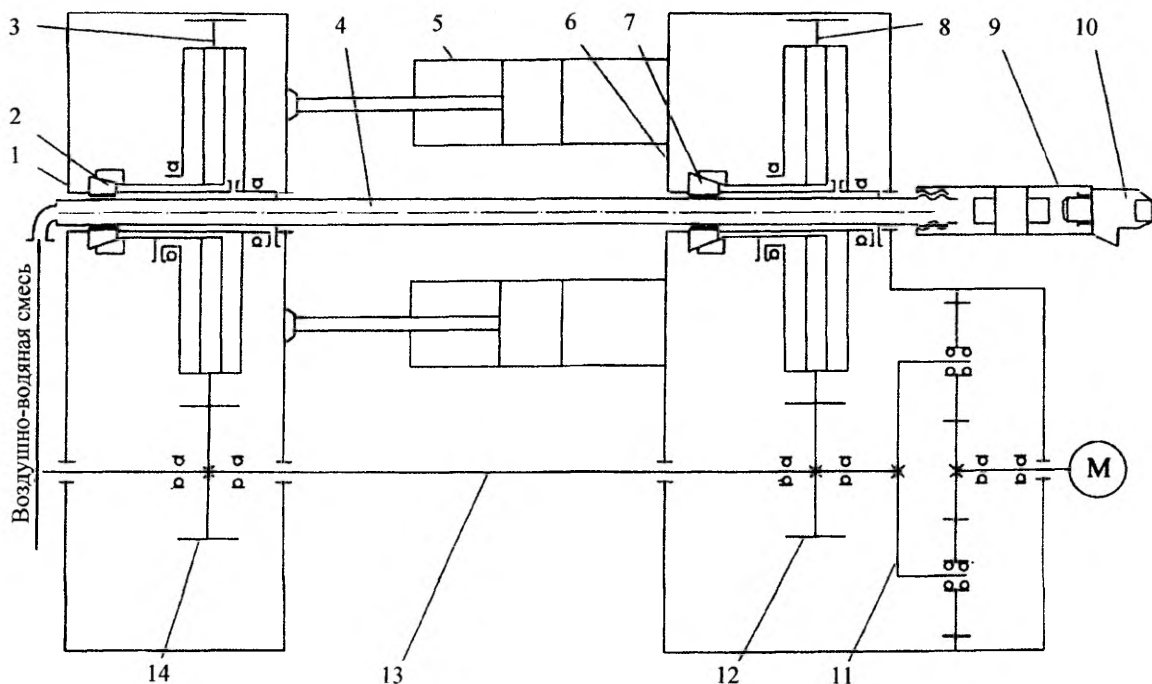


Рис.4.3. Схема кинематическая

- редуктора 8 с пневмозахватом, который передает крутящий момент от электродвигателя станка ставу штанг в то время, когда пневмозахват подающего патрона разъединяется со ставом штанг для последующего его захвата (при бурении восходящих скважин пневмозахват редуктора удерживает буровой став от падения);
- электродвигателя 6 переменного тока напряжением 380 или 220 В привода механизма вращения бурового става;
- податчиков 5, представляющих собой пневматические цилиндры, штоки которых соединены с подающим патроном 2 и перемещают его в сторону забоя или от забоя;
- пульта управления 3, установленного на корпусе редуктора 8;
- ограждения 1 вращающейся штанги, обеспечивающего безопасность бурильщика в этой зоне при бурении;
- крепежного устройства 4, при помощи которого станок фиксируется на распорной колонке;
- катка 7, облегчающего перемещение станка в выработке на новое место (в старых конструкциях станков вместо катка применялись металлические салазки).

Бурение станком в породах крепостью $f = 8-18$ ведется ударно-вращательным способом. Кинематическая схема бурового станка показана на рис.4.3. Пневмоударник 9 с коронкой 10 находится на конце става штанг 4. Буровой став передает крутящий момент и осевое усилие пневмоударнику с коронкой.

Буровой став является также трубопроводом для подвода воздушно-водяной смеси к пневмоударнику. В процессе бурения пневмоударник уходит в скважину, а буровой став наращивается вручную последовательной установкой штанг.

Крутящий момент от электродвигателя М ($N = 4$ кВт; $n = 1410$ об/мин) передается буровому ставу двумя способами:

- при помощи подающего патрона 1 – от электродвигателя крутящий момент через планетарный редуктор 11 передается на промежуточный вал 13, шестерню 14 и зубчатое колесо 3, которое через кулачковое зажимное устройство 2 передает крутящий момент ставу штанг 4 и далее пневмоударнику 9 с коронкой 10; при этом шестерня 12, вращаясь от планетарного редуктора 11, передает крутящий момент зубчатому колесу 8 редуктора 6 с

пневмозахватом, кулачки 7 которого в этом случае разжаты и поэтому не передают крутящий момент ставу штанг;

- при помощи редуктора 6 – крутящий момент ставу штанг передается при включении кулачкового зажимного устройства 7, при этом кулачки 2 подающего патрона разжаты.

Поступательное перемещение бурового става на забой или обратно осуществляется подающим патроном 1 и податчиками 5, при этом кулачки 2, поочередно сжимая штанги става, одновременно передают им крутящий момент.

В конце хода поршней, например, при их крайнем правом положении в цилиндрах податчиков 5, подающий патрон 1 корпусом нажимает на клапан прямого хода, выполняющего роль конечного переключателя. При этом происходит автоматическое перераспределение подачи сжатого воздуха, в результате чего кулачки 7 редуктора 6 зажимают став и передают ему крутящий момент, а кулачки 2 подающего патрона 1 разжимаются. При подаче сжатого воздуха в поршневые (правые) полости податчиков 5 подающий патрон 1 свободно отходит в крайнее левое положение, где уже происходит включение клапана обратного хода и последующее автоматическое перераспределение подачи сжатого воздуха. Цикл повторяется.

При включении одного из зажимных устройств буровой став всегда зажат для того, чтобы не допускать его произвольного смещения в скважине, что особенно необходимо при бурении восходящих скважин.

Подающий патрон (рис.4.4) представляет собой одноступенчатый редуктор с пневматическим зажимным устройством. Он состоит из вала-шестерни 17 и зубчатого колеса 12, внутренняя полость которого одновременно является цилиндром пневматического зажимного устройства, герметично закрытого крышкой 3.

Внутри зубчатого колеса находится поршень 2 с гильзой 5 и кулачками 7. Гильза крепится к ступице зубчатого колеса резьбой. Кулачки фиксируются в гильзе от выпадения (например, когда в гильзе нет буровой штанги) распорным кольцом 6. Поршень и гильза уплотняются резиновыми кольцами, соответственно, 11 и 10.

Сжатый воздух к зажимному устройству подводится по каналам Г и Д через крышки 9 и 14, которые уплотняются манжетами, соответственно, 4, 8 и 15, 16.

Для зажима буровой штанги поршень 2 зажимного устройства перемещается влево и конусной частью нажимает на кулачки 7, расположенные в пазах гильзы, обеспечивая их радиальное смещение внутрь. Разжим штанги происходит при перемещении поршня вправо последующим радиальным перемещением наружу кулачков под действием распорного кольца 6.

В корпусе подающего патрона запрессованы две бронзовые втулки 18 (сечение А-А), которые скользят по направляющим станка при перемещениях подающего патрона.

В крышке 13 устанавливаются две (или четыре, в зависимости от модификации станка) резьбовые втулки 1, в которых крепятся штоки податчиков.

Редуктор с пневмозахватом (рис.4.5, 4.6) является основным узлом станка, к нему крепятся все остальные узлы. На шпильках опоры 7 устанавливается хомут, при помощи которого станок крепится на распорной колонке в нужном для бурения положении и удерживается от углового и осевого смещений в процессе работы.

Редуктор с пневмозахватом состоит из планетарного редуктора, одноступенчатой зубчатой передачи, зажимного устройства, промежуточного вала и концевых клапанов, обеспечивающих прямой и обратный ходы подающего патрона. Планетарный редуктор состоит (рис.4.6) из солнечной шестерни 9, трех планетарных шестерен-сателлитов 13, установленных на шарикоподшипниках, пальцев 11, водила 14 и неподвижного зубчатого венца 12, по которому обкатываются шестерни-сателлиты. На шлицах водила 14 установлена шестерня 16, которая входит в зацепление с зубчатым колесом 6, внутренняя полость которого является цилиндром пневматического зажимного устройства, аналогичного по конструкции зажимному устройству подающего патрона.

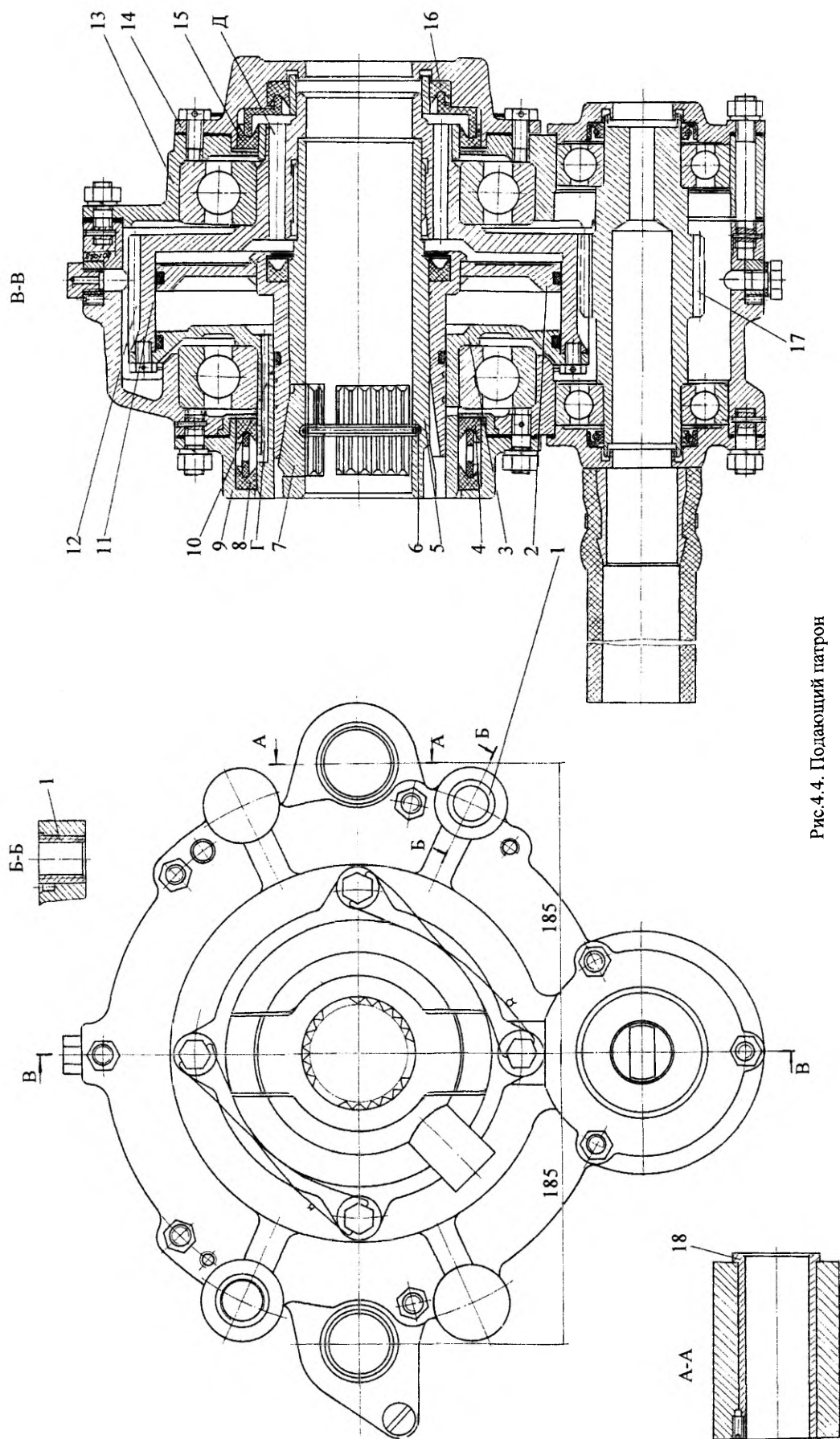


Рис.4.4. Подающий патрон

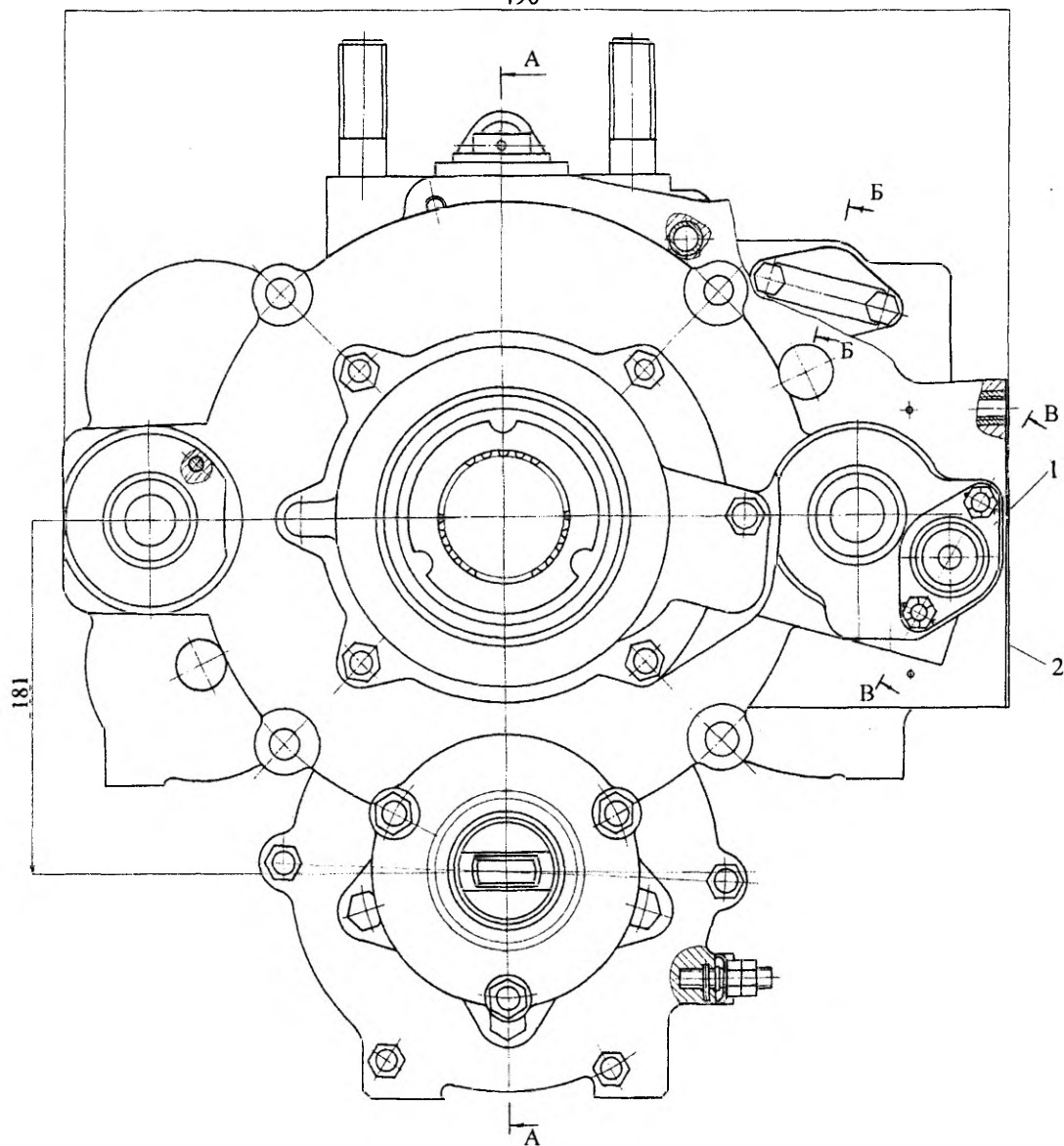


Рис.4.5. Редуктор. Общий вид

В хвостовике водила планетарного редуктора резьбовым соединением закреплен переходник 4, соединенный с промежуточным валом 3, который имеет прямоугольное сечение. Вал необходим для передачи крутящего момента от редуктора к подающему патрону (см. также вал-шестерню 17, рис.4.4).

Планетарный редуктор закрывается переходником 8, к которому крепится электродвигатель. Для смягчения ударов от неравномерности хода между редуктором и электродвигателем установлена втулочно-пальцевая муфта 10.

В корпус редуктора запрессовываются цилиндрические направляющие 5, по которым перемещается подающий патрон. Кроме того, в корпусе редуктора (рис.4.5) предусмотрены прилив 2 для крепления пульта управления и прилив 1 для крепления концевой клапана 22 прямого хода подающего патрона (рис.4.6, сечение В-В).

В крышке 15 предусмотрены места для крепления торцов цилиндров податчиков и клапана 23 обратного хода подающего патрона (рис. 4.6, сечение Б-Б).

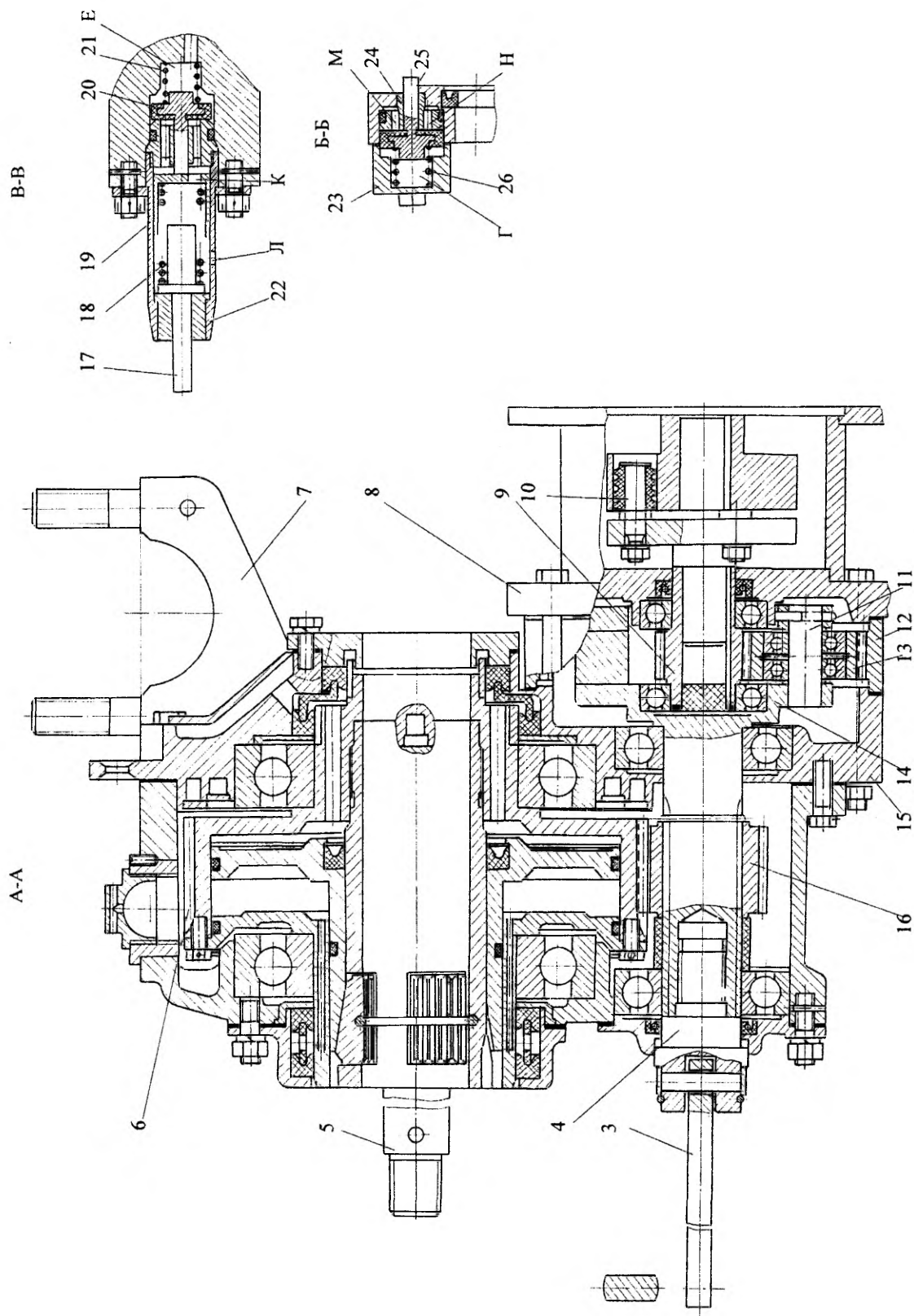


Рис.4.6. Редуктор, сечения А-А, Б-Б и В-В (см. совместно с рис.4.5)

Концевые клапаны предназначены для автоматического изменения направления движения подающего патрона. Концевой клапан 23 (рис.4.6) обратного хода подающего патрона состоит из обрезиненного клапана 25 и пружины 26, прижимающей этот клапан к корпусу 24. Сжатый воздух, поступающий из пульта управления в полость Г над клапаном, также прижимает его к корпусу.

При обратном движении подающего патрона поршень в пневмоцилиндре податчика нажимает на хвостовик клапана 25. Клапан открывается и сжатый воздух из полости М попадает в полость Н и далее выходит в атмосферу. В результате этого произойдет перемещение распределителя автоматического устройства в другое положение и подающий патрон изменит направление движения (начнет двигаться вперед – прямой ход). После отхода поршня клапан обратного хода снова закрывается под действием пружины и сжатого воздуха.

Конструкция клапана 22 прямого хода подающего патрона (рис.4.6, сечение В-В) аналогична, в нем имеется дополнительное устройство для ускорения его открывания. Клапан прямого хода открывается подающим патроном, который при движении вперед нажимает на толкатель 17. Вначале сжимается только пружина 18, а собственно клапан 20 удерживается в закрытом состоянии сжатым воздухом, находящимся в полости Е, и пружиной 21. Сжимаясь, пружина 18 воздействует на гильзу 19, которая открывает клапан 20, но только в тот момент, когда толкатель 17 непосредственно упрется в гильзу. Клапан начнет открываться, давление воздуха в полости Е упадет и под действием сжатой пружины 18 клапан 20 быстро откроется. Сжатый воздух из полости Е будет выходить в атмосферу через отверстия К и Л, в результате чего вновь произойдет перемещение распределителя в исходное положение и подающий патрон автоматически начнет движение назад (обратный ход).

Шламоотвод (рис.4.7) состоит из шламоприемника 10 с отводящим рукавом 2 и пневмоцилиндра (см. также рисунок 4.1, поз.3), связанного со шламоприемником специальной тягой 1.

Шламоприемник состоит из корпуса с патрубком и приемного конуса 9, на котором закреплен эластичный резиновый конус 8. В тыльной части шламоприемника установлена герметизирующая буровой став резиновая втулка 11, закрытая крышкой 12.

Отводящий рукав состоит из двух частей резинового армированного шланга 2 и вставки 5. Внутри вставки гайкой 6 закреплен эжектор 3 с наконечником 4. По рукаву 7 подводится сжатый воздух, направленная струя которого создает в шламоприемнике пониженное давление, чем обеспечивается эффективный отвод шлама и пыли.

Фильтр-автомасленка (рис.4.8) состоит из сварного корпуса 1 для масла и фильтра 5. Внутри сварного корпуса находится труба 2 с маслозаборными трубками 3. Для заливки масла на корпусе имеется отверстие, закрытое пробкой 4.

Фильтр 5 состоит из корпуса 7 с перемычками, между которыми натянута сетка 6.

Сжатый воздух, проходя через фильтр, очищается от механических примесей. Из корпуса 1 масло через маслозаборные трубки 3 в форме мельчайших капелек поступает в поток сжатого воздуха, проходящего по трубе 2. Далее воздушно-масляная смесь, соединяясь в пульте управления станка с капельками воды, подается по буровому ставу к пневмоударнику. Частицы масла произвольно оседают на открытые поверхности подвижных деталей ударного механизма, что и обеспечивает их автоматическую смазку.

Заправка масла производится через 8-10 ч работы пневмоударника.

Пульт управления (рис.4.9) состоит из крана управления подачей 16, автоматического устройства 14, стоп-крана 13, регулятора давления 32, водяного вентиля 23, крана управления пневмоударником 19, крана управления шламоотводом 27 и штуцеров 20 для подключения воздушных и водяных рукавов.

Основным элементом крана управления подачей 16 является командный распределитель 2 (сечение А-А), герметично прилегающий торцом к корпусу 4. Распределитель прижимается к корпусу пульта управления пружиной 3 и сжатым воздухом и герметично закрыт крышкой 5. Поворот распределителя производится рукояткой управления, при этом

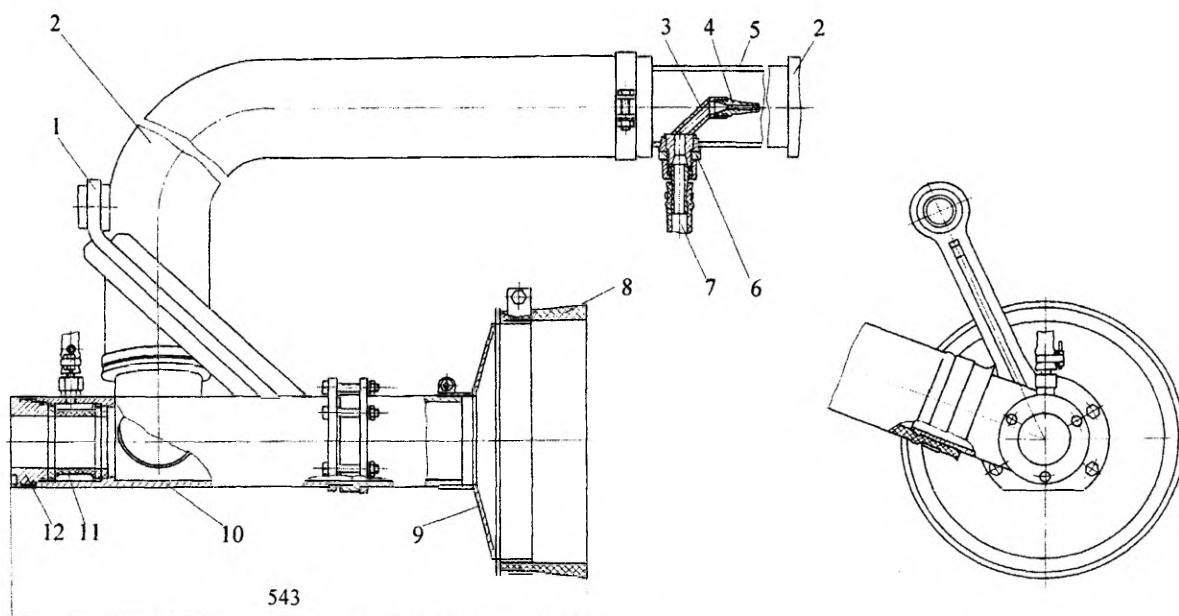


Рис.4.7. Шламоотвод

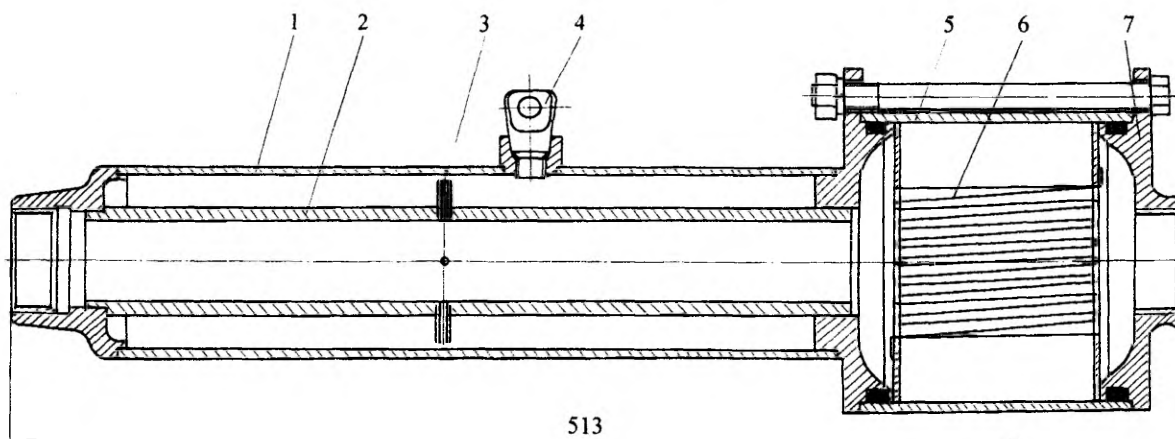


Рис.4.8. Масленка

соответствующие каналы распределителя совмещаются с каналами в корпусе, обеспечивая выполнение той или иной операции.

Механизм автоматического устройства 14 состоит из плоского распределителя 6 (сечение А-А), прилегающего к корпусу 4, крышки 18, поршней 8, цилиндров 9 и 1. Поршни уплотняются манжетами 7. Распределитель прижимается к корпусу плунжерами 15 с пружинами 17 и сжатым воздухом. Для выключения автоматического устройства служит стоп-кран 13. Он состоит из торцевого распределителя 11, прилегающего к торцу верхнего цилиндра и прижатого пружиной 12, крышки 10 и ручки управления.

Регулятор давления 32 (сечение Б-Б) состоит из клапана 30 с резиновым вкладышем 28. Клапан прижимается к корпусу пружиной 29. Степень сжатия пружины регулируется стержнем 31 клапана. Регулятор позволяет снизить давление воздуха, поступающего из сети в цилиндры податчиков, до любой величины.

Водяной кран 23 (сечение В-В) служит для регулирования количества воды, добавляемой к сжатому воздуху, поступающему в пневмоударник. Это обеспечивает подавление пыли при бурении. Отверстие, подводящее воду, перекрывается клапаном с резиновым вкладышем 21, установленным на стержне 22 крана.

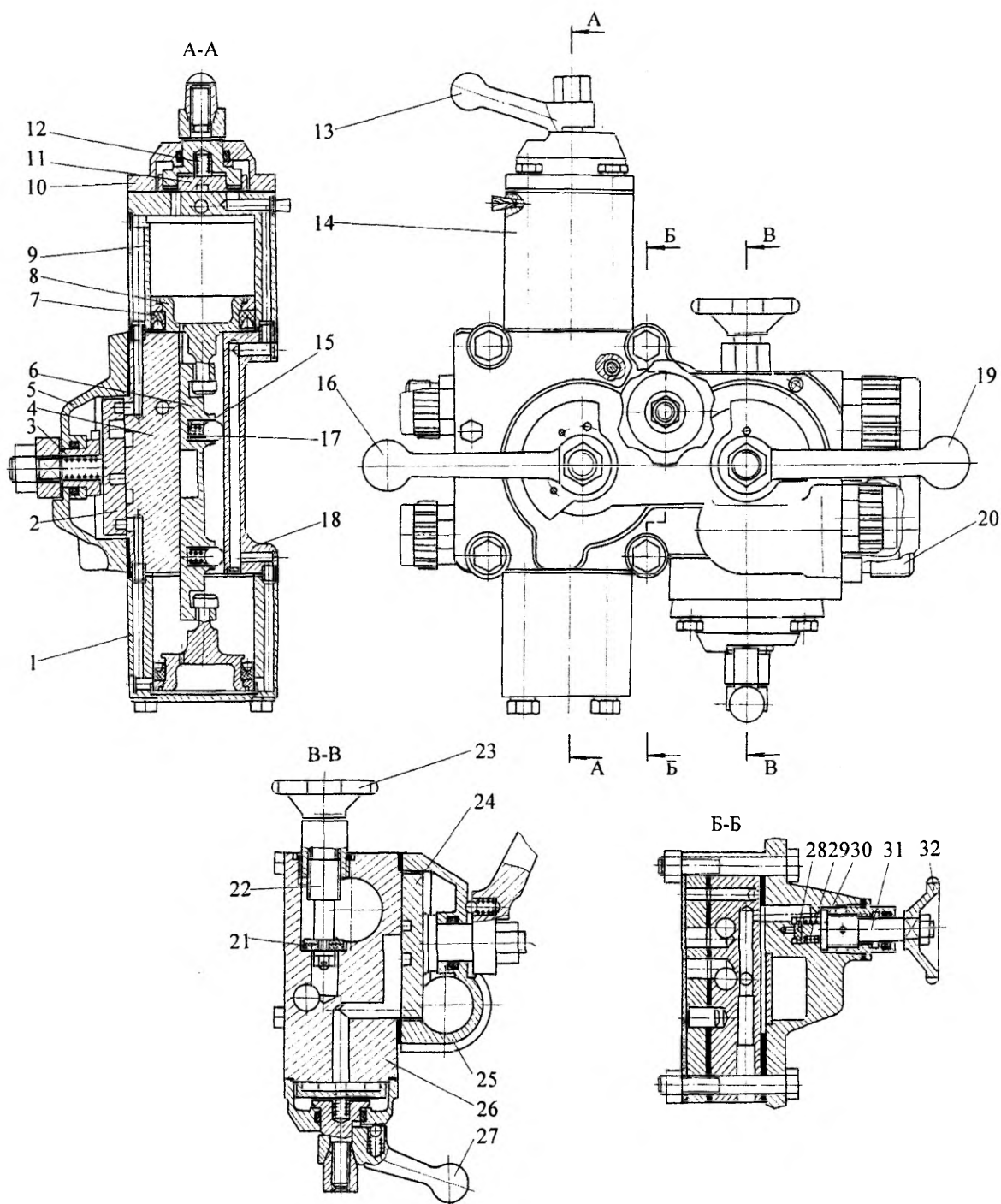


Рис.4.9. Пульт управления

Кран 19 управления пневмоударником состоит из торцевого распределителя 24, прилегающего к корпусу 26, крышки 25 и ручки управления. Аналогичная конструкция у крана 27 управления шламоотводом.

Пневматический податчик (рис.4.10) состоит из поршня 3, навинченного на шток 2 и зафиксированного штифтом 7. Поршень направляется в цилиндре 1 двумя полукольцами 5 и уплотняется двумя резиновыми манжетами 4. Цилиндр закрывается крышкой 6. Податчик торцом закрепляется на крышке редуктора. Шток податчика завинчивается и фиксируется в крышке подающего патрона (см. рис.4.4, сечение Б-Б).

Буровой станок НКР-100МА (НКР-100МПА) оборудован двумя податчиками. Станок НКР-100МВА (НКР-100МВПА) оборудован четырьмя податчиками.

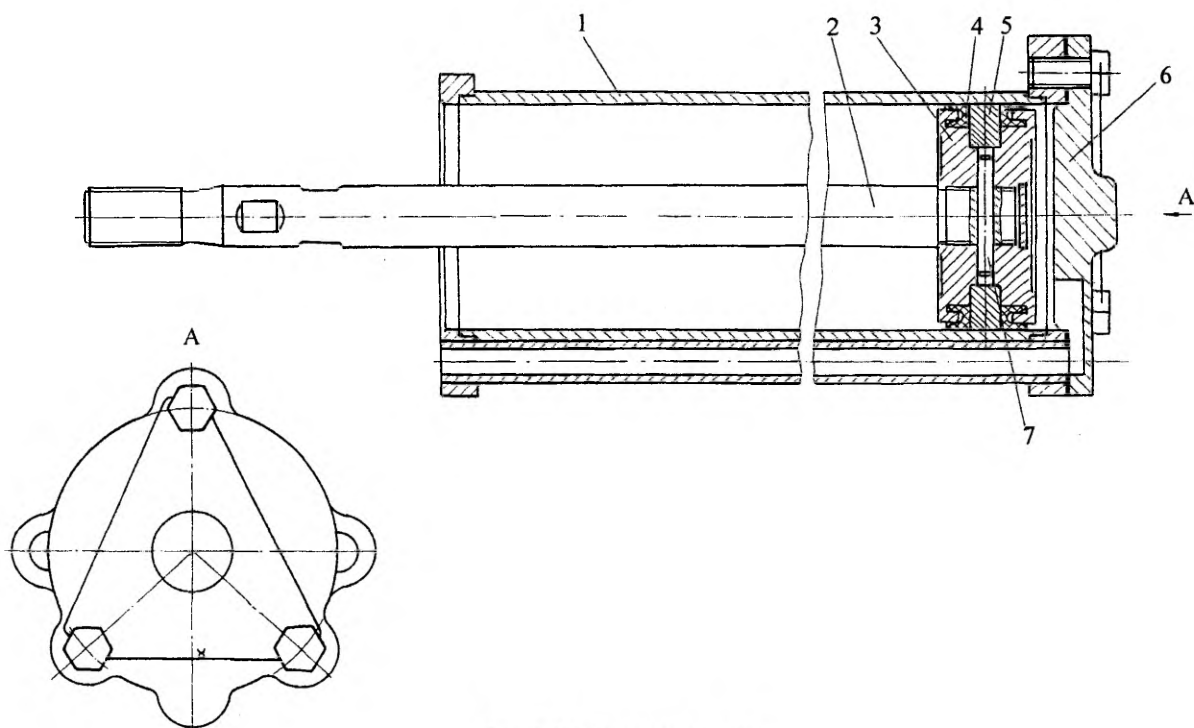


Рис.4.10. Пневмоподатчик

Ограждение штанги (рис.4.11) представляет собой сварную конструкцию 4 с откидным кожухом 5 и крепится втулками 2 к торцам направляющих (см. также рис.4.2, поз.1). На фланце ограждения устанавливается концевой выключатель 3, который связан с системой управления двигателя вращателя.

При открывании откидного кожуха необходимо освободить защелку 1. При этом концевой выключатель разрывает электрическую цепь и двигатель механизма вращения станка останавливается. Повторное его включение производится кнопкой управления после закрытия ограждения.

Распорная колонка (рис.4.12) состоит из стойки 5 с качающимся верхним башмаком 6, распорного винта 2 с башмаком 1. На стойку установлены опорное кольцо 3, цапфа 4 и ручная лебедка 9. В верхней части стойки на подвеске 7 закреплен блок 8, через который проходит канат лебедки с крючком на конце.

Для бурения станком в разных условиях применяются три типа колонок: для горизонтального бурения, для вертикального бурения и двухстоечная для вертикального бурения с повышенным усилием подачи (станки НКР-100МВА и НКР-100МВПА). Большинство деталей этих колонок унифицировано.

Колонка для горизонтального бурения применяется при бурении горизонтальных и слабонаклонных скважин. Пределы регулирования ее высоты составляют 1800-2400 мм. Эта колонка поставляется со станками НКР-100МА, НКР-100МПА как основная.

Колонка для вертикального бурения применяется при бурении вертикальных и крутонаклонных скважин глубиной до 50 м. Пределы регулирования ее высоты увеличены до 2500-2900 мм.

Ручная лебедка предназначена для подъема станка вместе с цапфой по колонке в случае необходимости изменения высоты его позиционирования для бурения. Лебедка состоит из барабана 9, который соединен с червячным колесом, находящимся в зацеплении с червяком и стального каната с крючком. На вал червяка установлена рукоятка 10 с храповым устройством, которое может быть установлено в двух положениях: в первом – лебедка совершает подъем, во втором – спуск. В каждом из этих положений рукоятка фиксируется специальной защелкой.

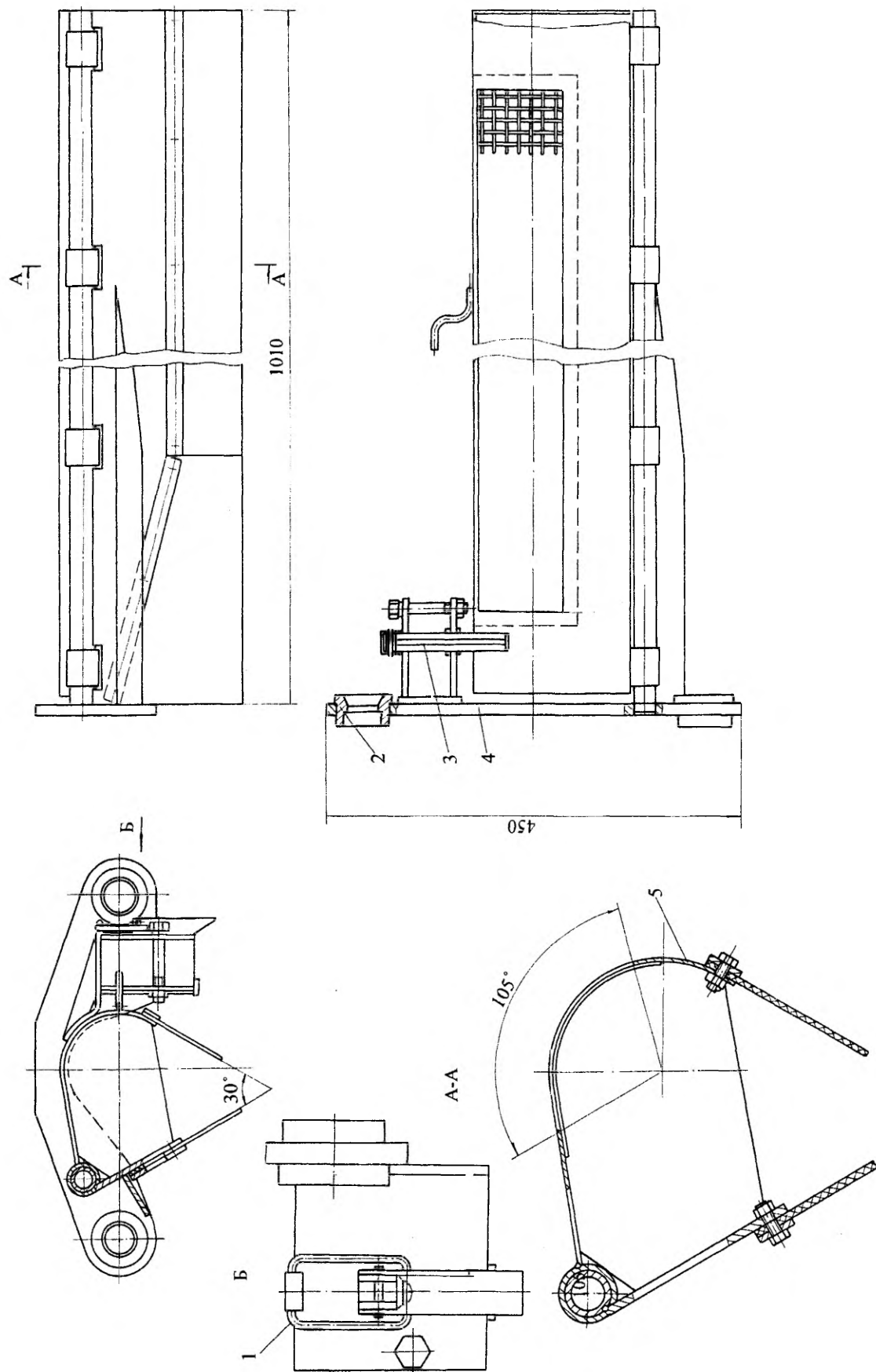


Рис.4.11. Отражение штанги

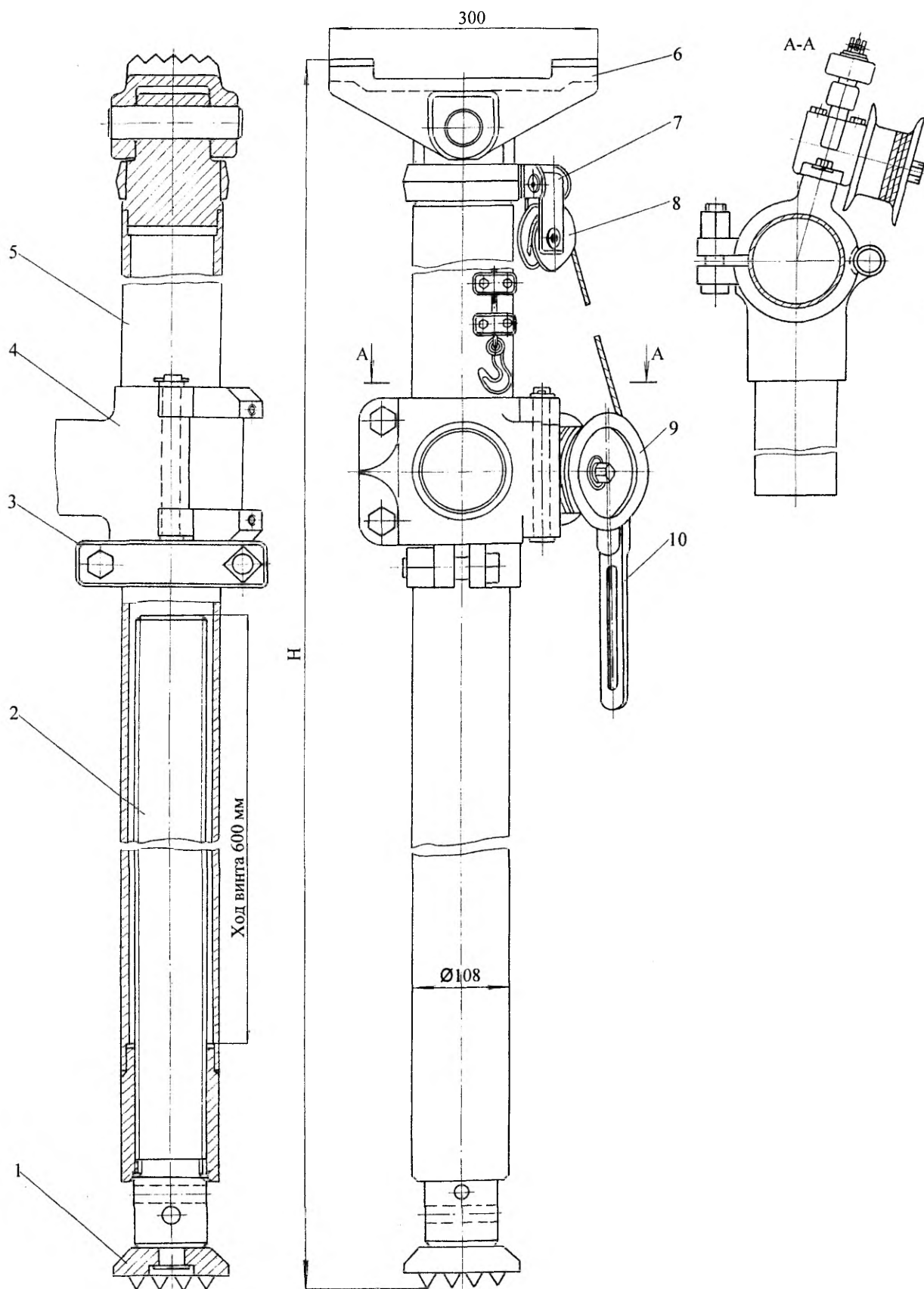


Рис.4.12. Распорная колонка

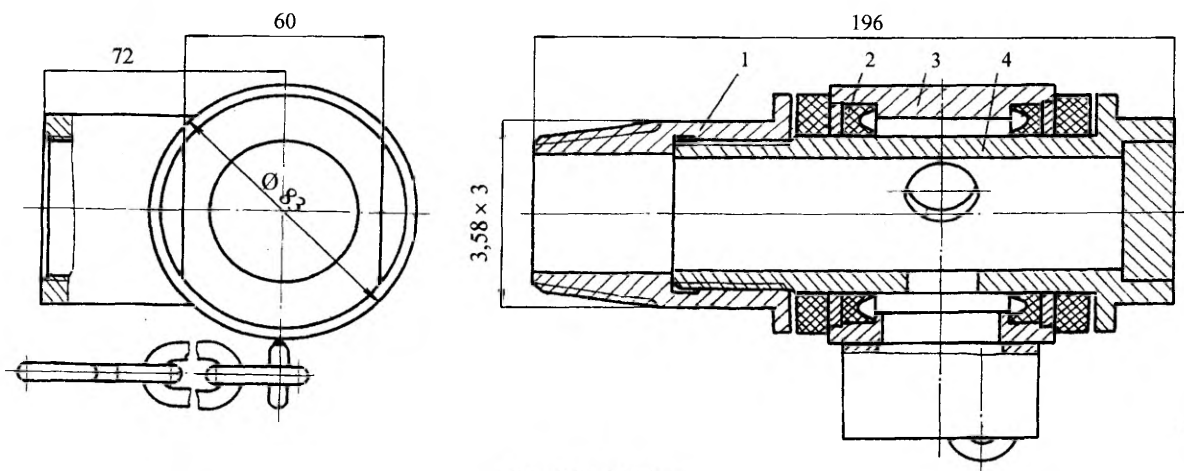


Рис.4.13. Муфта

Став штанг служит для передачи пневмоударнику с коронкой вращательного и поступательного движений от станка и подвода к нему воздушно-водяной смеси от пульта управления. Буровой став состоит из отдельных, свинченных между собой штанг, что позволяет наращивать его по мере углубления скважины и разбирать после окончания работы.

Штанга представляет собой трубу, на концах которой нарезана резьба: с одной стороны наружная коническая, а с другой – внутренняя коническая. На штанге имеются лыски (грани) под ключ для отвинчивания при разборке става.

Муфта (рис.4.13) соединяет вращающийся став штанг с неподвижным рукавом, по которому подводится воздушно-водяная смесь для последующей передачи к пневмоударнику. Муфта состоит из корпуса 3, ниппеля 4, на который навинчена гайка 1, имеющая наружную коническую резьбу для соединения со штангой. Корпус и ниппель уплотняются манжетами 2.

4.3. ПНЕВМОСИСТЕМА БУРОВОГО СТАНКА

Основными элементами пневматической схемы станка (рис.4.14) являются: командный распределитель I крана управления подачей, распределитель IX автоматического устройства, распределитель IV стоп-крана, регулятор давления XI сжатого воздуха, кран III управления пневмоударником, распределитель V крана управления шламоотводом, кран II подачи воды в систему питания пневмоударника.

Командный распределитель I крана управления подачей в зависимости от режима работы может быть установлен в четырех следующих положениях:

А – «Спуск штанг» соответствует подаче штанг в скважину (на забой);

Б – «Бурение» соответствует подаче штанг на забой (при этом усилие подачи на забой регулируется);

В – «Бурение с противодавлением» соответствует подаче штанг на забой (усилие подачи создается только массой буровых штанг);

Г – «Подъем штанг» соответствует движению штанг от забоя.

При положениях «Спуск штанг» и «Подъем штанг» прямой и обратный ходы подающего патрона происходят при сетевом давлении сжатого воздуха в цилиндрах податчиков (регулятор давления XI при этом не работает).

При положении «Бурение» ход подающего патрона на забой сопровождается изменением давления сжатого воздуха регулятором XI (в отличие от режима «Спуск штанг»), что необходимо в начале процесса бурения. Обратный ход подающего патрона осуществляется только при сетевом давлении.

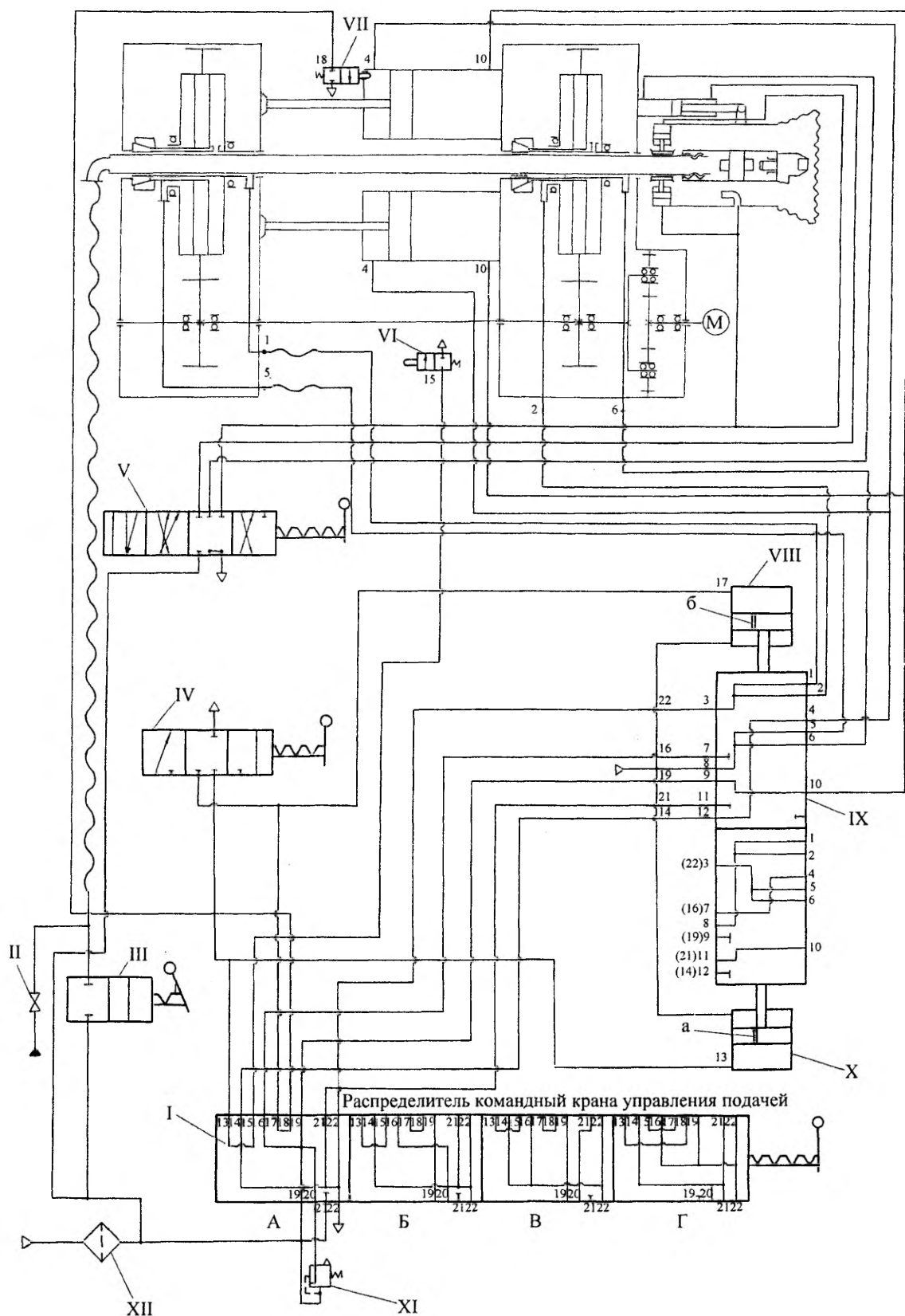


Рис.4.14. Пневмосистема бурового станка. Режимы работы: А – спуск; Б – бурение; В – бурение с противодавлением; Г – подъем штанг (из скважины)

Положение «Бурение с противодавлением» устанавливается только при бурении нисходящих скважин. При этом усилие подачи на забой создается массой става штанг, а сжатый воздух через регулятор давления XI подается под поршни податчиков, тем самым компенсируется часть силы веса. Это необходимо, когда масса става штанг при бурении вниз превышает оптимальное усилие подачи на пневмоударник. Обратный ход подающего патрона происходит при сетевом давлении сжатого воздуха в поршневых полостях цилиндров податчиков.

Распределитель IX осуществляет автоматическое перераспределение сжатого воздуха при работе станка. Распределитель перебрасывается с помощью пневмоцилиндров X и VIII, при этом их поршневые полости связаны, соответственно, с концевыми клапанами прямого VI и обратного VII ходов. Когда концевые клапаны закрыты, распределитель IX находится в равновесии, так как с обеих сторон на торцы поршней цилиндров действует сжатый воздух одинакового давления. При срабатывании (открытии) одного из концевых клапанов воздух из поршневой полости соответствующего цилиндра выйдет в атмосферу, равновесие сил нарушится, и распределитель IX перебросится из одного крайнего положения в другое. При закрытии сработавшего концевого клапана воздух, поступающий через отверстия а и б, восстановит давление в поршневой полости соответствующего цилиндра, и распределитель опять будет находиться в равновесии.

Для выключения автоматического устройства предусмотрен распределитель IV стоп-крана, управление которым осуществляется вручную (см. также рис.4.9, поз. 13). С его помощью можно соединять с атмосферой поршневую полость одного из пневмоцилиндров (X или VIII) распределителя автоматического устройства, т.е. дублировать работу концевых клапанов VI и VII. Стоп-кран IV имеет три положения рукоятки: среднее и два крайних. При среднем положении стоп-кран закрыт и поршневые полости пневмоцилиндров могут соединяться с атмосферой только при срабатывании одного из двух концевых клапанов. В этом случае пневмосистема работает в автоматическом режиме. При крайних положениях рукоятки стоп-крана IV происходит управление в ручном режиме: распределитель IX останавливается либо в верхнем, либо в нижнем положениях.

Таким образом, стоп-кран IV, дублируя работу концевых клапанов, может принудительно перебрасывать распределитель IX, что позволяет перехватывать став штанг при любом промежуточном положении подающего патрона.

Распределитель крана V управления шламоотводом (рис.4.14) имеет четыре следующих положения:

- «Выключено» – сжатый воздух не подводится к шламоотводу;
- «Ход назад» – пневмоцилиндр отодвигает шламоприемник от забоя в крайнее заднее положение (соответствует крайнему левому положению распределителя V);
- «Ход вперед. Обжим штанг» – шламоприемник пневмоцилиндром постоянно прижат к забою, производится обжим штанги и отвод шлама за счет пониженного давления воздуха за эжектором (соответствует второму слева положению распределителя V);
- «Ход вперед» – шламоотвод пневмоцилиндром подводится к забою (крайнее правое положение распределителя V).

Распределение сжатого воздуха можно проследить по пневматической схеме (рис.4.14) при каждом режиме работы станка.

Для примера рассмотрим работу пневмосистемы, когда командный распределитель I крана управления подачей находится в положении А – «Бурение». Сжатый воздух из шахтной магистрали через фильтр-масленку XII поступает к каналам 19 и 21 распределителя I. Так как канал 21 в распределителе I закрыт, воздух, двигаясь только по каналу 19, попадает в канал 9 распределителя IX, откуда по каналу 10 поступает в поршневые полости податчиков. Одновременно сжатый воздух по каналу 8 распределителя IX и каналам 5 и 6 поступает, соответственно, в подающий патрон (разжимаются кулачки зажимного устройства) и пневмозахват редуктора (сжимаются кулачки зажимного устройства). Каналы 1 и 2

при этом через каналы 3 и 22 соединяются с атмосферой. Штоковые полости податчиков посредством канала 4 также соединяются с атмосферой по магистрали 12-14-22. Подающий патрон скользит по буровому ставу влево. Когда поршень податчика нажимает на клапан обратного хода VII, магистраль 18-17 и поршневая полость цилиндра VIII соединяются с атмосферой, и распределитель IX переместится в крайнее верхнее положение. При этом сжатый воздух из распределителя IX уже по каналам 1 и 2 пойдет, соответственно, в подающий патрон (сжимаются кулачки зажимного устройства) и пневмозахват редуктора (разжимаются кулачки зажимного устройства). В этом случае уже каналы 5 и 6 соединяются с атмосферой через каналы 3 и 22. В штоковые полости податчиков сжатый воздух будет поступать по магистрали 20-16-7-4. В канал 20 распределителя I воздух поступает через регулятор давления XI, тем самым обеспечивается возможность изменения усилия подачи при бурении. Подающий патрон, перемещаясь вправо (на забой), в конце движения нажмет на клапан прямого хода VI. Сжатый воздух из поршневой полости цилиндра X по магистрали 13-15 устремится в атмосферу, распределитель IX автоматически переместится в крайнее нижнее положение, и цикл повторится.

4.4. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ БУРОВОГО СТАНКА

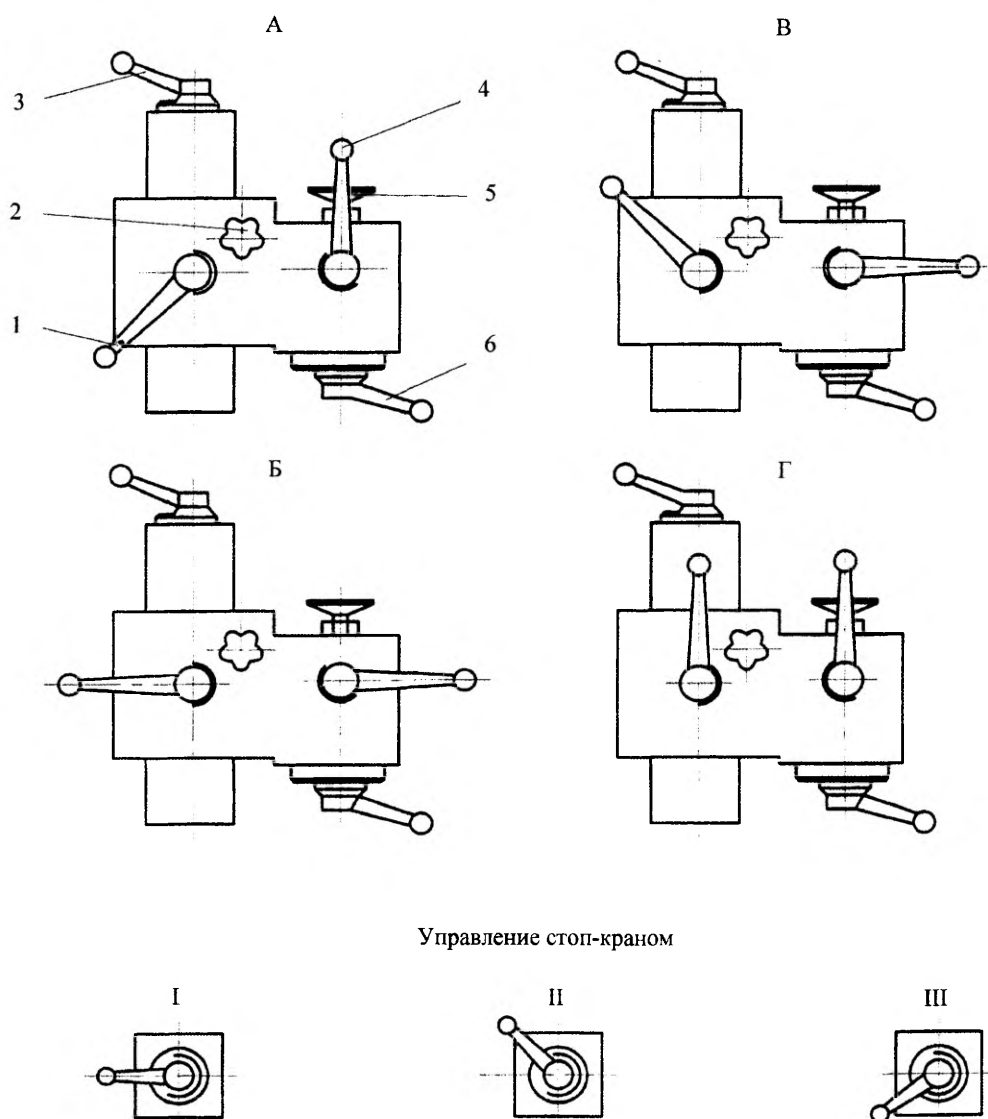
Перед началом забуривания скважины, особенно по крепким породам, необходимо рассортировать имеющиеся коронки по величине наружного диаметра, используя специальный калибр. Забуривание следует вести коронкой с наибольшим диаметром, затем с увеличением глубины скважины и по мере их замены устанавливать коронки с меньшим диаметром, так как с износом коронок диаметр скважины уменьшается.

При установке первой штанги на нее устанавливается шламоприемник, а затем навинчивается пневмоударник. После присоединения воздушных и водяных коммуникаций производится забуривание скважины. Для этого рукоятку 1 (рис.4.15) пульта устанавливают в положение «Бурение», регулятор давления 2 почти полностью закрывают и включают вращение. Рукоятка 6 управления шламоотводом при этом установлена в положение «Выключено». Затем слегка открывают кран 4 управления пневмоударником и водяной кран 5. Регулируя давление, медленно подводят став штанг к забою и бурят скважину в этом режиме до тех пор, пока опережающее лезвие коронки не войдет в породу. Затем рукоятку 6 управления шламоотводом устанавливают в положение «Ход вперед», а когда эластичный конус прижмется к стенке забоя – в положение «Ход вперед. Обжим штанги». После этого можно приступить к бурению, полностью открыв кран пневмоударника и регулируя усилие подачи в зависимости от глубины и направления скважины таким образом, чтобы подающий патрон колебался в осевом направлении в пределах 2-3 мм.

В процессе бурения необходимо наращивать став штанг, что осуществляется бурильщиком вручную.

Для сохранения резьбовой части муфты (см. рис.4.13) не рекомендуется отсоединять ее от последней штанги при наращивании става. В этом случае наращивание става штанг следует осуществлять следующим образом:

- поставить рукоятку 1 пульта управления в положение «Подъем» (рис.4.15) и извлечь из скважины крайнюю штангу с навинченной на нее муфтой;
- остановить подающий патрон в крайнем правом положении, для чего поставить рукоятку 3 стоп-крана в крайнее положение (II);
- открыть заграждение штанги и опереть его на направляющую подающего патрона;
- придерживая ключ, включить вращение до полного отвинчивания штанги;
- отключить вращение, отпустив кнопку «Ход»;
- взять наращиваемую штангу и вручную вернуть ее в став штанг;



Управление стоп-краном

Рис.4.15. Пульт управления. Схема переключений

- поставить рукоятку 1 пульта управления в положение «Спуск» и подать став с новой штангой в скважину;
- установить подающий патрон в крайнее левое положение, для чего поставить рукоятку 3 стоп-крана в другое крайнее положение (III);
- вручную вернуть в став штангу, соединенную с муфтой;
- закрыть ограждение штанги.

4.5. ПОГРУЖНЫЕ ПНЕВМОУДАРНИКИ СТАНКА БП-100Н

Пневмоударник, применяемый на станках БП-100Н, представляет собой ударный пневматический механизм, который во время работы входит в буримую скважину. Благодаря расположению ударного механизма в непосредственной близости к коронке, отношение соударяющихся масс (поршня-ударника и коронки) не меняется. Вследствие этого передаваемая ударная мощность практически остается постоянной и не зависит от глубины скважины. Скорость бурения по мере углубления скважины снижается незначительно.

Пневмоударники для подземных буровых работ в соответствии с ГОСТ 13879-73 имеют обозначения: пневмоударник 1-2, где первая цифра обозначает исполнение пневмоударника (исполнение 1 – для подземных работ), вторая цифра – типоразмер пневмоударника, определяемый номинальным диаметром буровой коронки. Для станка БП-100Н применяется второй типоразмер (номинальный диаметр коронки 105 мм).

На станке могут применяться несколько типов пневмоударников, отличающихся как по конструкции, так и по своим параметрам (табл.4.2).

Таблица 4.2

Пневмоударники, применяемые на станке БП-100Н

Основные параметры	П-1-75	МП-3	П-105К	М48
Диаметр применяемой коронки, мм	105	105	105	105
Длина пневмоударника без коронки, мм	536	393	612	475
Диаметр поршня-ударника, мм	75	65	76	74
Система воздухораспределения	Бесклапанная	Клапанная	Бесклапанная	Клапанная
Частота ударов поршня-ударника, с ⁻¹	30,8	26,6	26,6	27
Энергия единичного удара поршня-ударника, Дж	73,5	83,4	93,2	93,2
Расход сжатого воздуха, м ³ /с	0,075	0,075	0,095	0,0113
Масса пневмоударника, кг	13,8	11	20	16,3

Примечания. 1. Пневмоударник МП-3 является модификацией ранее выпускаемого пневмоударника М 900.

2. Наружный диаметр для всех типов пневмоударников составляет 92 мм.

Наибольшее распространение на рудниках нашли пневмоударники типов П-1-75, М48 и П-105К. Так, например, при бурении апатито-нефелиновых руд ($f = 8-14$) механическая скорость бурения пневмоударником П-1-75 составляет 0,1 м/мин, а пневмоударником М48 достигает 0,13-0,14 м/мин.

Пневмоударник М48 (рис.4.16) состоит из цилиндра 2, распределительной коробки 3, клапана 4, седла клапана 5, направляющей трубки 6, поршня-ударника 7, переходника 1

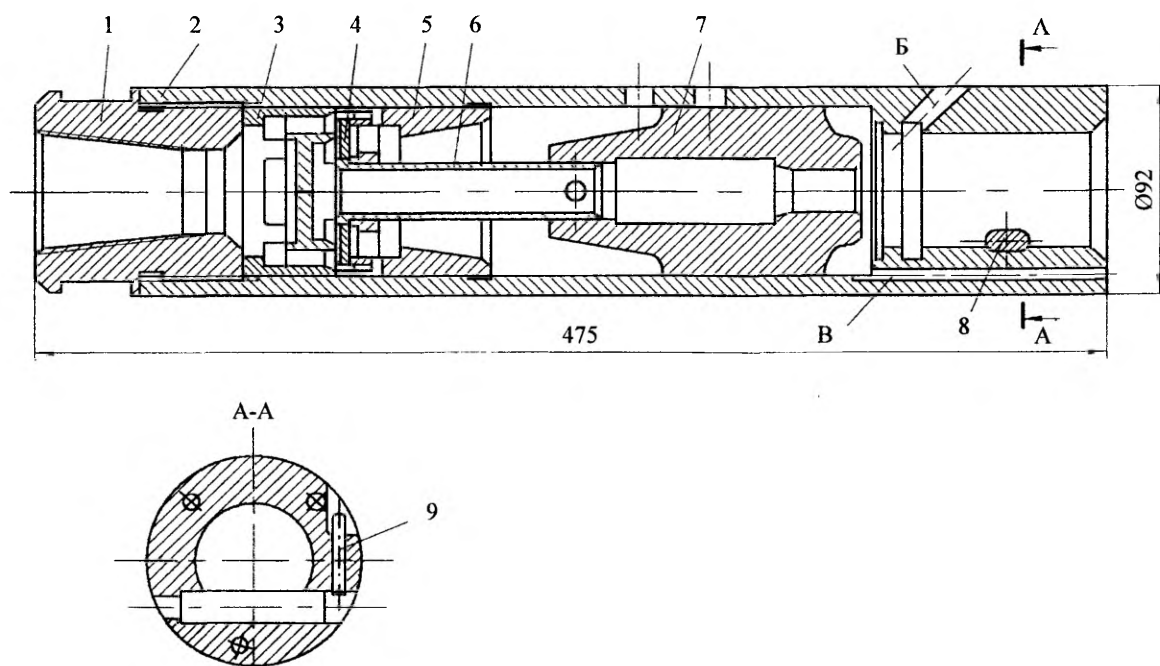


Рис.4.16. Пневмоударник М48

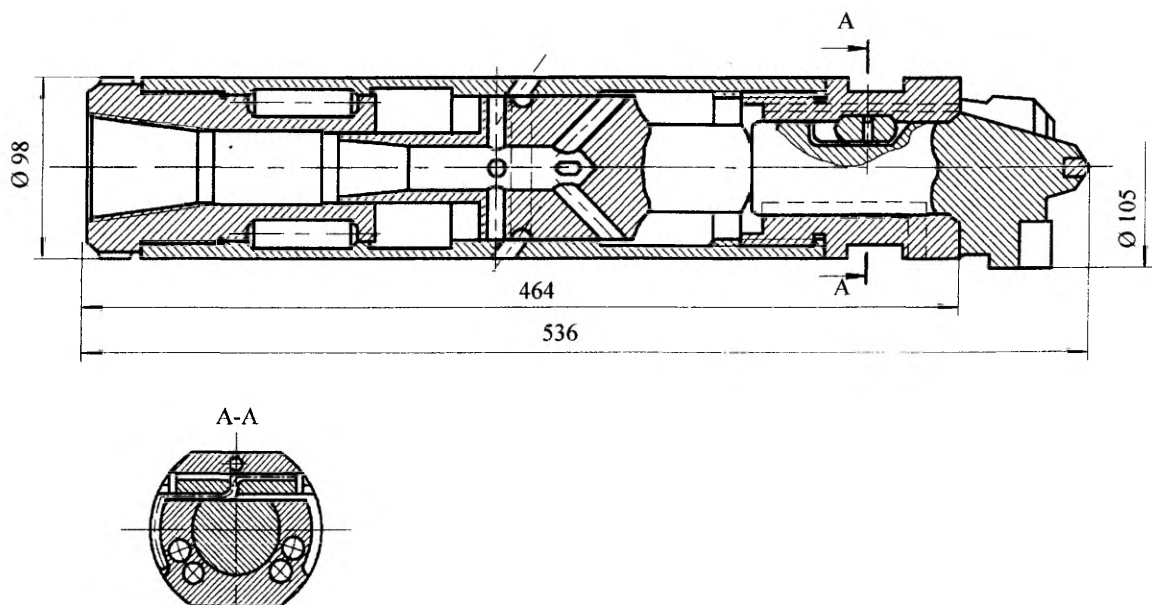


Рис.4.17. Пневмоударник П-1-75 с бесклапанным распределением воздуха

для соединения с буровой штангой и шпонки 8 для крепления буровой коронки. Шплинт 9 предохраняет выпадение шпонки из гнезда.

Принцип работы клапанного воздухораспределения аналогичен работе подобного устройства переносных перфораторов типа ПП.

Очистка забоя от продуктов разрушения происходит воздухом из нижней камеры, который по каналам Б и В подается к забою скважины.

Преимуществом данного пневмоударника является отсутствие продольных каналов в цилиндре 2 для подачи воздуха при обратном движении поршня-ударника (воздух подается по трубке 6), что значительно увеличивает эксплуатационную надежность и срок службы пневмоударника, но снижает энергию удара.

Конструкция пневмоударника типа 1-2 (П-1-75) принципиально отличается от рассмотренной выше только воздухораспределением (рис.4.17), которое осуществляется самим поршнем-ударником при его движениях вперед и назад (бесклапанное воздухораспределение). Подобное воздухораспределение рассмотрено в конструкции бурильной головки вращательно-ударного действия типа БГА-1М.

4.6. БУРОВЫЕ КОРОНКИ ДЛЯ ПНЕВМОУДАРНИКОВ

Наибольшее распространение нашли буровые коронки К-100В (рис.4.18) с тремя боковыми лезвиями 5 и центральным опережающим лезвием 4. Под воздействием ударного импульса корпус коронки 3, изготавливаемый обычно из легированной стали марки 45ХН, приходит в движение, благодаря чему лезвия коронки внедряются в породу. Буровые коронки армируются пластинами 1 и 2 твердого сплава ВК-15, которые удерживаются во фрезерованных пазах при помощи латунной пайки. После пайки лезвия затачиваются на специальных станках под углом 110° для бурения пород крепких и очень крепких или под углом 120° для пород высшей степени крепости.

Наличие опережающего лезвия на коронке значительно ускоряет процесс забуривания скважины. Кроме того, при бурении работа боковых лезвий облегчается созданием в центре скважины дополнительной обнаженной поверхности, что увеличивает скорость бурения.

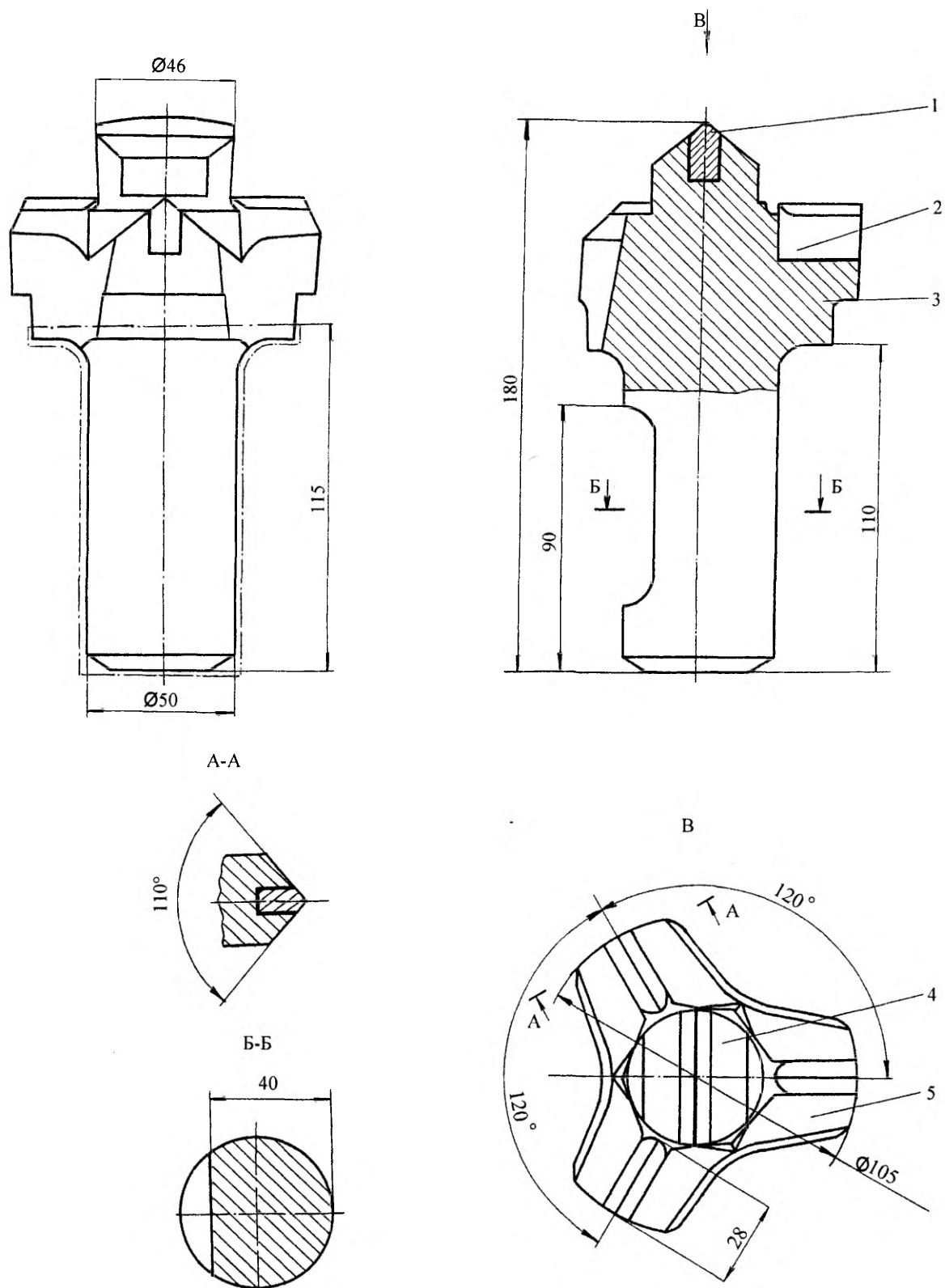


Рис.4.18. Буровая коронка К-100В

Для пневмоударников типа 1-2 (П-105 К) применяется крестовая коронка без опережающего лезвия К-105К. В отличие от предыдущей буровой коронки ее крепление в пневмоударнике осуществляется специальными шариками, входящими в пазы корпуса.

Крестовая коронка более изнosoустойчива, хорошо обрабатывает скважину по диаметру и лучше приспособлена для бурения очень крепких и трещиноватых пород, чем коронка К-100В. К недостаткам этой буровой коронки относятся трудность заточки и несколько меньшая скорость бурения.

4.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите область применения бурового станка и способы бурения им скважин по породам различной крепости.

2. Объясните назначение, устройство и принцип действия следующих узлов: вращателя; подающего патрона; редуктора с пневмозахватом; шлагоотвода; пневмоударника с клапанным воздухораспределением; пневмоударника с бесклапанным воздухораспределением; бурового става; распорной колонки.

3. Объясните передачу на буровой став крутящего момента и усилия подачи при выполнении операций перехвата става штанг в следующих режимах: бурение; бурение с противодавлением; забуривание.

4. Перечислите основные элементы пневматической схемы бурового станка.

5. Объясните на пневматической схеме работу распределителя автоматического устройства.

6. Объясните схему подачи сжатого воздуха при следующих положениях командного распределителя крана управления подачей: «Спуск става», «Бурение», «Бурение с противодавлением», «Подъем става».

7. Объясните на пневматической схеме работу стоп-крана бурового станка.

8. Покажите на пневматической схеме связь между концевыми клапанами и распределителем автоматического устройства.

9. Покажите на пневматической схеме при каких положениях командного распределителя крана управления подачей работает регулятор давления?

10. Расскажите о конструктивных особенностях пневмоударников М48 и П-1-75.

11. Перечислите конструктивные особенности трехперой коронки с опережающим лезвием К-100В.

5. БУРОВОЙ СТАНОК БГА-4

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тяжелые буровые машины (табл.5.1) предназначены для бурения в угольных шахтах преимущественно восстающих технологических скважин больших диаметров по углю или породам между выработками на высоту этажа. На крутых, наклонных и пологих пластах сначала бурят пилот-скважины снизу вверх из основных или вспомогательных горных выработок, а затем расширяют их разбуриванием сверху вниз. Буровые станки 2КВ, в отличие от других станков, бурят пилот-скважину диаметром 270 мм с вышележащего горизонта, т.е. сверху вниз, а потом разбуривают ее снизу вверх до полного сечения выработки [1, 6, 12].

Таблица 5.1

Техническая характеристика тяжелых буровых машин

Параметры	Типы буровых станков				
	БГА-4	БГА-2М	Б68КП	«Стрела-77»	1КВ, 2КВ
Производительность, м/ч	До 10	До 10	До 25	2,5	4
Диаметр скважины, мм:					
при бурении	500	390	250, 400	190	270, 320
при разбуривании	850, 1070	500, 850	600, 800	1000	1500
Длина скважины, м	До 150	До 100	150	До 100	До 100
Коэффициент крепости буримого массива:					
по углю с прослоями породы	До 5	До 5	До 5	—	—
по породе	—	—	—	≤ 10	≤ 14
Мощность двигателя, электрического/пневматического, кВт:					
вращателя	17/—	13/13,25	36/30	36/25,8	110/—
маслостанции	3,0/—	2,8/2,95	10/18,5	7,5/6,64	11,0/—
Величина хода податчика, мм	757	722	1500	840	1,0
Длина штанги, мм	600	600	1250	600	1320
Скорость подачи, м/мин:					
рабочая	1,3	1,60	1,65	0,2	—
маневровая	4,1	3,25	3,85	2,2	—
Давление рабочее жидкости в гидросистеме, МПа	10	5	20	10	16
Скорость вращения шпинделя, об/мин	124	115	20,35,70	81,4	26
Масса, т	1,04	1,2	4,2; 4,5	11,23	15,0

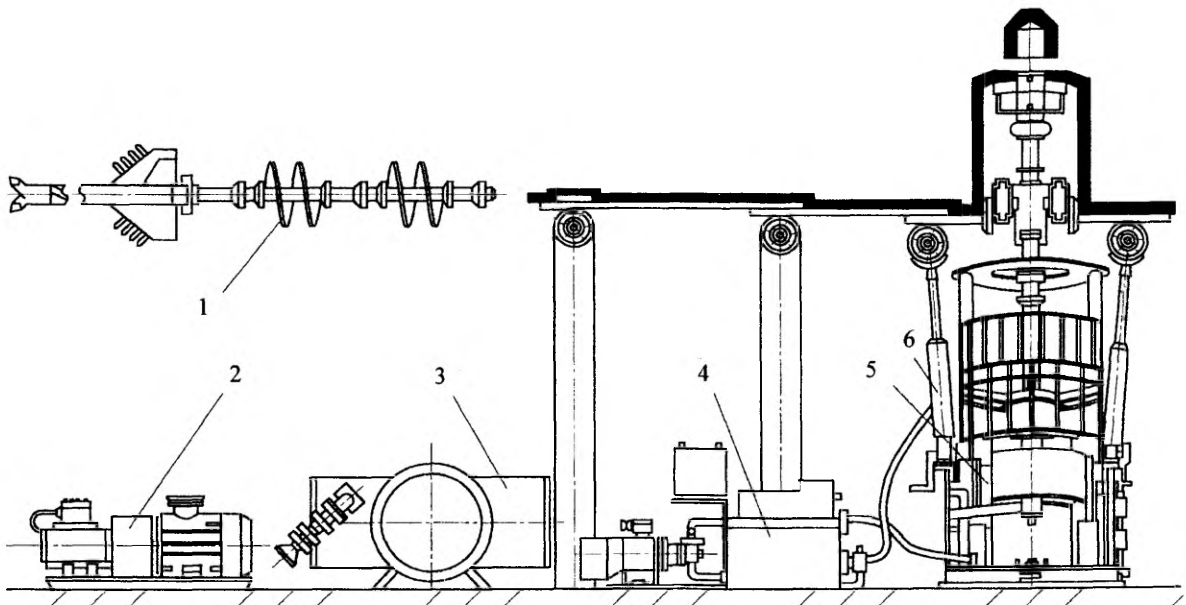


Рис.5.1. Буровая машина БГА-4

Буровой станок БГА-4 (рис.5.1) предназначен для бурения скважин в крутых, наклонных и пологих пластах в плоскости их залегания по углям любой крепости с включениями колчедана и прослойками породы мощностью до 0,2 м и крепостью $f \leq 5$ по шкале проф. М.М.Протодяконова. Пробуренные скважины снизу вверх под углом 45-90° диаметром 0,5 м могут быть разбурены до большего диаметра (0,85; 1,07 м) сверху вниз. При этом используется станок исполнения БГА-4В.

При бурении скважин под углом 0-45° к горизонту и глубиной до 60 м применяется буровой станок модификации БГА-4Г с комплектом шнековых штанг.

В комплект оборудования буровой машины БГА-4 входят (рис.5.1) рабочий инструмент 1, насосная установка 2 для подачи воды, станция управления 3, маслостанция 4, собственно буровой станок 5 и распорные стойки 6.

5.2. УСТРОЙСТВО БУРОВОГО СТАНКА

Буровой станок обеспечивает передачу крутящего момента буровому инструменту, регулирование усилия подачи на рабочий инструмент, подачу бурового става без вращения на забой и извлечение бурового става из скважины. Буровой станок (рис.5.2) состоит из двухскоростного редуктора 10 с электродвигателем 11, опорной рамы 12, направляющих параллелей 9, жестко закрепленных в кронштейнах редуктора, предохранительного ограждения 7, ручного подхвата 6. Редуктор бурового станка вместе с направляющими параллелями и ограждением установлен в цапфах 3 опорной рамы 12 так, что его можно наклонять в вертикальной плоскости на угол от 0 до 90° поворотом сектора 2. На редукторе установлены два гидроцилиндра 4, штоки которых шарнирно соединены с траверсой 5. В траверсе установлен буровой патрон 8. Буровой патрон соединен с выдвижным шлицевым валом (шпинделем), воспринимающим крутящий момент от шлицевой втулки редуктора.

Опорная рама бурового станка (рис.5.3) выполнена в виде сварной швеллерной металлоконструкции 5. К ней крепятся подпятники 6 для установки на них цапф бурового станка и винтовые стяжки 3 для фиксации положения (наклона) станка относительно рамы.

Винтовые стяжки 3 закреплены осями 2 в проушинах 4. Гнезда 1 и 7 предназначены для установки винтовых домкратов крепления бурового станка в выработку.

Перед началом бурения скважины опорная рама закрепляется в выработке винтовыми домкратами. Затем червячным механизмом 1-2 (см. рис.5.2) устанавливается наклон станка по заданному маркшейдером направлению бурения.

Редуктор бурового станка (рис.5.4) состоит из следующих узлов и деталей: литого корпуса 19, зубчатой муфты 17, валов 11, 15, 16, установленных на подшипниках 14, 18 шлицевой втулки 20, зубчатых колес 2, 6, 12, 13, зубчатой муфты 5 с обоймой 3, вилки 4 для перемещения обоймы 3 (переключения частоты вращения втулки 20), кожуха 21, крышки 9 с чистильщиком 8 и крышки 10 с лабиринтным уплотнением.

Кожух предохраняет втулку 20 и установленный в ней на шлицах шпиндель (на рис.5.4 не показан) от загрязнений, повреждений и одновременно служит емкостью для масла, которым шпиндель и втулка смазываются в процессе работы.

Передача крутящего момента шлицевой втулке 20 от зубчатых колес 2 и 6 осуществляется зубчатой муфтой 5. Зубчатые колеса 2 и 6 установлены на втулках 1 и 7 и могут свободно вращаться. При перемещении зубчатой обоймы 3 вверх или вниз крутящий момент будет передаваться от зубчатых колес 2 или 6 через зубчатые обойму 3 и муфту 5 шлицевой втулке 20, при этом частота вращения шпинделя будет равна, соответственно, 75 или 123 об/мин.

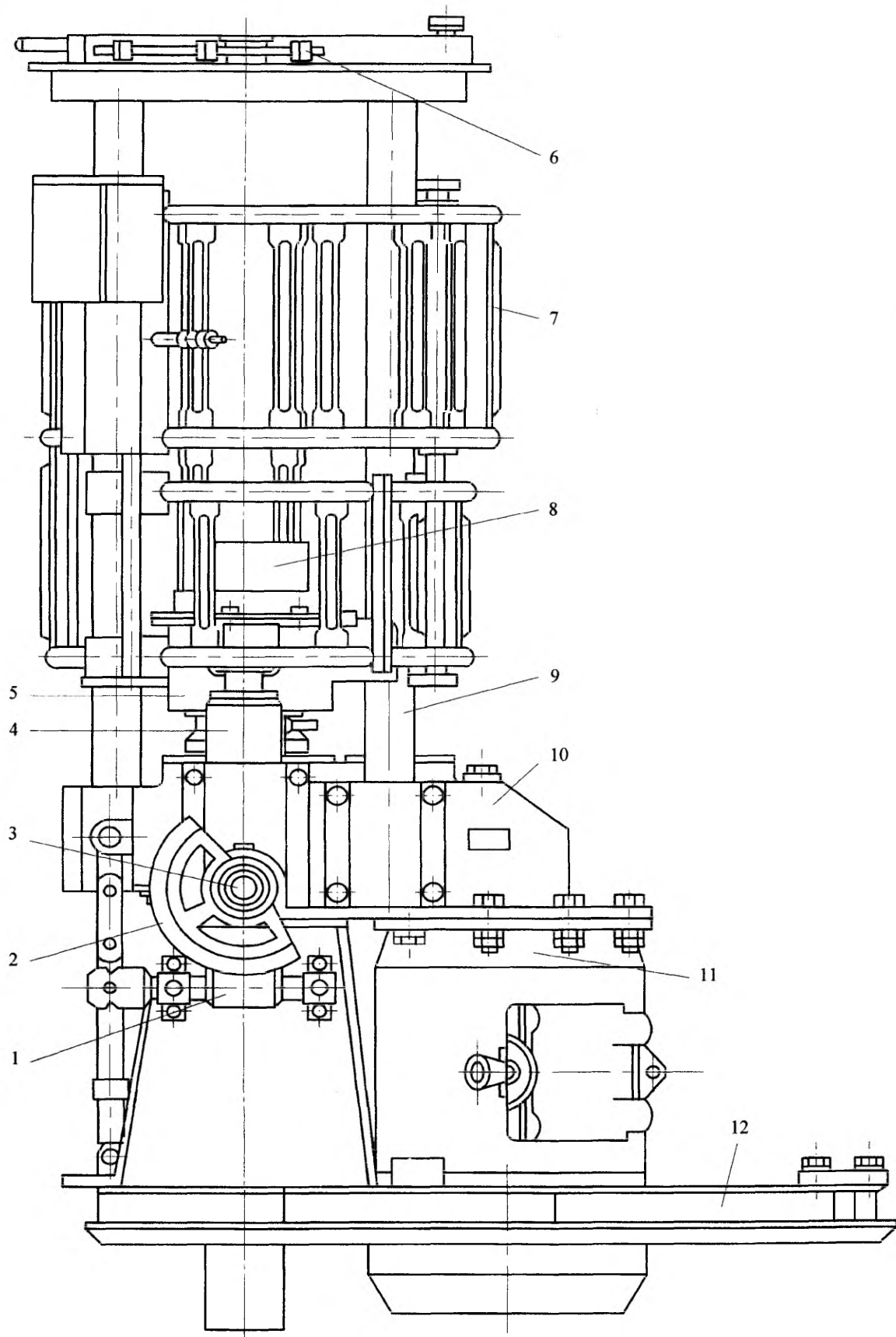


Рис.5.2. Буровой станок БГА-4

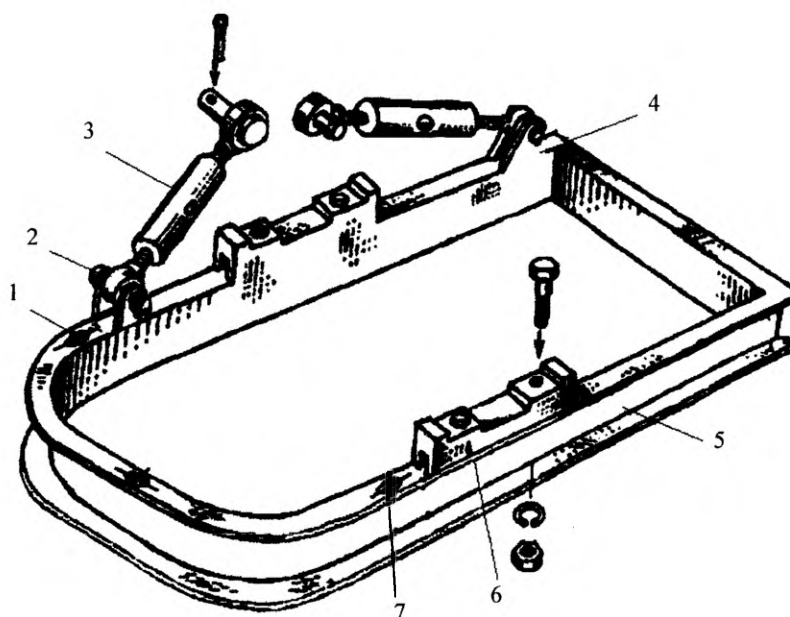


Рис.5.3. Опорная рама станка БГА-4

Буровой патрон станка БГА-4М (рис.5.5) служит для зажима штанги бурового става и передачи ему крутящего момента от шпинделя и усилия подачи от гидродомкратов. Патрон соединен со шпинделем 11 и смонтирован в траверсе 9 с отверстиями 1 и 10 под сухари для соединения со штоками гидроцилиндров. Патрон состоит из корпуса 13, крышки 5 и вкладыша 4. Центральное отверстие в крышке 5 имеет квадратную форму и соответствует квадратному сечению хвостовика штанги. Штанга от осевого перемещения в патроне удерживается специальным упором 7. Корпус 13 крепится к верхнему шлицевому участку шпинделя двумя планками 8, которые входят в проточку шпинделя и удерживаются хвостовиками болтов 6, крепящих крышку 5 к корпусу 13. Крутящий момент от корпуса 13 к крышке 5 передается через торцевые выступы крышки, входящие в соответствующие пазы корпуса. В корпусе 13 имеются радиальные окна для очистки внутренней полости патрона от штыба.

Вода для пылеподавления подводится к буровому ставу через штуцер 2, крышку 3, корпус 13, стакан 7 и вкладыш 4 и далее в центральное отверстие штанги става. Цилиндрическая поверхность вкладыша 4 защищена уплотнением, установленным в буровой штанге. Герметизация от утечки воды обеспечивается уплотнительными манжетами 12 и 14. Крышка 3 стопорится от вращения и осевого перемещения фиксаторами 15, закрепленными болтами 16 на траверсе 9.

Траверса установлена на шпинделе на двух радиальных подшипниках 18 и 23, размещенных в крышках 17, 24. Осевые усилия, передаваемые от шпинделя, воспринимаются упорными подшипниками 19, 22 через крышки 17, 24 и полукольца 21, удерживаемые от выпадения из проточки шпинделя обоймой 20. Для регулирования упорных подшипников применяют набор прокладок, устанавливаемых под крышки.

Параллели бурового станка, направляющие движение траверсы, представляют собой сварную металлоконструкцию, состоящую из двух труб, соединенных в верхней части полукольцом неподвижного и поворотного ограждений, подхвата и отбойного ключа. Нижние концы труб закреплены в расточках кронштейнов редуктора.

Подхват используется для удержания бурового става от продольных перемещений при установке или снятии очередной штанги. Магнитогерконовый датчик, установленный на подхвате, обеспечивает индикацию на пульте управления положений подхвата «Закрыт» и «Открыт».

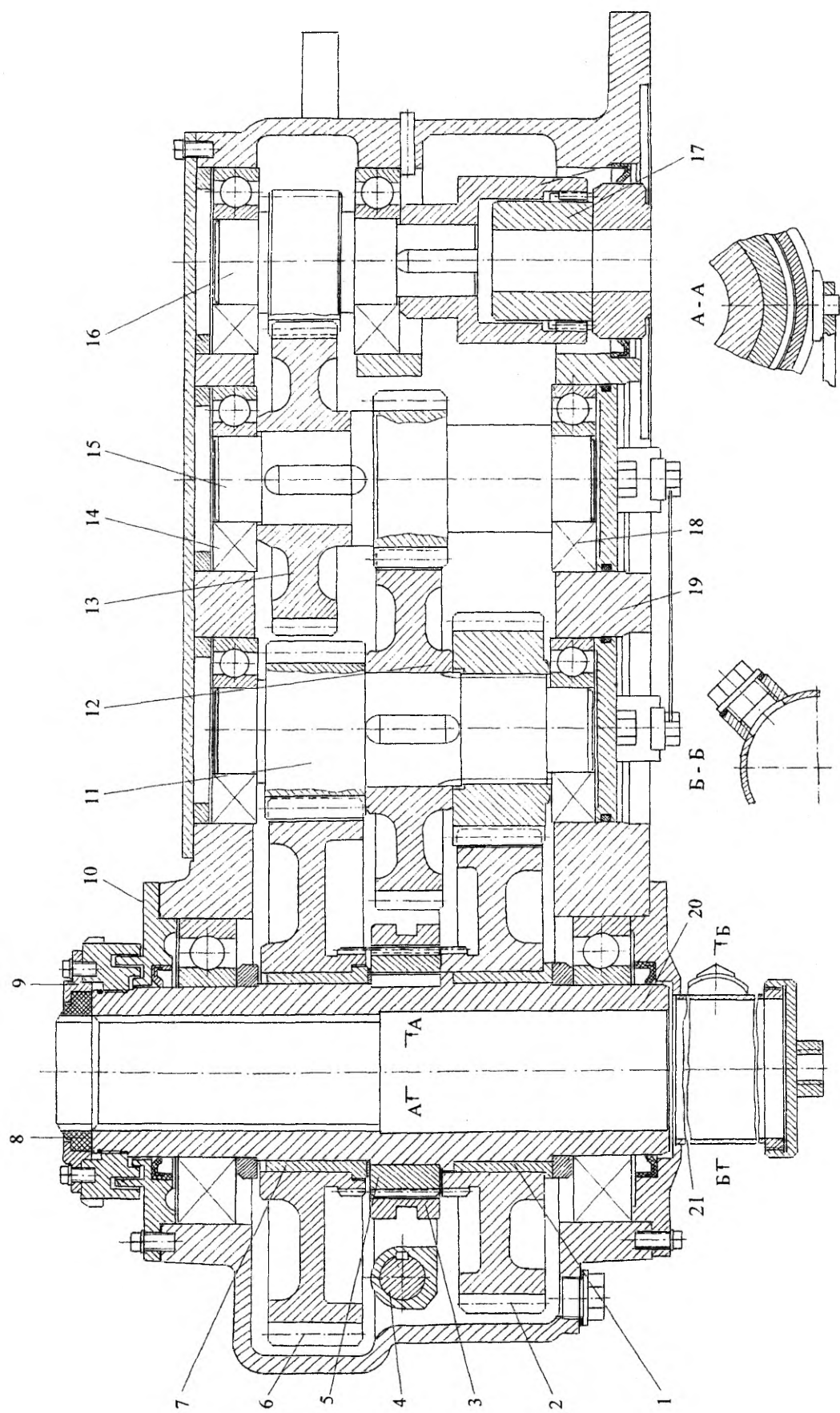


Рис. 5.4. Редуктор бурового станка БГА-4М

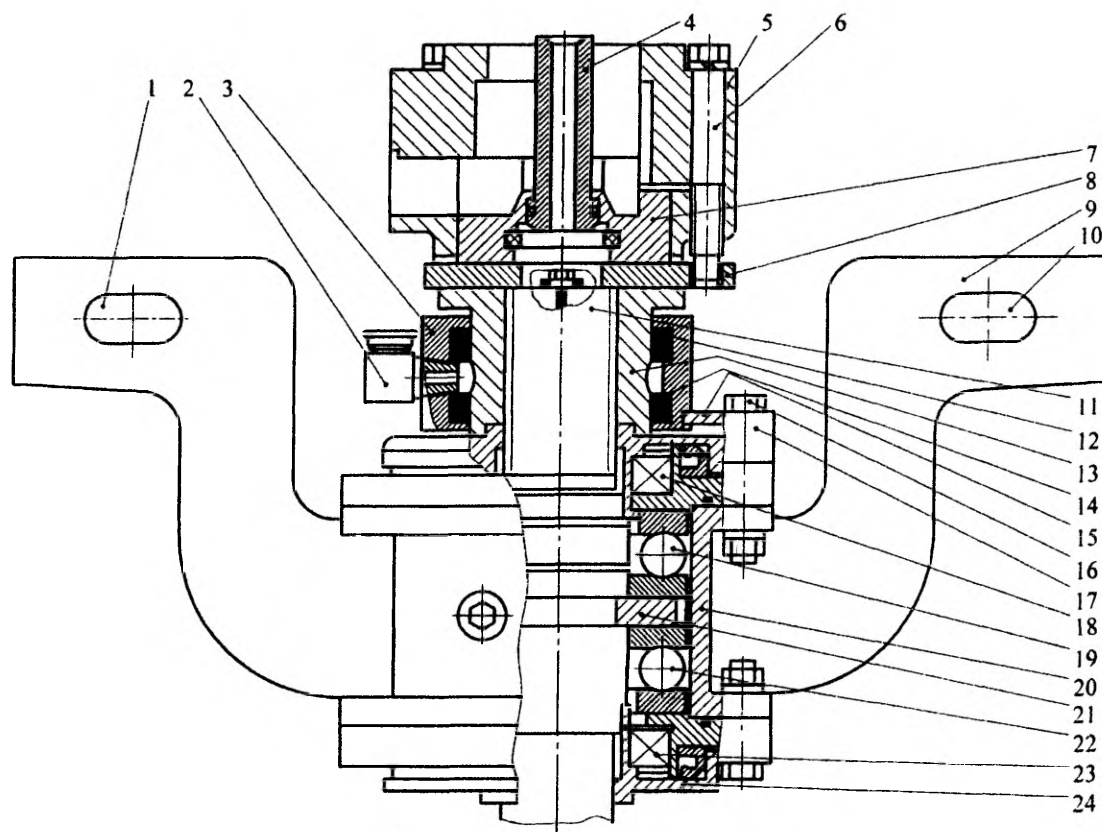


Рис.5.5. Буровой патрон станка БГА-4М [6]

Отбойный ключ предназначен для стопорения бурового става, находящегося в скважине при отвинчивании штанги, соединенной с патроном.

На подвижном ограждении установлен магнит, а на левой направляющей параллель – магнитоуправляемый контакт КЭМ-1А, включенный в цепь управления электродвигателя вращателя. При открытом ограждении цепь управления разрывается и запуск двигателя вращателя становится невозможным.

5.3. БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

В зависимости от технологического назначения скважин их диаметры могут быть различными. Поэтому возможны следующие технологии бурения:

- бурение скважины малого диаметра (забурником);
- бурение скважины малого диаметра (забурником) и ее последующее разбуривание расширителем прямого хода или расширителем обратного хода до диаметра 0,5 м;
- бурение скважины диаметром 0,5 м прямым ходом забурником с расширителем;
- разбуривание пилот-скважин до диаметров 0,50; 0,85 или 1,07 м обратным ходом.

Буровой став (при бурении пилот-скважины) состоит (рис.5.6) из забурника 1, расширителя прямого хода 2, опорных фонарей 3, последовательно соединенных штанг 4.

Прямолинейность скважины обеспечивается режимом бурения (допустимым осевым усилием подачи, исключающим искривление става штанг), использованием удлиненного забурника 1, количеством и последовательностью устанавливаемых фонарей 3. Опорные поверхности фонарей скользят по стенкам скважины. Фонари устанавливаются примерно через 3 м (через пять штанг). Существенное значение для обеспечения прямолиней-

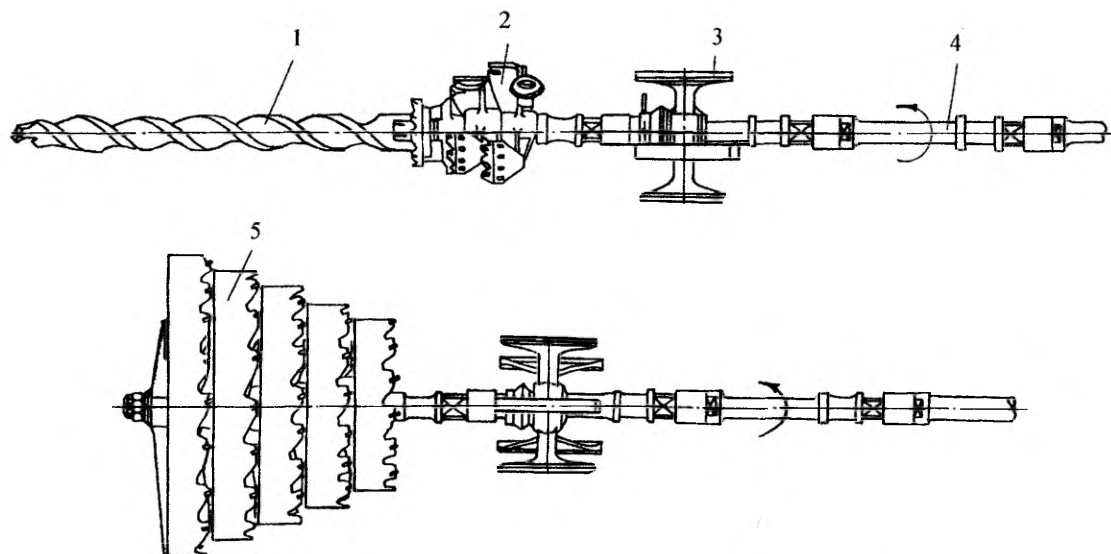


Рис.5.6. Компоновка бурового става бурового станка БГА-4

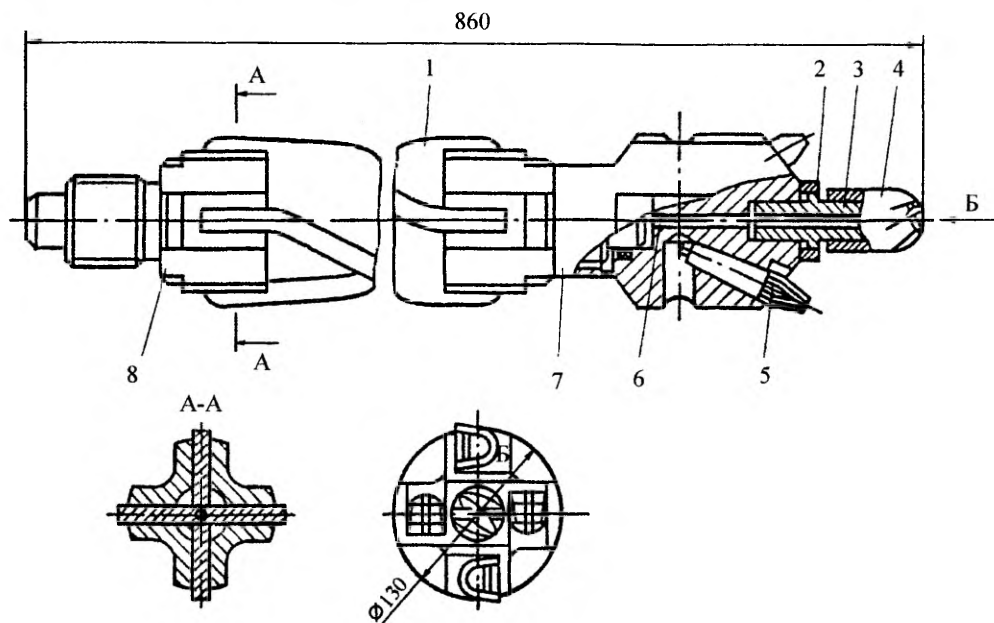


Рис.5.7. Забурник бурового станка БГА-4М [6]

ности скважин имеет геометрия и расположение резцов на забурнике, а также количество ступенек расширителей прямого и обратного хода.

Расширитель обратного хода навинчивается на став штанг (обычно соединяется с фонарем) после того, как забурник и расширитель прямого хода выйдут на верхний горизонт (штрек). Забурник и расширитель прямого хода демонтируют отдельно и спускают на нижний горизонт для бурения следующей скважины. Максимальное усилие подачи на став 110 кН, что и ограничивает длину скважины до 150 м, так как часть усилия подачи используется для компенсации веса става штанг (72 кН при длине 150 м).

При бурении скважин с наклоном менее 45° к горизонту буровой став комплектуется шнековыми штангами, обеспечивающими эффективное удаление буровой мелочи из скважины.

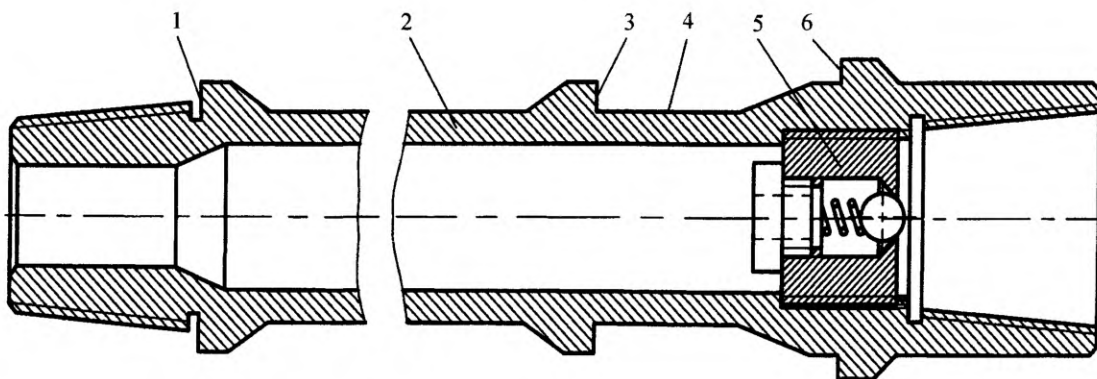


Рис.5.8. Буровая штанга станка БГА-4М [6]

Забурник 1 обеспечивает заданное направление бурения скважины и формирует дополнительную поверхность обнажения, чем облегчается работа расширителя 2 прямого хода.

Корпус 1 забурника (рис.5.7) выполнен в виде шнека с осевым каналом для прохода воды к верхнему хвостовику 3. В съемной головке 7 с каналом 6 закреплены резцы 5 типа РК-8Б. Резцы размещены так, что две боковые режущие кромки выступают над телом головки забурника на 2,5 мм. Третью линию резания образует резец 4 типа БИ-741Б, установленный на съемном хвостовике 3. Упор 2 удерживает съемный хвостовик от проворота. К корпусу 1 приварен переходник 8 с трапецеидальной резьбой, которая соединяет забурник с буровым ставом.

Буровые штанги (рис.5.8) предназначены для передачи крутящего момента от вращателя и осевого усилия механизма подачи бурового станка исполнительному органу (забурнику, коронке, расширителю), а также для подвода воды к забою скважины для подавления пыли.

Несущий цилиндр 2 штанги полый и имеет опорные выступы (бурты). Усилие подачи от замка при бурении вверх передается штанге через ее нижний торец 3, при разбуривании пилот-скважины обратным ходом — торцом 6 опорного бурта, входящего в расточку крышки замка. Для удержания става в скважине во время его наращивания или демонтажа на штанге имеется шейка 4, входящая в вырез подхвата. На резьбовом конце штанги имеется бурт 1 для предотвращения чрезмерного затягивания резьбы во время передачи крутящего момента при бурении. Все буровые штанги имеют правую резьбу. Клапан 5 задерживает воду в штанге при наращивании и демонтаже бурового става.

Расширитель прямого хода (рис.5.9) разбуривает скважину диаметром 130 мм до диаметра 500 мм. Он состоит из приливов-лучей 4, закрепленных на переходнике 8 перпендикулярно друг другу. На лучах размещены резцы 2 типа И-79Б, зафиксированные болтами 9. Резцы 3 типа РК-8Б размещены только на периферийных линиях резания. К верхнему торцу прилива-луча приварена втулка 1 для центрирования забурника, соединяемого трапецеидальной резьбой с переходником 8. Гайками 6 закреплены две форсунки для орошения забоя скважины. Для защиты форсунок от воздействия разрушенной породы предусмотрено ограждение 7. В верхней части переходника установлено уплотнительное резиновое кольцо 5, в нижней части имеются внутренняя коническая резьба для соединения с буровыми штангами и проточка для установки расширителя на подхват.

При использовании расширителя обратного хода скважины разбуриваются до диаметров 500, 670, 850 и 1070 мм путем подтягивания вращающегося става штанг к буровому станку.

Расширитель обратного хода (рис.5.10) состоит из штанги 8, трех сменных приливов-лучей 2 с резцедержателями 3, форсунок 6 с ограждающим щитком 7 и резцов 5, закрепленных стопорными болтами 4. Винт 1 фиксирует лучи от осевого перемещения.

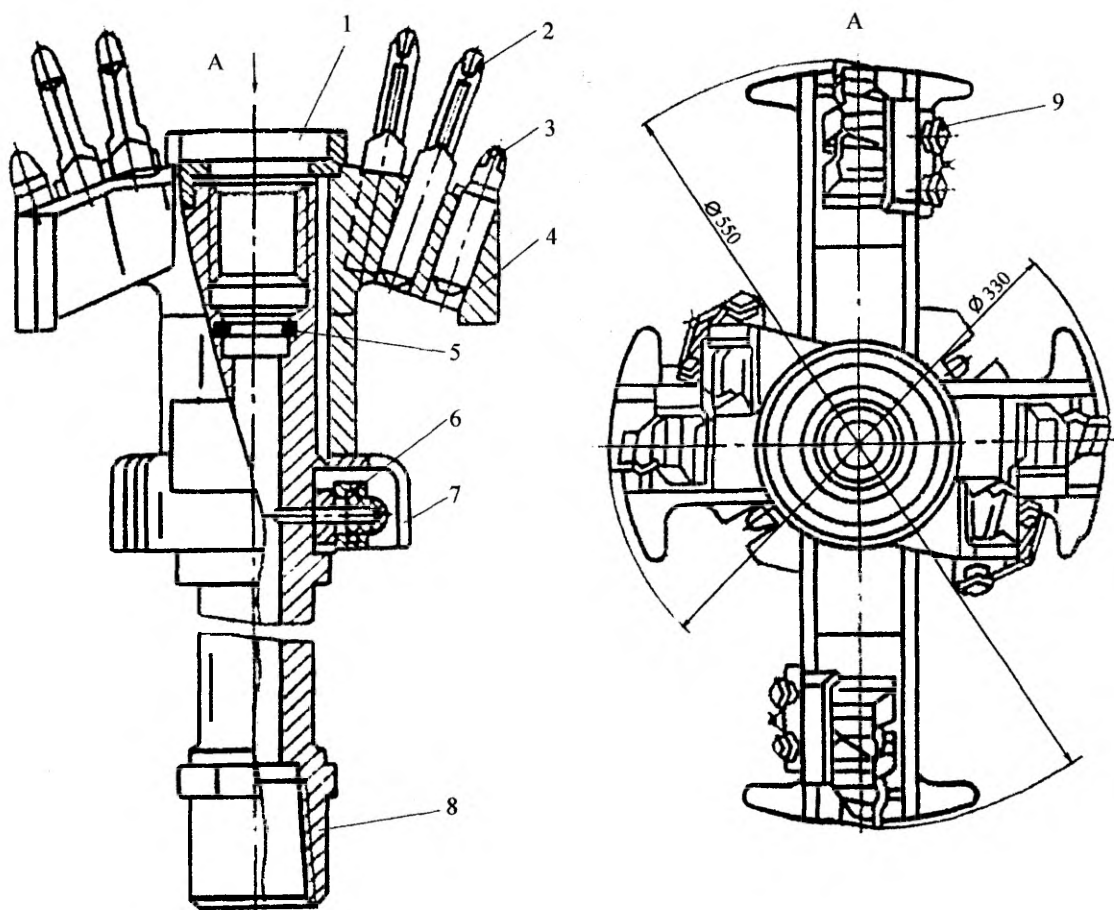


Рис.5.9. Расширитель прямого хода [6]

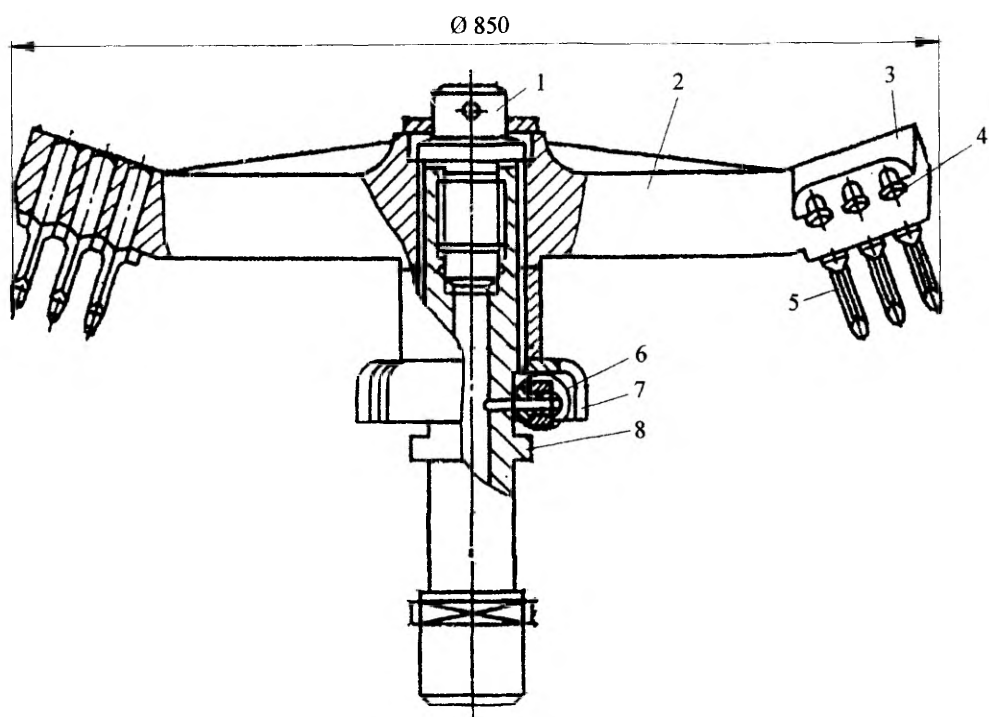


Рис.5.10. Расширитель обратного хода

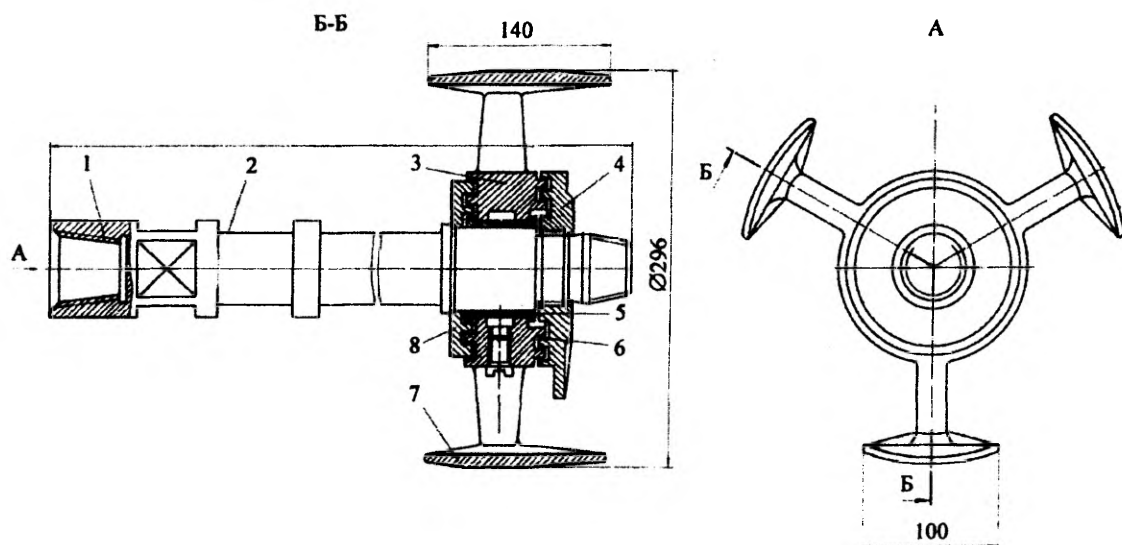


Рис.5.11. Опорный фонарь бурового станка БГА-4М

Опорные фонари (рис.5.11) применяют для центрирования бурового става в скважинах, проходимых с углом наклона больше 45° . Опорные фонари соединяются с буровым ставом коническими резьбовыми соединениями 1. Корпус 3 опорного фонаря при бурении скользит наружными опорными поверхностями 7 лучей по поверхности скважины. Для предотвращения заклинивания става и уменьшения потерь энергии на трение необходимо обеспечивать зазор 3-10 мм между опорными поверхностями лучей и скважины. Штанга 2 центрируется в корпусе фонаря подшипниками 5, которые защищены от попадания штыба и от утечек смазки лабиринтным уплотнением 6 в крышках 4 и 8. Крышка 4 соединяется со штангой резьбой и стопорится специальной шайбой (на рис.5.11 не показана).

5.4. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Гидросистемы буровых станков БГА-4 и БГА-2М одинаковы. Отличие буровых станков – в редукторах. В редукторе БГА-2М двухступенчатая передача с одной скоростью вращения шпинделя (рис.5.12). Вращение бурового инструмента от двигателя М1 зубчатыми колесами 24, 23, 21, 20 передается шлицевой втулке 22 и валу (шпинделю) 19, жестко соединенному с буровым патроном 18, который центрируется подшипниками 17 в подвижной траверсе 16. Гидросистема обеспечивает подачу бурового инструмента вперед или назад с рабочей или маневровой скоростями.

При подаче масла в гидроцилиндры 25 и 26 осуществляется перемещение траверсы по трубчатым направляющим станка. Изменение направления вращения бурового патрона задается реверсом двигателя М1.

Маслостанция оснащена двумя шестеренными насосами 4 и 30, приводимыми в действие от двигателя М2 через редуктор с зубчатыми колесами 1-3. Редуктор выполнен одноступенчатым со стальным литым корпусом. Внутри корпуса на подшипниках установлены две вал-шестерни с внутренними шлицевыми отверстиями для соединения с валами насосов.

В режиме «Бурение» масло (И-40А, ГОСТ 20799-75) поступает из маслобака 27 через фильтры 28 по трубопроводам 29 к насосам 4 и 30. От насоса 30 масло подается через золотник управления 14 (положение I) в поршневые полости гидроцилиндров 25 и 26 по трубопроводам 5, 7, 13, 15. При этом давление жидкости в гидросистеме ограничивается

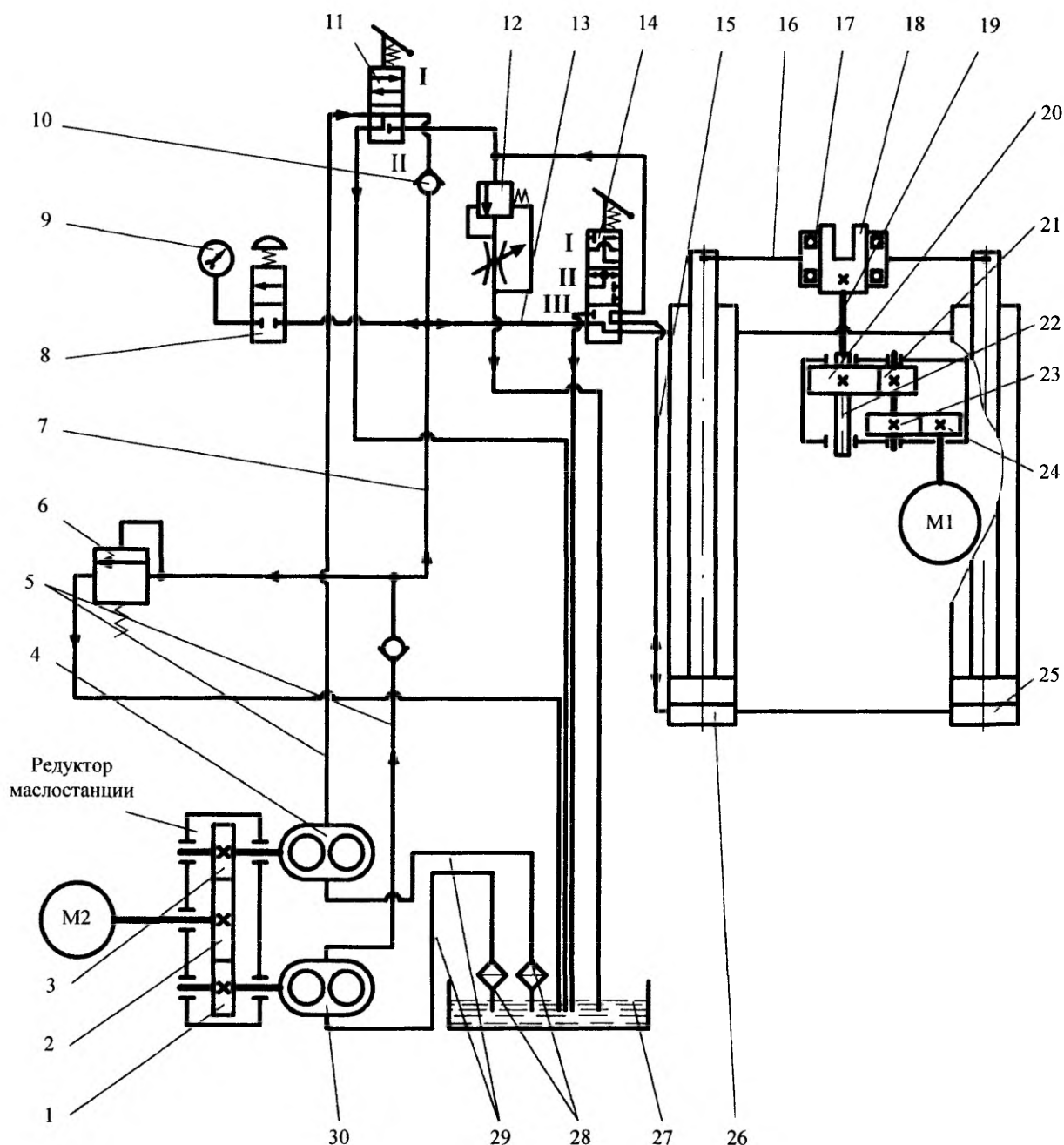


Рис.5.12. Гидрокинематическая схема бурового станка БГА-2М

предохранительным клапаном 6, а скорость подачи регулируется дроссель-регулятором 12, установленным в сливной магистрали.

Масло от насоса 4, работающего в режиме холостого хода, через открытый золотник 11, находящийся в положении II, сливается в маслобак 27. Обратный клапан 10 препятствует сливу масла от насоса 30.

В режиме «Расширение скважины обратным ходом» золотник управления 14 устанавливается в положение III, при этом масло подается в штоковые полости гидроцилиндров, а из поршневых полостей идет на слив через дроссель-регулятор.

Для выполнения маневровых операций одновременно с переключением золотника 14 (положение I или III) золотник 11 переключается в положение I. В этом случае оба насоса подают масло в гидросистему через золотник 14 в штоковые или поршневые полости гидроцилиндров, что обеспечивает маневровые скорости перемещения бурового става.

Давление масла в гидросистеме в процессе бурения зависит от сопротивления перемещению бурового става и контролируется показаниями манометра 9. Манометр подключается к системе золотником 8 только на момент снятия показаний, что сохраняет его ресурс и точность.

Масло заливается в бак через отверстие в панели пульта, которое закрывается пробкой – «воздушником». В маслобаке установлены фильтры 28 для очистки рабочей жидкости и предусмотрены отверстие с пробкой для замены масла и пробка – отдушина для предохранения бака от повышения в нем давления при нагреве масла.

5.5. МАСЛОСТАНЦИЯ

Маслостанция предназначена для подачи рабочей жидкости (масла) под давлением до 10 МПа в рабочие полости гидроцилиндров. Максимальное усилие подачи 10,8 кН.

Маслостанция смонтирована на раме 9 (рис.5.13) и состоит из маслобака 4, двух насосов 3, двигателя 1, редуктора 2. Рабочая жидкость из бака 4 подается в насос через фильтр с обратным клапаном 8. На съемном кронштейне 5 установлена панель – крышка 6 маслобака с пультом управления гидросистемой, аппаратурой управления двигателями бурового станка и насосной станцией.

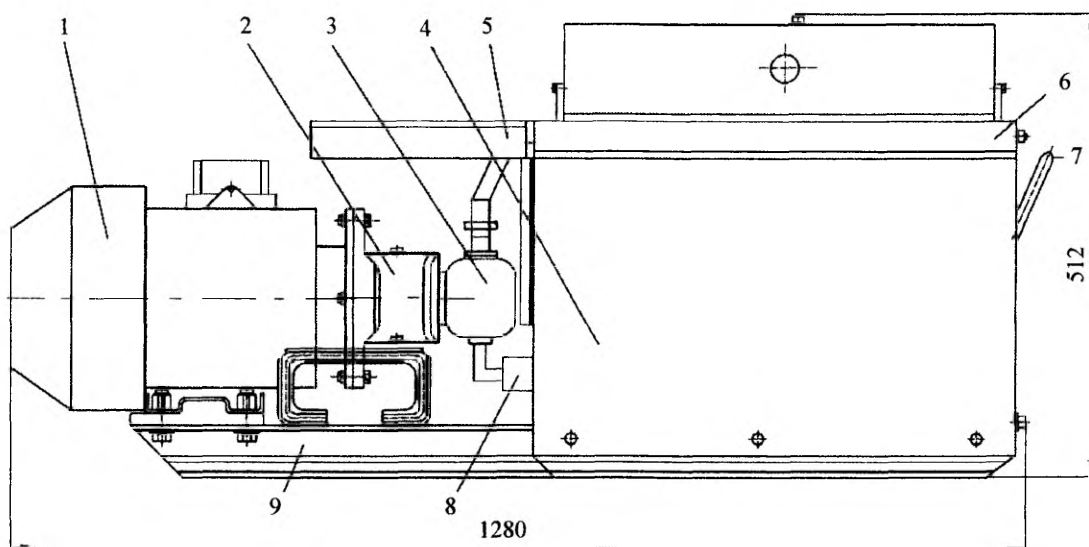


Рис.5.13. Насосная станция

На задней торцевой стенке имеются ручка 7 для транспортирования станции и кран-тройник для регулирования количества воды, подаваемой к буровому станку для пылеподавления.

5.6. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

На станках типа БГА-4 предусмотрено ручное переключение всех операций в четырех режимах: «Бурение», «Разбуривание обратным ходом», «Спуск» и «Подъем» става. Скорость подачи бурового става при выполнении операции «Бурение» в режимах «Бурение

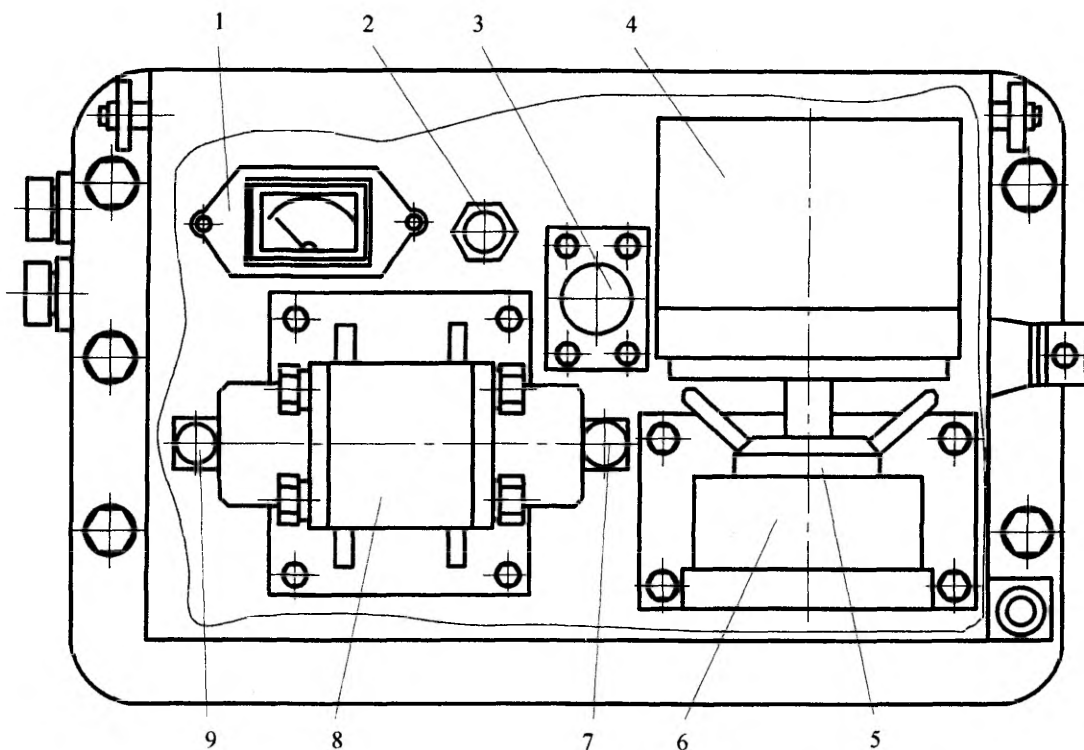


Рис. 5.14. Пульт управления (общий вид)

снизу вверх», «Разбуривание обратным ходом» может устанавливаться вручную или регулироваться автоматически системой «Приз» так, чтобы нагрузка на электродвигатель вращателя была равна номинальной. На верхней части панели пульта управления закреплен манометр 1 (рис.5.14), который подключается к гидромагистралям нажатием кнопки 2. Предохранительный клапан гидросистемы закрыт кожухом 3. Сервомотор 4 подключен к регулятору «Приз», встроенному в станцию управления. Сервомотор поворачивает в одну или другую сторону вал дросселя 6, обеспечивая автоматическое повышение или снижение скорости подачи бурового инструмента в зависимости от нагрузки двигателя вращателя. Датчик нагрузки встроен в станцию управления электродвигателем.

При ручном управлении машинист вращает лимб 5 дросселя 6. На пульте установлены гидрораспределители 8 с рукоятками управления 7 и 9 включения рабочей или маневровой скоростей подачи.

Перед включением насосной станции рукоятки 7 и 9 гидрораспределителей необходимо устанавливать в нейтральное положение. Для включения подачи шпинделя вверх или вниз необходимо рукоятку 7, соответственно, перевести в положение «Вперед» или «Назад». Для включения маневровой подачи обе рукоятки переводятся в положение «Вперед» или «Назад».

Электрооборудование бурового станка состоит из электродвигателей вращателя ВАО-64-4 мощностью 17 кВт и насосной установки ВАО-32-4 мощностью 3 кВт, магнитоуправляемого контакта КЭМ-1А, расположенного на ограждении станка и подключенного к пульту управления, станции управления САУБ, подключенной к магнитному пускателю с дистанционным управлением кабелем с сечением жил $3 \times 16 + 1 \times 10 + 3 \times 4$.

В электрическую систему управления буровым станком введены блокировки систем контроля содержания метана в выработке, наличия и исправности системы пылеподавления.

5.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите область применения бурового станка БГА-4.
2. Перечислите последовательно выполняемые операции цикла на одну штангу при режимах: бурение пилот-скважины вверх; разбуривание скважины вниз; наращивание става (без бурения); разбор (спуск) става (без бурения); переход от бурения к разбуриванию скважины.
3. Укажите особенности конструкции рабочего оборудования: штанги, забурника, расширителя прямого хода, расширителя обратного хода.
4. Перечислите требования правил безопасности при эксплуатации бурового станка.
5. Опишите работу гидравлической схемы станка в режимах: бурение скважины; разбуривание скважины; маневровый ход бурового става вверх; маневровый ход бурового става вниз.
6. Опишите устройство редуктора, патрона шпинделя, насосной станции.
7. Назовите устройства и приемы, используемые для поддержания прямолинейности буримой скважины.

6. БУРОВОЙ СТАНОК «СТРЕЛА-77»

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современная технология добычи полезных ископаемых подземным способом связана с необходимостью бурения в прилегающих к пласту породах скважин большого диаметра и различного назначения.

Буровой станок «Стрела-77» (рис.6.1) осуществляет бурение восстающих скважин диаметром 1000 мм, глубиной до 100 м по породам с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М.Протоdjяконова $f \leq 10$ [2, 6]. Управляется станок дистанционно с расстояния до 20 м.

Отличительной особенностью бурового станка «Стрела-77» является невращающийся буровой став и, следовательно, возможность увеличения усилия подачи при том же диаметре штанг. Буровой станок оснащен аппаратурой автоматического управления САУБ-54. Аппаратура автоматизации работы обеспыливающих устройств САБ-4Г обеспечивает отключение подачи снаряда-вращателя на забой в случае снижения расхода или давления воды в системе орошения ниже установленного уровня. Техническая характеристика бурового станка «Стрела-77» приведена ниже:

Диаметр исполнительного органа, мм	1000
Диаметр опережающего долота, мм	190
Угол установки направления бурения, градус	40-75; 40-90
Производительность станка (электропривод / пневмопривод), м/ч, при коэффициенте крепости пород:	
$f < 5$	1,7-2,7 / 1,4- 2,5
$f = 5-10$	1,0-1,7 / 0,8-1,4
Мощность двигателя (электрический/пневматический), кВт	36,0 / 25,8
Усилие подачи, кН:	
при проведении выработки	380
при забурировании опережающим долотом	150
Основные размеры (без става подачи), мм:	
длина	2970
ширина	1900
высота	1380
Длина става подачи, м	25; 50; 75; 100
Масса станка (без инструмента), кг	
с электроприводом	11230
с пневмоприводом	9470

6.2. УСТРОЙСТВО БУРОВОГО СТАНКА

Буровой станок «Стрела-77» (рис.6.1) состоит из снаряда-вращателя 4, невращающегося става подачи 3 с фонарями 6, механизма подачи 2, гидродомкратов установки угла наклона 1 и распора 7 станка, разборной направляющей рамы 16, стяжки 15 тележки, башмаков 14 с монорельсом 13, электро- или пневмоаппаратуры 11, маслостанции 12, на которой смонтирован пульт управления. В перечень поставки бурового станка «Стрела-77» входят также комплекты инструментов, запасных частей и технической документации.

Станок «Стрела-77» с электроприводом дополнительно комплектуется станцией управления САУБ-5У конструкции института «Автоматгормаш», аппаратурой контроля подачи воздуха АКВ-2П и контроля метана АМТ-3Т, индивидуальным устройством предупредительной сигнализации ПС-ИУ, разветвительной коробкой КР-1, штепсельным разъемом РШЛ-63, кнопочным постом управления КУВ-11 и пусковым агрегатом АП-4У5. Электроэнергия к двигателю 5 снаряда-вращателя подается по кабелю 9.

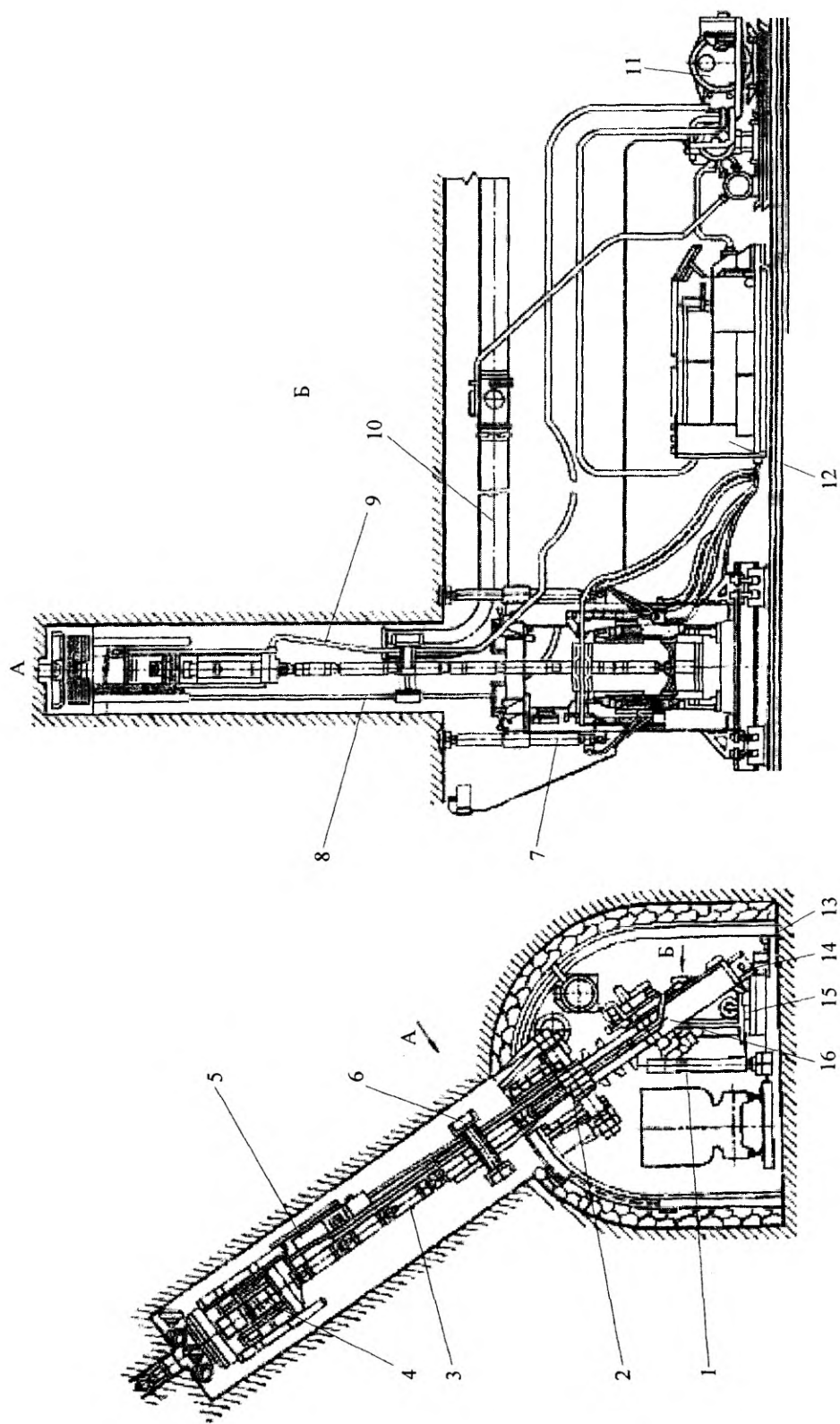


Рис. 6.1. Буровой станок «Стрела-77»

Станок «Стрела-77» с пневмоприводом дополнительно комплектуется аппаратурой предупредительной сигнализации и рукавом подвода сжатого воздуха к снаряду-вращателю.

Перед бурением станок устанавливают гидродомкратами 1 под необходимым углом и распирают в выработке двумя гидродомкратами 7. Для исключения прогиба става и, следовательно, обеспечения устойчивости процесса бурения и сохранения направленности бурения используют фонари 6, которые устанавливают в ставе подачи, как правило, через каждые четыре штанги.

Проветривание скважины (при бурении станком с электроприводом) осуществляется вентилятором местного проветривания по вентиляционной трубе 10 диаметром 250 мм. При бурении станками с пневмоприводом проветривание скважин осуществляется отработанным сжатым воздухом пневмодвигателя снаряда-вращателя.

Для подавления пыли, охлаждения электродвигателя и породоразрушающего инструмента в забой по гибкому рукаву 8 подается вода.

6.3. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА БУРОВОГО СТАНКА

Исполнительный орган бурового станка (рис.6.2), состоящий из четырех шарошечных долот, приводится в движение электродвигателем ЭКВ-310-ГК45 мощностью 36 кВт (или пневмодвигателем 81ПК-40 мощностью 25,8 кВт). Вращение от двигателя М через зубчатую муфту М1, вал I и цилиндрическую зубчатую пару 7- 8 передается валу II и посаженной на нем солнечной шестерне 9 планетарного редуктора.

Шестерня 9 приводит во вращение сателлиты 12, которые обкатываются по неподвижному венцу 13 и приводят во вращение водило 6. Водило вращает эксцентриковый вал IV со свободно посаженным на нем блоком шестерен 14 и 16. Шестерня 14 обкатывается по зубчатому неподвижному венцу 15 внутреннего зацепления, а через шестерню 16 эксцентриковый вал вращает зубчатое колесо 17 внутреннего зацепления, которое жестко закреплено в корпусе 5 планетарного исполнительного органа. Следовательно, от вала IV отбор мощности осуществляется по трем направлениям: через муфту М2 непосредственно опережающему долоту 3; через зубчатые колеса 4, 18, 19 на вал III с долотами 2; через блок

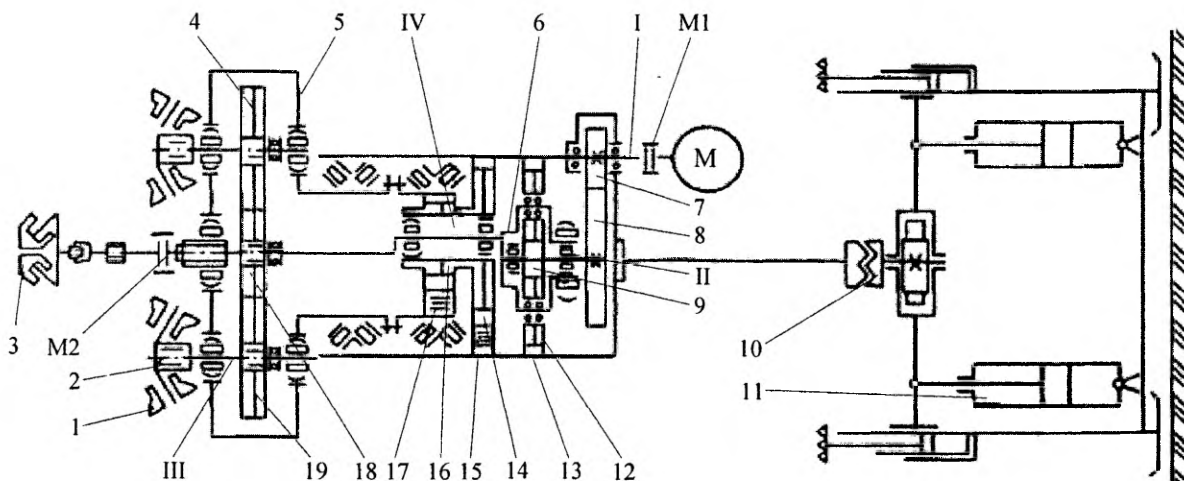


Рис.6.2. Кинематическая схема бурового станка «Стрела-77» [6]

шестерен 14, 16 корпусу водила 5. Долото 3 при работе бурит опережающую направляющую скважину. Три долота 2, установленные на валах III через 120° и вращающиеся вокруг собственной оси и оси скважины, разбуривают шарошками 1 опережающую скважину до полного диаметра 1000 мм.

Перемещение снаряда-вращателя осуществляется гидроцилиндрами 11 механизма подачи, соединенного с буровым ставом посредством кулачковой муфты 10.

6.4. БУРОВОЙ СНАРЯД-ВРАЩАТЕЛЬ

Электрический двигатель 25 бурового снаряда-вращателя (рис.6.3) через зубчатую муфту 24 передает вращение шестерне 21 редуктора. Двигатель центрируется с крышкой 23 редуктора посредством специального кольца. Шестерня 21 посажена на шлицах вала 22 и входит в зацепление с зубчатым колесом 29, посаженным на шлицах хвостовика солнечной вал-шестерни 27, вращающейся в водиле 28 планетарного редуктора. Водило установлено с одной стороны в двухрядном сферическом роликоподшипнике в проставке 20, с другой стороны вал водила центрируется втулкой 12, установленной на роликовых конических подшипниках в корпусе 19.

Вал-шестерня 27 входит в зацепление с тремя сателлитами 17, установленными на осях 16 в корпусе водила 28. Сателлиты обкатываются по зубчатому венцу 18, неподвижно закрепленному в корпусе 19 штифтами 31. С водилом 28 жестко соединен эксцентриковый вал 34. На валу 34 на роликовых подшипниках установлен блок шестерен 32-33. Шестерня 32 находится в зацеплении с неподвижным зубчатым колесом 15, закрепленным штифтами 14 в корпусе 19. Шестерня 33 входит в зацепление с колесом 13, соединенным жестко со втулкой 12.

Во внутреннюю расточку втулки 12 посажен на шпонке корпус 9 планетарного редуктора исполнительного органа. В расточках корпуса 9 и крышки 7 на сферических роликоподшипниках установлены три вала 10, на которых посажены зубчатые колеса 8 и водила 6 шарошечных долот. К водилу шарошек приварены конусные пальцы 1, в которых укреплены оси 3. На осях на подшипниковых опорах 5 установлены шарошки 2 с возможностью свободного вращения. Шарикоподшипниковые обоймы закрываются защитными крышками, которые фиксируются винтами 4. Зубчатые колеса 8 приводятся во вращение центральной солнечной шестерней 35, посаженной на шлицах эксцентрикового вала 34. Эксцентриковый вал через зубчатую муфту 36 приводит во вращение промежуточный шлицевой вал 37, установленный в центральной крышке 38. От вала 37 через втулку 39 приводится во вращение центральный забурник – шарошечное долото 40.

Буровой снаряд-вращатель перемещается в скважине, опираясь на лыжи 30. Для защиты от пыли на корпусе 19 установлен резиновый щит 11, который перекрывает сечение скважины и препятствует распространению пыли из призабойной части в выработку. Буровой снаряд-вращатель соединяется с буровым ставом посредством переходника-хвостовика 26.

При бурении скважины без расширителя буровой снаряд-вращатель перемещается механизмом подачи только на длину буровой штанги. В этом случае планетарный исполнительный орган бурового снаряда-вращателя, находящегося постоянно внизу выработки, закрывается предохранительным кожухом для защиты рабочих, обслуживающих станок. На буровом снаряде-вращателе вместо втулки 39 устанавливается буровой патрон, который передает крутящий момент и осевое усилие буровому ставу.

При бурении скважины без расширителя процесс бурения и порядок операций по наращиванию и съему штанг такие же, как и у бурсбоечных машин (см. раздел 5).

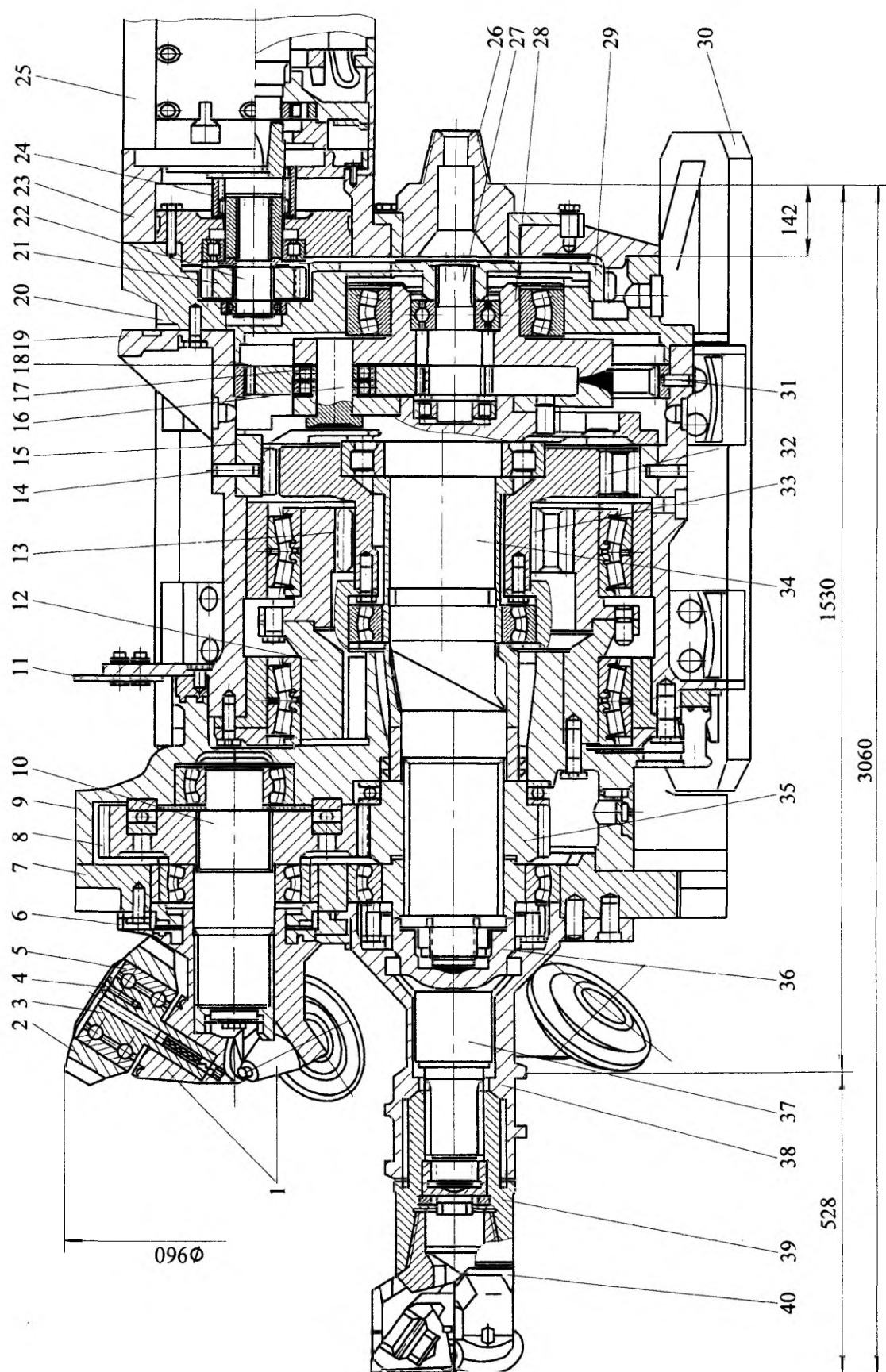


Рис.6.3. Снаряд-вращатель бурового станка «Стрела-77»

6.5. МЕХАНИЗМ ПОДАЧИ И ГИДРОСИСТЕМА

Механизм подачи обеспечивает перемещение бурового снаряда-вращателя в скважине, закрепление станка в выработке и изменение режима его работы.

Механизм подачи (рис.6.4) состоит из рамы 1, каретки подачи 2, распорных гидродомкратов 4, гидроцилиндров подачи 3.

Гидравлическая схема бурового станка «Стрела-77» приведена на рис.6.5. Два насоса рабочего 25 и маневрового 26 ходов с приводом от электро- или пневмодвигателя подают рабочую жидкость из маслобака к гидроблоку I.

В линии всасывания насоса 26 установлены фильтр 27 и кран 28, а в напорной линии – фильтр тонкой очистки 24. Кран 28 имеет два положения и служит для соединения линии всасывания насоса 26 с маслобаком. В случае, если давление в напорной линии меньше 2,5 МПа, то рабочая жидкость, подаваемая насосом маневрового хода 26, поступает через обратный клапан 23 в напорную линию. Когда давление в напорной линии превысит 2,5 МПа (например, во время бурения), рабочая жидкость от насоса 26 через открытый напорный клапан 21 будет поступать в сливную линию и далее через фильтр 29 в маслобак и частично в линию всасывания насоса 25 рабочего хода. В процессе бурения напорный клапан 21 постоянно открыт вследствие действия на него давления рабочей жидкости, создаваемого насосом 25.

Количество рабочей жидкости, подаваемой к гидроцилиндрам, или скорость движения (подачи) исполнительного органа регулируется дросселем-регулятором 18. От дросселя-регулятора излишки рабочей жидкости поступают в сливную линию. Из гидроблока I рабочая жидкость поступает к блокам распора III и распределителей IV.

В блоке распора III смонтирован гидрораспределитель 3 (тип ЭРА), который служит для направления потока рабочей жидкости в поршневые или штоковые полости гидроцилиндров распора станка. В линиях, подводящих рабочую жидкость к поршневым полостям гидроцилиндров 2, установлены гидрозамки 1. В первом положении распределителя 3, показанном на рис.6.5, напорная линия закрыта.

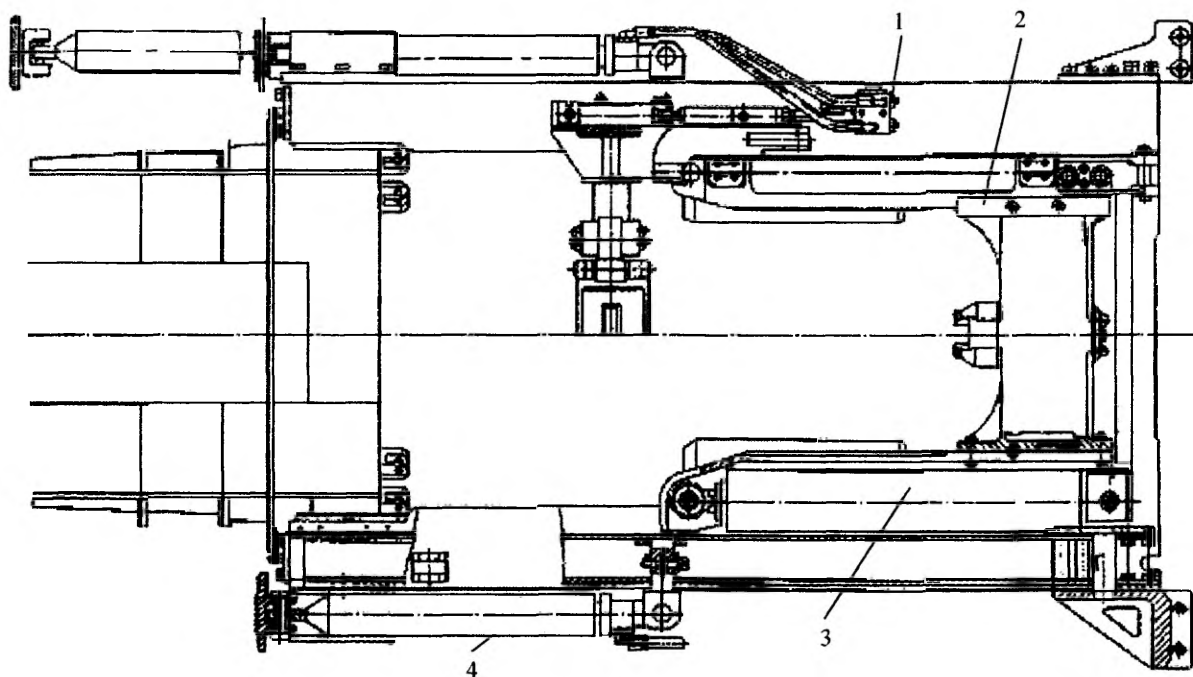


Рис.6.4. Податчик бурового станка «Стрела-77»

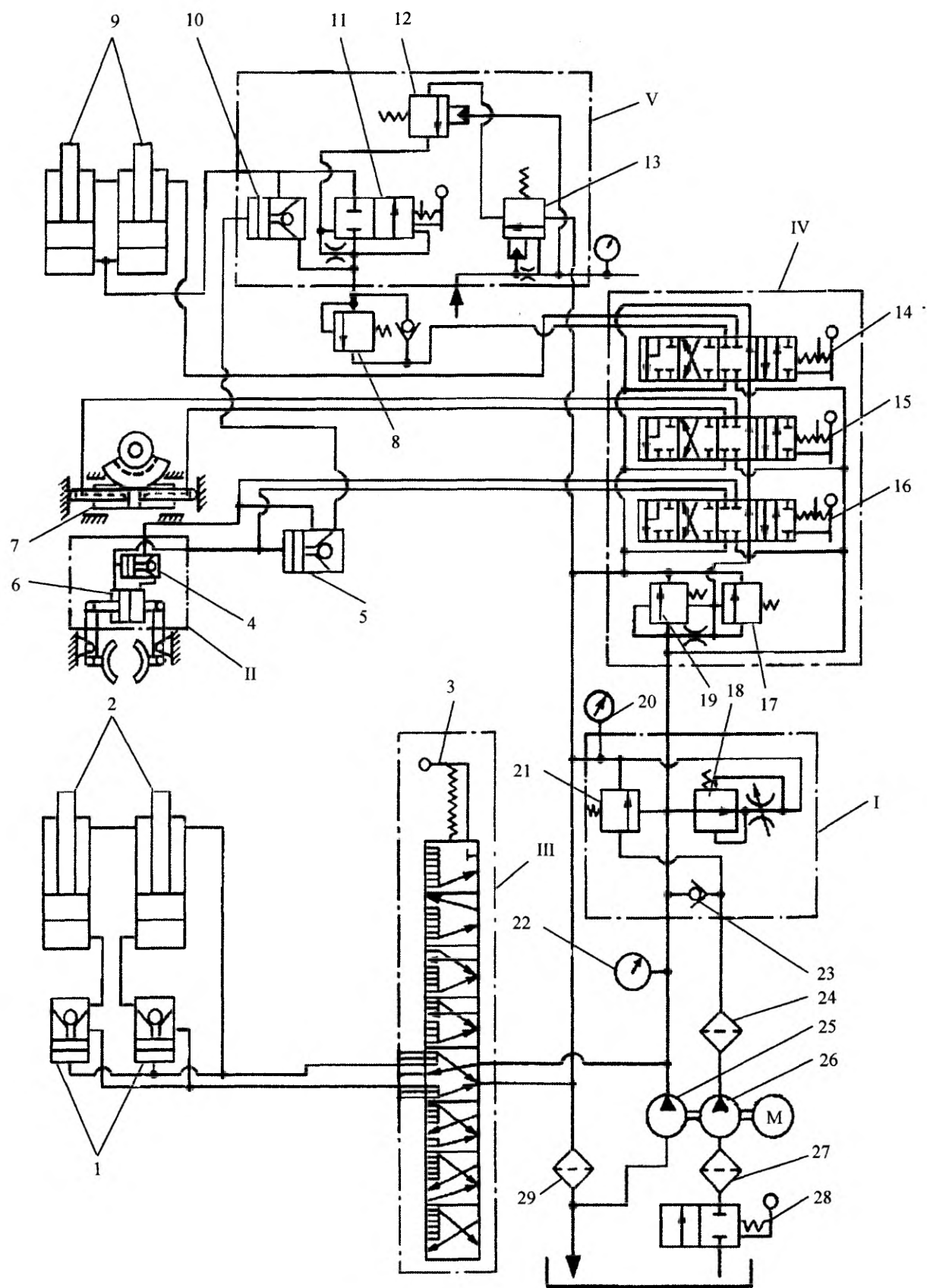


Рис.6.5. Гидравлическая схема бурового станка «Стрела-77» [6]

В блоке распределителей IV (тип P75-B3) установлено три золотника (14, 15, 16), перепускной 19 и предохранительный 17 клапаны. Золотники имеют четыре положения: «Подъем», «Нейтральное», «Опускание» и «Плавающее». Последнее положение обеспечивает свободное перемещение поршня в гидроцилиндре от внешних нагрузок и не используется при управлении работой станка. В нейтральном положении у всех золотников блока IV открыта сливная линия, поэтому за счет перепада давления на дросселе открывается перепускной клапан 19 и рабочая жидкость из напорной линии поступает на слив, т.е. обеспечивается автоматическая разгрузка насоса (работа насоса при пониженном давлении, т.е. на холостом ходу).

При включении любого из золотников в рабочее положение сливная линия перекрывается, перепускной клапан усилием пружины удерживается в закрытом положении. В этом случае при перегрузках в гидросистеме (давление более 13 МПа) открывается предохранительный клапан 17 и образующимся перепадом давления на дросселе срабатывает клапан 19, который перепускает рабочую жидкость на слив. Каждый золотник имеет устройство, осуществляющее его автоматический возврат в нейтральное положение после окончания рабочего хода поршня гидроцилиндра. Это устройство срабатывает при давлении 12,5 МПа.

Золотник 14 служит для управления работой гидроцилиндров подачи 9. Штоковые полости гидроцилиндров непосредственно подключены к золотнику 14, а в линии, соединяющей золотник с поршневыми полостями, установлен подпорный клапан 8 и блок контроля V (САБ-4Г) работы системы орошения. Таким образом, работа снаряда-вращателя (бурение) возможна только при условии, что давление и расход воды в системе орошения будут не ниже заданных значений.

Подача воды в систему орошения осуществляется через реле расхода 13 и реле давления 12. При достаточных расходе и давлении воды плунжеры обоих реле перемещаются и открывают проход рабочей жидкости по магистралям управления от золотника 11 на слив. Последний переключается и поршневые полости гидроцилиндров подачи соединяются с напорной линией.

Золотник 15 предназначен для управления работой гидроцилиндров 7 поворота патрона каретки механизма подачи бурового станка, а золотник 16 – гидроцилиндра 6 гидроблока II захвата става подачи. Давление в поршневой полости гидроцилиндра 6 после переключения золотника 16 в нейтральное положение поддерживается гидрозамком 4. По линиям подвода рабочей жидкости к гидроцилиндру 6 подключен гидрозамок 5, который служит для открывания гидрозамка 10 аппаратуры САБ-4Г и пропуска масла в поршневые полости гидроцилиндров подачи 9 для обеспечения холостого перемещения каретки вверх при зажатом става подачи (масло подано в поршневую полость гидроцилиндра 6) во время его демонтажа.

Рассмотрим последовательность работы всех элементов гидросистемы. При закреплении бурового станка на рабочем месте и включении двигателя маслостанции золотник 3 переключают в положение «ПП» («Поршневая полость»). Рабочая жидкость подается в поршневые полости гидроцилиндров распора 2 через открытые гидрозамки 1. Из штоковых полостей гидроцилиндров 2 рабочая жидкость попадает в сливную линию. По окончании распора золотник 3 переводят в положение «Закрыто». Гидрозамки 1 автоматически закрываются и удерживают давление в поршневых полостях гидроцилиндров 2.

При снятии распора золотник 3 устанавливают в положение «ШП» («Штоковая полость»). Рабочая жидкость поступает в штоковые полости гидроцилиндров 2 и одновременно под плунжеры гидрозамков 1, открывая их. Из поршневых полостей гидроцилиндров рабочая жидкость через гидрозамки 1 и золотник 3 поступает на слив.

При бурении скважины для подачи снаряда-вращателя золотник 14 переводится в положение «Подъем». Остальные золотники блока распределителей IV находятся в нейтральном положении. При достаточном расходе и давлении воды в системе орошения масло от золотника 14 через подпорный клапан 8 и блок V поступает в поршневые полости гидроцилиндров подачи 9. После подачи снаряда-вращателя на полный ход поршней гидроцилиндров золот-

ник 14 переключают в нейтральное положение. Для предотвращения резкого опускания става подачи под действием собственного веса в линии, подводящей рабочую жидкость к поршневым полостям гидроцилиндров подачи, установлен подпорный клапан 8.

При переключении золотника 16 в положение «Закрыт» рабочая жидкость поступает в поршневую полость гидроцилиндра захвата 6 и происходит зажатие става подачи. После установки золотника 16 в нейтральное положение поршневая полость гидроцилиндра 6 закрывается гидрозамком 4, а став подачи удерживается захватом.

После рассоединения каретки со ставом подачи золотник 14 переключают в положение «Опускание». В этом случае рабочая жидкость поступает в штоковые полости гидроцилиндров подачи и каретка опускается вниз. Поскольку при опускании каретки на холостом ходу давление в гидросистеме не превышает 2,5 МПа, то в напорную линию поступает масло не только от насоса рабочего хода 25, но и от насоса маневрового хода 26 через обратный клапан 23. Благодаря этому осуществляется ускоренное опускание каретки подачи.

После установки очередной штанги в патрон каретки, ее поднимают вверх включением золотника 14 в положение «Подъем» до входа хвостовика верхней штанги в муфту установленной штанги. В некоторых случаях витки резьб муфты и хвостовика штанг не совпадают. Для их совмещения золотник 15 поворота патрона каретки переключают в положение «Влево» или «Вправо» до совпадения резьбовых витков и затем возвращают золотник в нейтральное положение. После этого включением золотника 14 соединяют штанги с установкой по окончании стопорного пальца.

При включении золотника 16 в положение «Открыт» рабочая жидкость подается в штоковую полость гидроцилиндра захвата 6 става подачи. После открывания захвата золотник 16 устанавливается вновь в нейтральное положение. Далее включают двигатель снаряда-вращателя и золотник 14 в положение «Подъем» – продолжается процесс бурения выработки. Если в процессе бурения возникает необходимость поворота снаряда-вращателя для полного высыпания породы из выработки, то его осуществляют переводом золотника 15 в положение «Вправо» или «Влево».

При демонтаже става подачи и опускании снаряда-вращателя после окончания проведения выработки последовательность работы элементов гидросистемы обратна описанной.

В процессе работы гидросистемы давление в напорной линии контролируют по показаниям манометра 22, а в сливной линии – манометра 20. Давление в сливной линии должно быть не выше 0,25 МПа. Если давление в сливной линии превышает 0,25 МПа, то необходимо промыть фильтр 29.

6.7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните технологию работы бурового станка «Стрела-77» в режимах «Бурение», «Спуск снаряда-вращателя».

2. Объясните устройство (по чертежам): бурового снаряда, рабочего оборудования, вращателя, механизма подачи.

3. Объясните работу блоков гидравлической схемы бурового станка, обеспечивающих: режим холостого хода; блок защиты от превышения усилия подачи; выполнение операций «Подъем», «Опускание», поворот патрона каретки механизма подачи, распор станка в выработке.

4. Выделите элементы гидравлической схемы, выполняющие функции защиты (от перегрузок, от недопустимых смещений, от перегрева рабочей жидкости).

5. Выделите элементы гидравлической схемы, которые используются для контроля режима работы бурового станка.

6. Составьте перечень операций цикла: при бурении (на одну штангу), при спуске снаряда-вращателя (на одну штангу).

7. УСТАНОВКА БУРИЛЬНАЯ ШАХТНАЯ УБШ-330Д

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Самоходные шахтные бурильные установки (УБШ) предназначены для бурения шпуров в подземных горных выработках [3, 4, 7, 8, 11]. Их использование существенно повышает производительность процесса бурения и улучшает условия труда бурильщиков.

В зависимости от типа установленной бурильной головки (реализуемого способа бурения) установки УБШ подразделяются на следующие виды:

- вращательного бурения ($f \leq 8-10$);
- вращательно-ударного бурения ($f = 6-14$, в исключительных случаях $f = 16$);
- ударно-вращательного бурения ($f = 6-20$).

По назначению установки УБШ выпускаются следующих типов:

- фронтальные, могут обуривать только забои очистной или проходческой выработок;
- радиально-фронтальные, могут бурить шпуры в забое, кровле, боках или почве выработки.

В каждой шахтной бурильной установке различают следующие основные сборочные единицы:

- бурильная головка – часть установки, предназначенная для передачи буровому инструменту только крутящего момента или крутящего момента в сочетании с ударами;
- бурильная машина – часть установки, представляющая собой совокупность бурильной головки и податчика;
- податчик – часть бурильной машины, обеспечивающая необходимые перемещения бурильной головки и создающая требуемые осевые усилия на буровом инструменте;
- манипулятор – часть установки, предназначенная для перемещения бурильной машины в пространстве и ее фиксации в определенной точке забоя в положении для бурения шпура;
- ходовая часть – часть установки, предназначенная для ее перемещения по горным выработкам.

По ГОСТ 20785-83 все выпускаемые установки УБШ подразделяются на шесть размерных групп (типоразмеров) в зависимости от размеров обслуживаемой зоны бурения. Под зоной бурения понимается прямоугольный участок плоскости забоя со скругленными верхними углами (радиусом не более 0,4 м), перпендикулярный к продольной оси установки, в пределах которой буровой инструмент может быть расположен параллельно оси установки УБШ, обеспечивая максимальную высоту и ширину обуривания.

Условное обозначение установки УБШ складывается из номера размерной группы (первая цифра), порядкового номера модификации (две последующие цифры), индекса модернизации (последующая буква). Например, установка бурильная шахтная третьей размерной группы модификации 12 обозначается УБШ-312, а после ее второй модернизации – УБШ-312Б.

На подземных рудниках наибольшее применение получили самоходные шахтные бурильные установки с головками ударно-вращательного действия на пневмоколесном ходу с автономным дизельным приводом.

Установка УБШ-330Д по конструктивной схеме близка к установке УБШ-312. Отличие заключается в количестве манипуляторов на установке: УБШ-312 имеет два манипулятора, а установка УБШ-330Д – три. Параметры установок УБШ приведены в табл.7.1.

Область применения установок УБШ зависит от способа бурения и крепости буримых пород.

Технические характеристики наиболее распространенных установок УБШ

Показатели	Тип установки			
	УБШ-312	УБШ-314	УБШ-501	УБШ-601
Зона бурения, м:				
ширина	4,4	4,4	7,0	12
высота	6,9	6,5	11,3	12
Количество бурильных машин	2	2	3	6
Тип бурильной головки	Пневматическая ПК-75	Гидравлическая ГБГ230-300	Пневматическая ПК-75	Пневмогидравлическая БГА-1ПГ
Диаметр буримого шпура, мм	46-75			
Глубина бурения, м	3,2		4,0	
Расход сжатого воздуха при бурении, м ³ /мин	30	Нет	45	36
Мощность установленных электродвигателей для работы бурильных машин, кВт	–	94	–	93
Максимальное усилие, обеспечиваемое винтовым податчиком, Н	9800	15000	9800	12000
Скорость обратного хода бурильной головки по податчику, м/мин	12	15	36	36
Максимальная скорость передвижения по выработке, км/ч	10	4	10	
Масса установки, т	12	20	18	49,45
Габаритные размеры в транспортном положении, м:				
длина	11,0	12,8	12,7	13,56
ширина	1,75	2,0	2,5	3,5
высота	2,3	2,4	2,8	4,2

7.2. УСТРОЙСТВО БУРИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ УБШ-330Д

7.2.1. Основные узлы установки

Установка бурильная шахтная УБШ-330Д (рис.7.1, 7.2) состоит из приводной тележки 1, на которой установлен дизельный двигатель, и буровой тележки 4, на которой монтируются три манипулятора 7 с бурильными машинами. В качестве бурильных головок 8 используются перфораторы типа ПК. Питание гидросистемы бурового оборудования при движении установки УБШ-330Д осуществляется от отдельного маслонасоса с дизельным приводом, что обеспечивает поворот манипуляторов при передвижении в стесненных условиях для прохождения участков пути с минимальным радиусом поворота (рис.7.2).

При бурении шпуров в забое дизельный двигатель выключают. Установка присоединяется к шахтной магистрали сжатого воздуха с давлением не менее 0,5 МПа и водяной магистрали с давлением не более 1,6 МПа.

Давление воды для промывки шпуров при этом понижается до рабочей величины 0,4-0,5 МПа. Приводом гидросистемы бурового оборудования является пневмодвигатель. Питание электрической системы освещения и сигнализации при передвижении установки УБШ-330Д по выработкам осуществляется от электрогенератора с приводом от дизельного двигателя, при бурении – от отдельного генератора с пневмоприводом, осуществляющим также подзарядку стартерной аккумуляторной батареи дизельного двигателя.

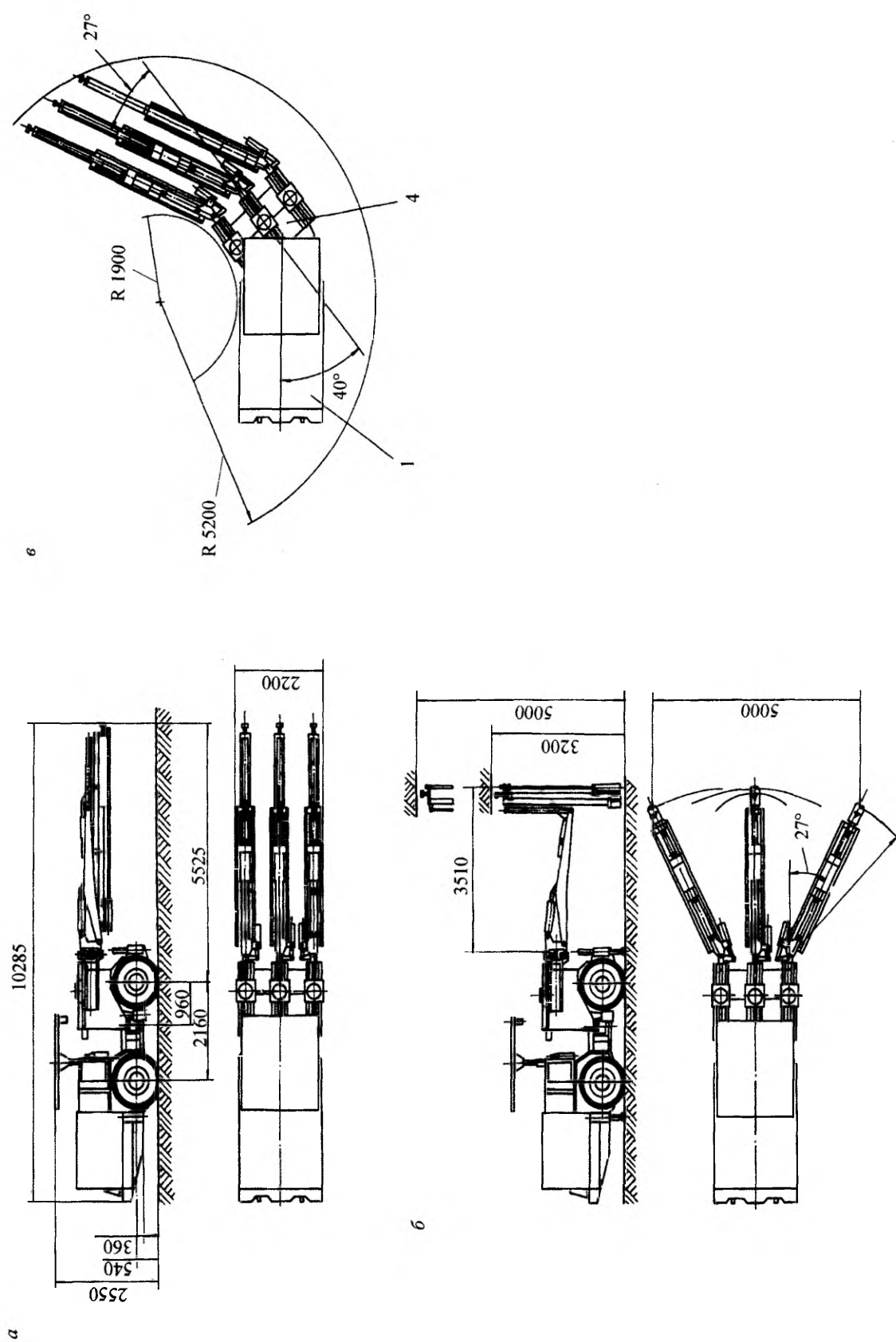


Рис.7.2. Положение узлов установки УБП-330Д: *a* – в транспортном положении; *б* – при обушивании кровли; *в* – при проходе закругления выработки

7.2.2. Ходовая часть

Приводная 1 и буровая 4 тележки ходовой части установки УБШ-330Д (рис.7.1) соединяются между собой шарниром 12, который имеет вертикальную и горизонтальную оси вращения. При движении бурильной установки по кривой траектории осуществляется взаимный поворот тележек относительно вертикальной оси шарнира на угол до 40° в обе стороны (рис.7.2). Складывание тележек производится двумя гидроцилиндрами 13, которые связывают рамы тележек. Управление этими цилиндрами производится рулевым распределителем, расположенным на пульте управления 14.

Возможность свободного взаимного качания тележек относительно горизонтальной оси шарнира до 10° в обе стороны обеспечивает постоянный контакт колес 15, жестко закрепленных на рамах тележек, с неровной поверхностью почвы.

Приводная тележка состоит из сварной рамы, на которой установлен малотоксичный дизельный двигатель мощностью 55,15 кВт типа РН-8 рудничного исполнения. Двигатель имеет водяное охлаждение, систему каталитической нейтрализации выхлопных газов, электростартерный запуск.

Слева и справа от дизельного двигателя на приводной тележке расположены два скруббера, предназначенные для охлаждения и очистки выхлопных газов от вредных компонентов. Таким образом, дизельный двигатель оборудован двухступенчатой системой очистки выхлопных газов – каталитической и жидкостной, которые понижают концентрацию вредных компонентов окиси углерода, оксидов азота, альдегидов и твердого фильтра до допустимых рудничных норм.

Гидродомкраты 9 и 16 приводной и буровой тележек опускаются на почву и служат опорами установки УБШ-330Д при бурении.

На приводной тележке установлена маслостанция, предназначенная для питания гидросистемы УБШ-330Д. Приводом маслостанции служит пневмодвигатель П7,5-12, который при бурении подключается к шахтной магистрали сжатого воздуха. В соответствии с правилами безопасности работ на приводной тележке установлен козырек 2, предназначенный для защиты бурильщика от возможного падения с кровли выработки кусков породы. Козырек представляет собой крышу, установленную на двух телескопических стойках, в которых смонтированы гидроцилиндры, осуществляющие перемещение козырька.

Буровая тележка 4 состоит из сварной рамы, на которой закреплены три вращателя 5, позволяющие поворачивать манипуляторы 7 с бурильными машинами в процессе работы на 360° вокруг горизонтальной оси и фиксировать их в нужном положении. Привод каждого вращателя осуществляется парой гидроцилиндров 3. На выходных валах вращателей установлены кронштейны 6, к которым крепятся манипуляторы 7. Управление буровым оборудованием осуществляется с трех пультов 10. На раме буровой тележки размещены воздушный коллектор, водяная система с влагоотделителем и автомасленка, предназначенная для смазки трущихся частей бурильной головки при работе. Буровая тележка оборудована площадкой 11 с гидроизолирующим полом.

У бурильных установок УБШ-532Д, УБШ-332Д, УБШ-222Д используется шасси с механическим приводом и карданным валом. От дизельного двигателя крутящий момент колесам передается через гидротрансформатор и механическую коробку скоростей.

7.2.3. Манипулятор

Манипулятор (рис.7.3) служит для крепления податчика, перемещения в пространстве, а также его фиксации в требуемом для бурения шпура положении.

Рукоять 2 манипулятора шарнирно закреплена на кронштейне 1. Гидроцилиндр 3, связывающий рукоять с кронштейном, является для нее второй опорой и служит для изме-

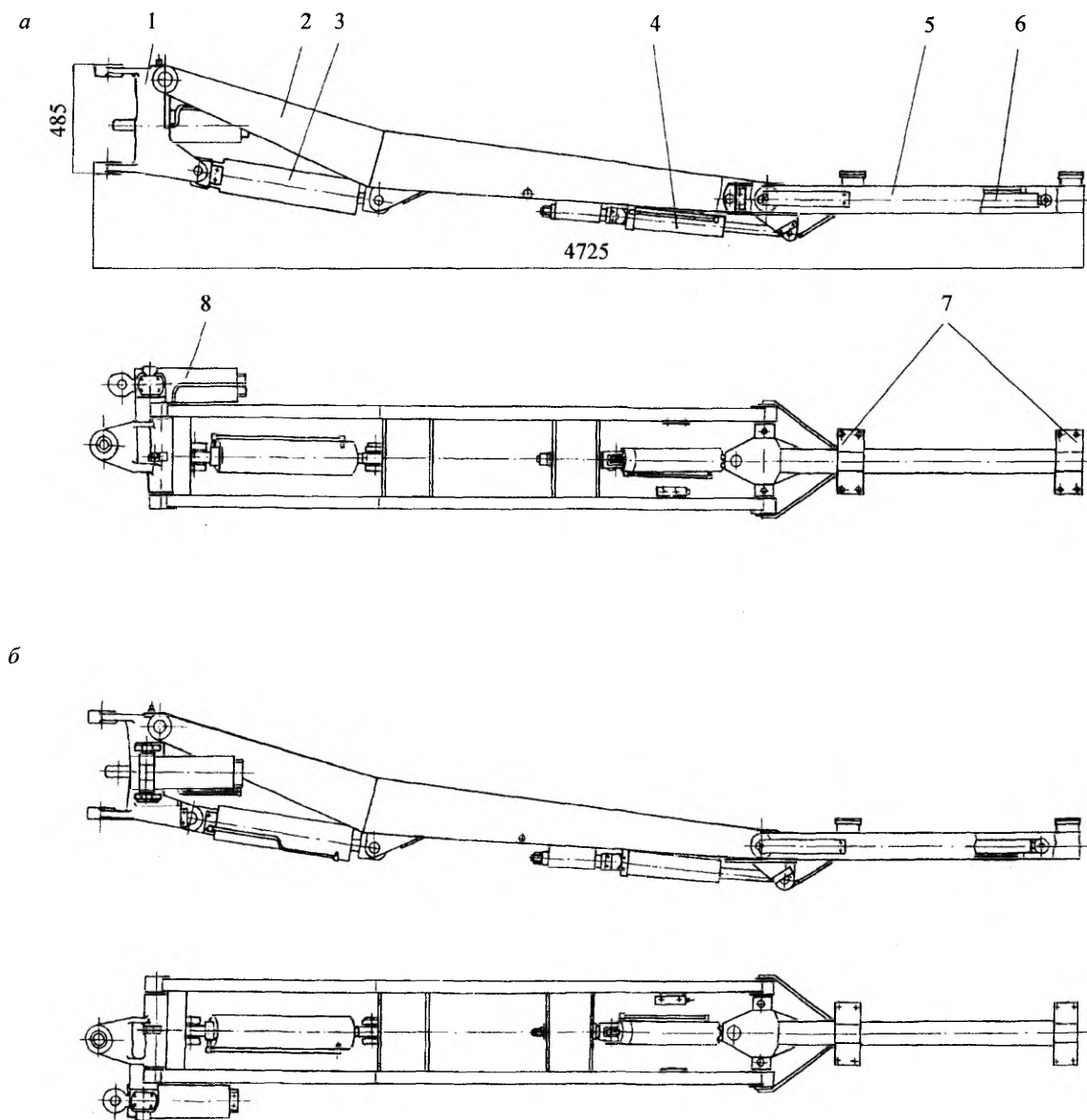


Рис.7.3. Манипуляторы установки УБШ-330Д: а – левый; б – правый

нения угла наклона манипулятора. Поворот рукояти с кронштейном относительно вертикальной оси осуществляется гидроцилиндром 8.

На консольном конце рукояти 2 шарнирно крепится направляющая 5. Гидроцилиндр 4, связывающий направляющую с рукоятью, является для нее второй опорой и служит для изменения угла наклона направляющей и, соответственно, установленного на ней податчика. Направляющая 5 имеет специальные опоры скольжения 7, по которым перемещается податчик.

Внутри направляющей размещен гидроцилиндр 6 надвигания податчика. Корпус этого гидроцилиндра шарнирно закреплен на рукояти 2, а его шток крепится к вилке податчика.

Гидроцилиндр 6 служит для надвигания податчика на грудь забоя при подъеме манипулятора, обеспечивая тем самым обуривание вертикальной плоскости забоя без уменьшения глубины шпура. При нижнем положении манипулятора шток гидроцилиндра надви-

гания полностью втянут, что соответствует крайнему левому положению податчика. При максимальном подъеме манипулятора шток полностью выдвинут и податчик находится в крайнем правом положении.

В шток гидроцилиндра 3 наклона манипулятора встроен пилот-цилиндр, т.е. шток является корпусом другого цилиндра. Шток пилот-цилиндра не имеет возможности перемещаться при выдвигении штока гидроцилиндра 3, т.е. при подъеме манипулятора, штоковая и поршневая полости пилот-цилиндра связаны гидравлически с одноименными полостями цилиндра 4 наклона податчика. При подъеме и опускании манипулятора масло из встроенного пилот-цилиндра принудительно вытесняется в гидроцилиндр 4 наклона податчика, и направляющая 5 изменяет свой угол наклона относительно рукояти 2 манипулятора, сохраняя при этом постоянное параллельное положение податчика в пространстве (см. рис.7.1). Таким образом, все буримые шпуры параллельны друг другу.

Гидросистема бурильной установки предусматривает возможность независимого управления гидроцилиндром 4 наклона податчика, что необходимо при бурении шпуров в кровлю выработки.

7.2.4. Вращатель манипулятора

Вращатель (рис.7.4; 7.5) предназначен для поворота манипулятора с бурильной машиной на угол 360° относительно продольной (горизонтальной) оси, а также для фиксации его в любом рабочем положении. Этот поворот обеспечивает минимальное расстояние между осью бурового инструмента и почвой, что необходимо при бурении первого ряда шпуров в забое.

Вращатель состоит из двух гидравлических цилиндров 1, штоки которых представляют собой зубчатые рейки 3, находящиеся в зацеплении с цилиндрическим колесом 4, которое выполнено в блоке с коническим колесом. Коническое колесо входит в зацепление с конической зубчатой шестерней 9, от которой через шлицевое соединение крутящий момент передается валу 8 с кронштейном 2. Гидроцилиндры 1 фланцами крепятся к раме буровой тележки.

Для поворота манипулятора относительно горизонтальной оси рабочая жидкость подается в разноименные полости цилиндров 1 через штуцеры (рис.7.4, сечение Е-Е), при этом шток-рейки 3 движутся в разных направлениях. Создаваемый крутящий момент поворачивает кронштейн 2, к которому шарнирно крепятся кронштейн рукояти и гидроцилиндр поворота манипулятора относительно вертикальной оси (см. рис.7.3, соответственно, поз. 1 и 8). Каждая шток-рейка 3 центрируется в направляющих втулках 5. Упоры 6, посаженные на цилиндрические торцы шток-реек, упираются в поршни 7 сферической поверхностью, что позволяет компенсировать возможные перекосы шток-реек.

Фиксация шток-реек в любом требуемом положении осуществляется гидрозамком, смонтированным в торец одного из цилиндров.

Таким образом, манипулятор и вращатель обеспечивают пять степеней свободы бурильной машине при ее перемещениях около забоя (см. рис.7.3):

- гидроцилиндром 3 – подъем-опускание в вертикальной плоскости;
- гидроцилиндром 8 – поворот влево и вправо в горизонтальной плоскости;
- гидроцилиндром 4 – наклон в вертикальной плоскости;
- гидроцилиндром 6 – поступательное движение к забою;
- вращателем – вращение вокруг горизонтальной оси (рис.7.5).

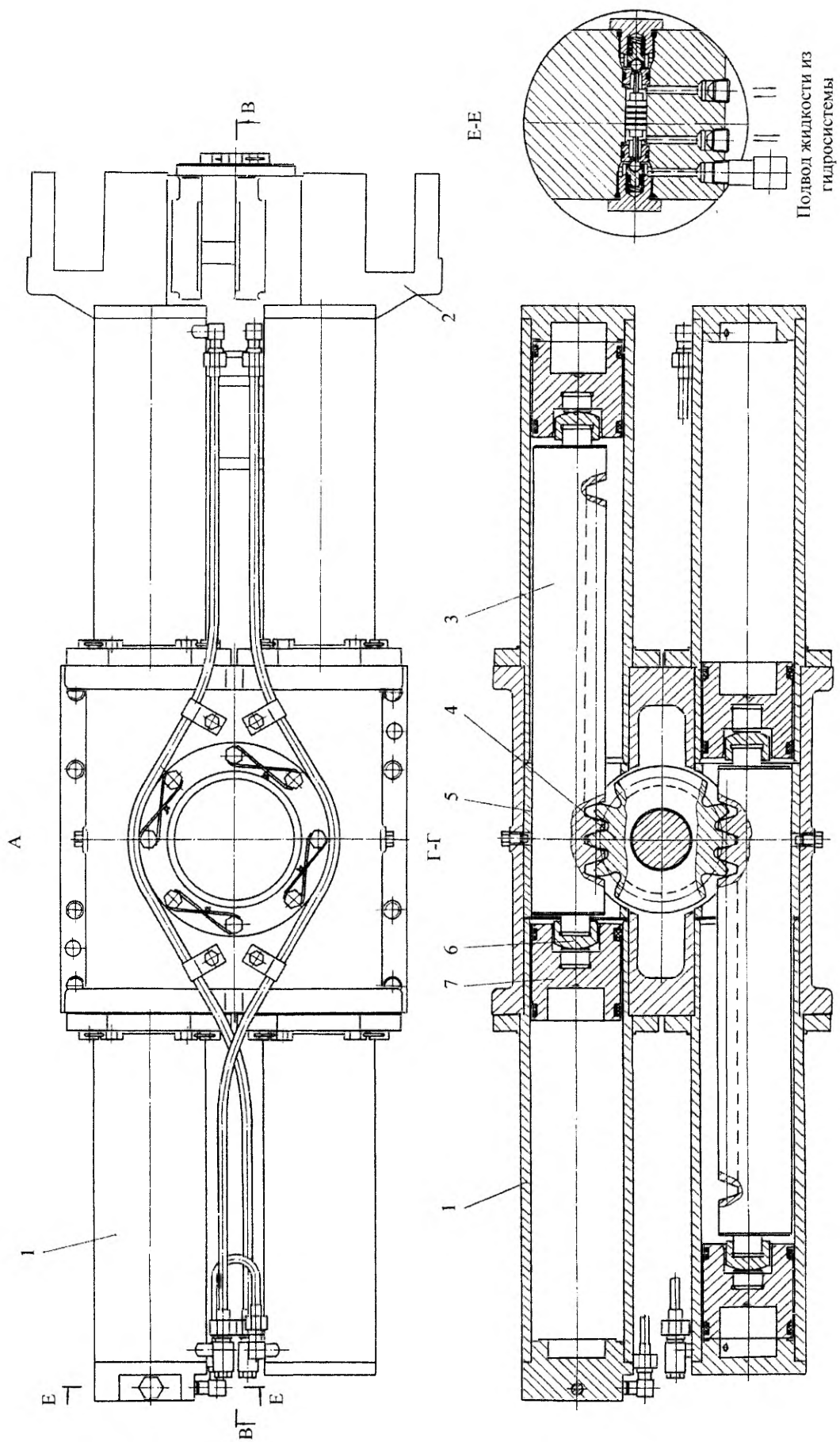


Рис. 7.4. Вращатель манипулятора (разрез Г-Г)

В-В

4

1

Г

Г

2

8

9

1698

Рис.7.5. Вращатель манипулятора (разрез В-В)

7.2.5. Податчик бурильной головки

Податчик служит для крепления и осевого перемещения с заданным усилием бурильной головки с рабочим инструментом на забой.

Податчик (рис.7.6) имеет телескопическую конструкцию и состоит из верхней балки 5, по которой перемещаются салазки 2 бурильной головки, и нижней балки 11. Верхняя балка имеет возможность перемещаться по нижней балке.

Бурильная головка устанавливается и закрепляется на салазках. Приводом перемещения салазок и верхней балки служит пневмодвигатель 12. Перемещая упор на нижней балке (положения М, Н, И), можно ограничить ход верхней балки и получить суммарный ход перемещения бурильной головки (глубину бурения), соответственно, 2200, 2700 и 3200 мм.

Соосность буровой штанги с бурильной головкой обеспечивается специальными раскрывающимися опорами-люнетами 6 и 7, соответственно, на верхней и на нижней балках. Для ограничения смещения буровой штанги в осевом направлении при извлечении ее из шпура предназначен люнет 3.

Подпружиненная шаровая пята 8 с упорами упирается в поверхность забоя, при этом распор податчика осуществляется гидроцилиндром надвигания, шток которого крепится к вилке 10, передающей усилие надвигания податчику через предохранительную пружину 9.

Автоматическое реверсирование пневмодвигателя 12 податчика после бурения (положение I) и выключение его при возвращении салазок с бурильной головкой в исходное положение (положение II) осуществляются, соответственно, передним 4 и задним 1 пневматическими конечными выключателями, связанными с системой управления пневмодвигателя. Например, в конце рабочего хода салазок с бурильной головкой передний конечный выключатель упирается в толкатель 7 (см. рис.7.7 совместно с рис.7.6) и, срабатывая, подает сигнал в систему управления пневмодвигателя.

Привод податчика (рис.7.7) состоит из реверсивного аксиально-поршневого пневмодвигателя 23 типа ДАР-5 (номинальная мощность 3,7 кВт, номинальная частота вращения $11,6 \text{ с}^{-1}$) с глушителем, цилиндрического редуктора 22, закрепленного на нижней балке 20, соединительной кулачковой муфты 21, винта 19, соединительной зубчатой муфты 10, цилиндрического редуктора 9, закрепленного на верхней балке 5, кулачковой муфты 8 и винта 6.

Перемещение верхней балки относительно нижней и салазок 4 бурильной головки относительно верхней балки осуществляется специальными шариковыми гайками, состоящими из шариков 3 и 16, находящихся в сепараторах 2 и 17, которые, в свою очередь, жестко соединены с корпусами гаек, соответственно, 1 и 15.

Корпус гайки 15 винта 19 установлен в кронштейне 18 верхней балки 5. Во избежание осевого перемещения он фиксируется в кронштейне 18 упорными подшипниками 12 и 13. Кроме того, корпус гайки 15 может вращаться на радиальных шарикоподшипниках 11 и 14.

Корпус гайки 15 через соединительную зубчатую муфту 10 соединяется с редуктором 9, выходной вал которого через кулачковую муфту 8 связан с винтом 6. Корпус гайки 1 винта 6 жестко закреплен в салазках 4.

При работе (рис.7.8) пневмодвигателя 16 крутящий момент передается через редуктор 15 и муфту 14 винту 10. Дальше возможны два варианта передачи крутящего момента для перемещения салазок 1 с бурильной головкой и создания осевого усилия на буровой инструмент.

Вариант 1. Верхняя балка 5 неподвижна относительно нижней балки 9, а перемещаются только салазки 1 с бурильной головкой. При этом корпус гайки 12 начинает вращаться от винта 10 и передавать крутящий момент через муфту 11, редуктор 8 и муфту 7 винту 4. Крутящий момент винта 4 преобразуется в осевое усилие, которое передвигает корпус 2 шариковой гайки 3, жестко связанный с салазками 1. При неподвижных балках 9 и 5 перемещение бурильной головки осуществляется только салазками 1.

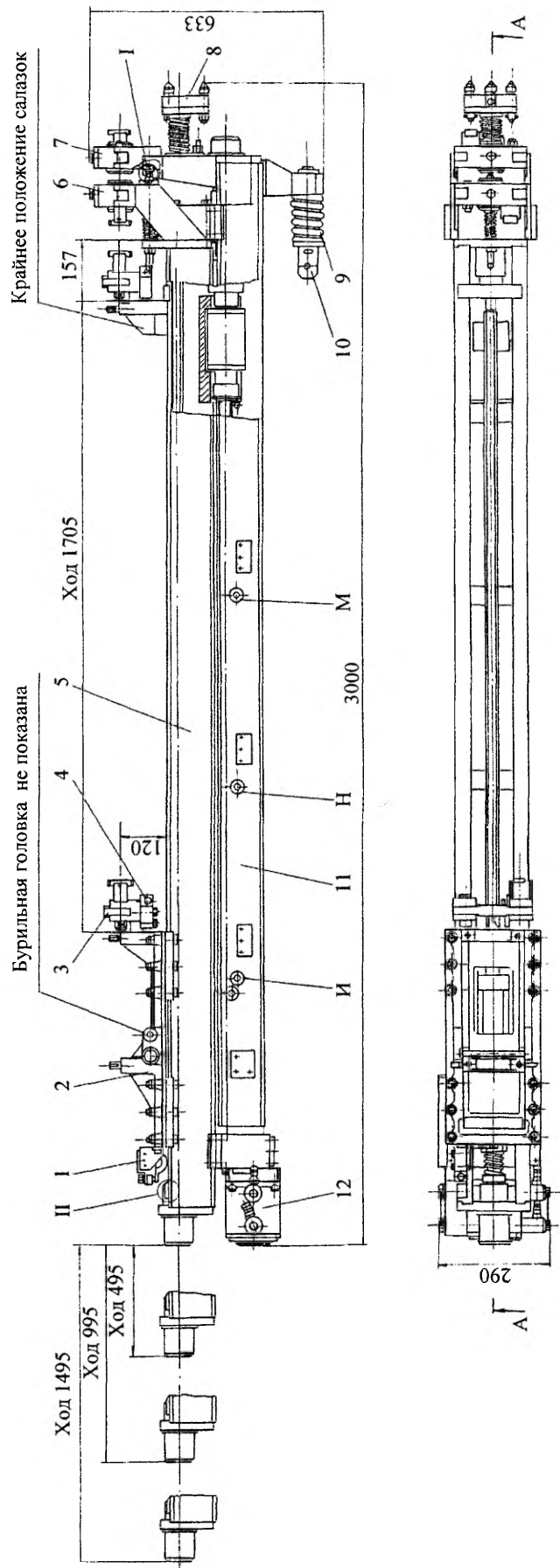


Рис. 7.6. Податчик бурильной головки

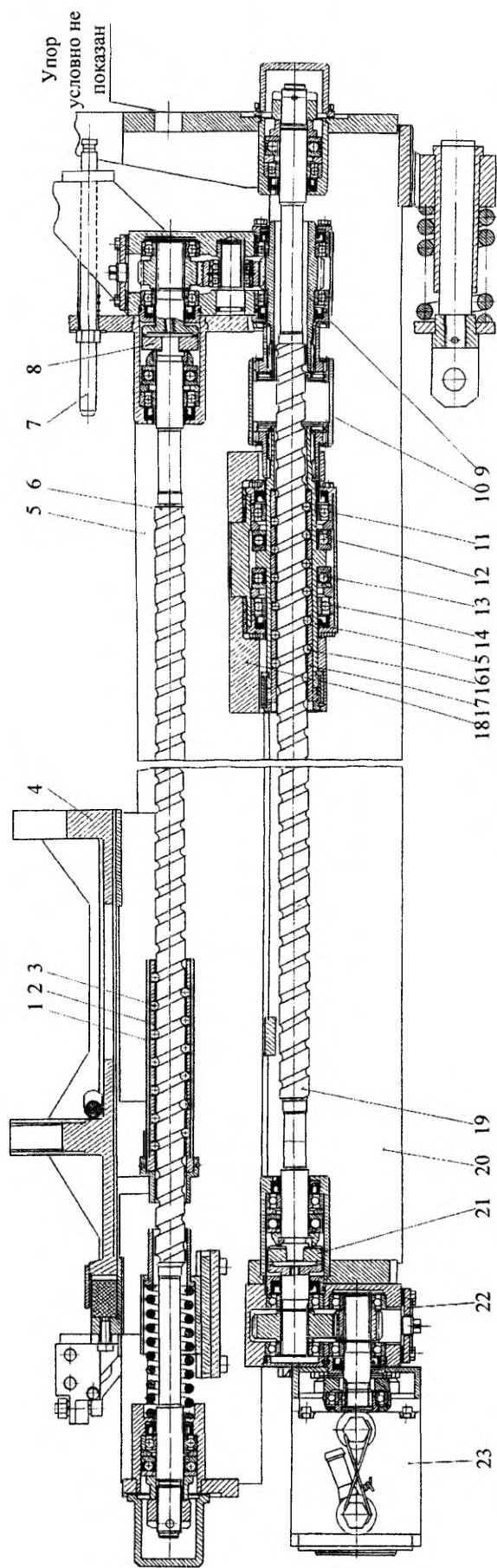


Рис.7.7. Привод податчика

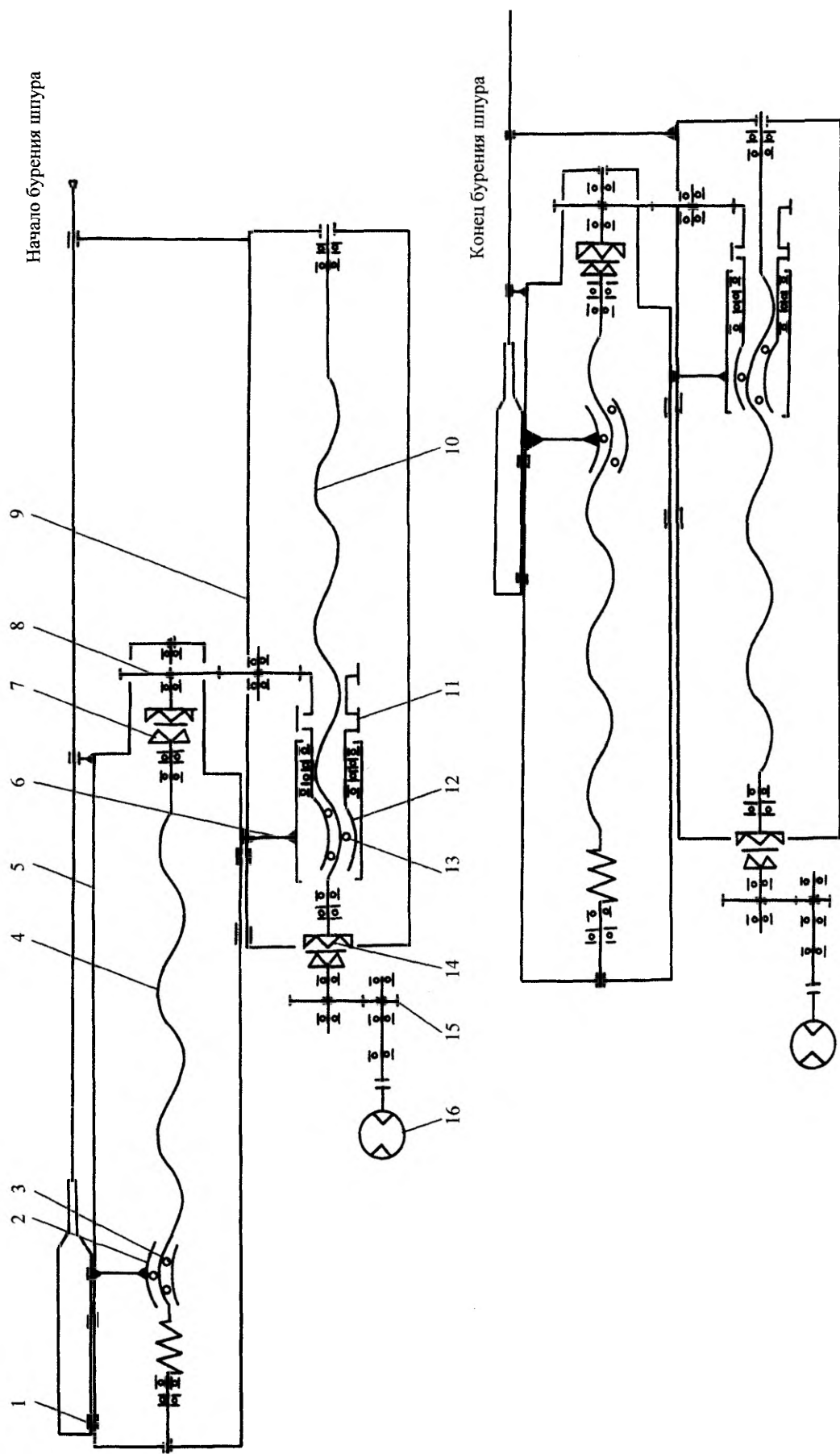


Рис.7.8. Кинематическая схема податчика

Вариант 2. Перемещается верхняя балка 5 относительно нижней балки 9. При этом корпус 12 шариковой гайки 13 не вращается в кронштейне 6 и, соответственно, крутящий момент не передается винту 4. Салазки 1 с бурильной головкой не перемещаются по верхней балке 5. При невращающемся корпусе гайки 12 крутящий момент винта 10 преобразуется в осевое усилие, которое поступательно передвигает корпус гайки 12 и, соответственно, и верхнюю балку 5 относительно нижней балки 9.

При бурении практически отсутствует какая-либо последовательность в перемещениях верхней балки 5 и салазок 1 бурильной головки. Возможность того или иного движения определяется величиной трения в опорах скольжения между верхней и нижней балками. Например, при заклинивании балки 5 относительно балки 9 вращается корпус гайки 12 и, соответственно, перемещаются салазки 1.

Бурильная головка крепится к салазкам при помощи хомутов и болтов.

7.2.6. Гидравлическая система

Гидравлическая система установки состоит из гидросистемы бурильных агрегатов (АГБ1, АГБ2, АГБ3), опорных домкратов и гидросистемы привода ходовой части.

Гидросистема бурового оборудования и опорных домкратов (рис.7.9) питается от шестеренчатого насоса типа НШ32-2Д, который приводится в действие от пневмодвигателя Д типа П7,5-12 с частотой вращения $13,3 \text{ с}^{-1}$ (800 об/мин).

В напорной линии установлен обратный клапан КО4, исключаяющий утечки масла через насос НШ в случае питания гидросистемы бурильного агрегата от насоса рулевого управления.

К напорной линии насоса НШ параллельно присоединены три гидроблока (ГБ2, ГБ3, ГБ4) управления манипуляторами и гидроблок ГБ1 для управления опорными домкратами Ц6, Ц7, Ц8, Ц9, гидроцилиндрами Ц10, Ц11 подъема (опускания) защитного козырька и гидроцилиндром Ц5 открывания капота дизельного двигателя.

Рабочая секция СР11 распределителя управляет цилиндром Ц4 подъема (опускания) манипулятора. В гидроцилиндр Ц4 встроен пилот-цилиндр, из которого рабочая жидкость по соответствующим магистралям вытесняется в одноименные полости гидроцилиндра Ц2 наклона податчика, чем обеспечивается параллельность его положений при подъеме (опускании) манипулятора, т.е. при движении штока цилиндра Ц4.

Секция СР9 обеспечивает возможность автономной работы цилиндра Ц2 (отключение автоматической системы параллелизации податчика), что необходимо, например, при установке податчика во время бурения в кровлю (см. рис.7.2, б).

При работе цилиндра Ц4, когда ход поршня цилиндра Ц2 предварительно выбран (податчик перпендикулярен манипулятору) в системе предусмотрена установка клапанной коробки КК. При этом рабочая жидкость из поршневой полости пилот-цилиндра направляется через клапан КК1.3 в штоковую полость этого цилиндра, а излишек рабочей жидкости (из-за разницы объемов между поршневой и штоковой полостями) через клапан КК1.2 – в сливную линию. Из штоковой полости пилот-цилиндра рабочая жидкость выдавливается в поршневую через клапан КК1.1. Гидрозамок КК1.4 предотвращает утечки рабочей жидкости от пилот-цилиндра в линии, ведущие к гидроблоку управления ГБ-2 (к распределителю СР9) при операциях подъема и опускания манипулятора.

Для обеспечения равномерного вращения манипулятора с бурильной машиной на полный угол поворота (нагрузка при повороте меняет знак) в систему «Вращатель ВР1» включены регуляторы скорости РС1 и РС2, обеспечивающие постоянный расход рабочей жидкости. Например, при подаче рабочей жидкости в левую полость верхнего цилиндра ВР1.1 поддержание скорости осуществляется регулятором РС2. При постоянных нагрузке на вращателе и, соответственно, расходе в сливной линии распределитель регулятора скорости

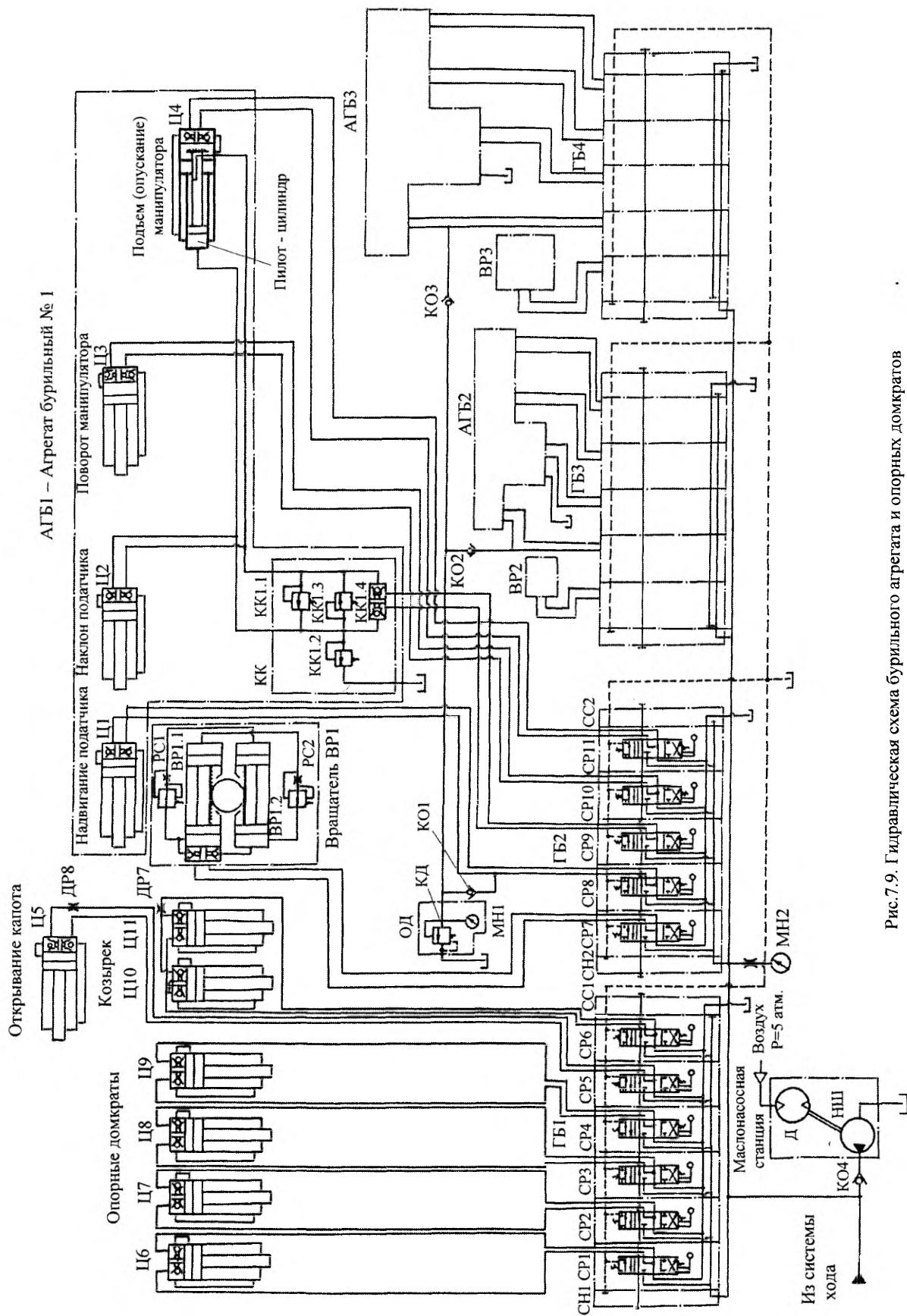


Рис. 7.9. Гидравлическая схема бурильного агрегата и опорных домкратов

уравновешен пружиной. При изменении нагрузки (давления) распределитель смещается от уравновешенного положения, изменяя проходное сечение для рабочей жидкости и обеспечивая таким образом постоянство расхода, а, следовательно, и постоянство скорости вращения манипулятора.

В связи с ограниченными запасами прочности податчика (ограничена его жесткость при сжатии) в гидравлическую систему распора (надвигания) податчика (цилиндр Ц1) через обратные клапаны КО1, КО2, КО3 включен ограничитель давления ОД, снижающий давление с 10 до 6 МПа.

Дроссели ДР7 и ДР8 в цилиндрах козырька и капота дизельного двигателя ограничивают скорость их опускания.

На рис.7.9 показана гидравлическая схема только одного бурильного агрегата – АГБ-1. Схемы второго и третьего агрегатов (АГБ-2 и АГБ-3) идентичны.

Гидросистема привода ходовой части установки УБШ-330Д в данном случае не рассматривается.

7.2.7. Пневматическая и водяная системы

Пневматическая система предназначена для питания сжатым воздухом ударных механизмов и вращателей бурильных головок, привода податчика, маслостанции, манипуляторов и электростанции. Кроме того, пневматическая система обеспечивает очистку шпуров продувкой и питание системы управления процессом бурения.

Водяная система предназначена для очистки шпуров промывкой. При этом давление воды составляет 0,4-0,5 МПа, что примерно на 0,1 МПа меньше давления сжатого воздуха и предотвращает возможность попадания воды в ударный механизм бурильной головки.

7.2.8. Система автоматического управления бурением

Система автоматического управления (САУ), построенная на элементах промышленной пневмоавтоматики (с давлением сжатого воздуха 0,14 МПа), предусматривает:

- плавное регулирование параметров привода податчика и бурильной головки (регулирование осевого усилия на инструмент, энергии и частоты ударов ударного механизма, частоты вращения бурового инструмента) при забуливании и бурении;
- автоматическое управление процессом забуливания с поддержанием заданного режима и с автоматическим переходом на режим бурения по завершении забуливания;
- автоматический реверс на обратный ход, остановку в исходном положении бурильной головки с отключением ударного механизма и вращателя;
- автоматическое управление и контроль за подачей воды в шпур;
- автоматическую замену подачи воды сжатым воздухом во время обратного хода бурильной головки для очистки шпура от шлама.

САУ содержит три пульта управления процессом бурения, датчики давления воды, конечные выключатели механизма подачи бурильной головки.

Тумблерами «Пуск» на пультах осуществляется распор податчика в поверхность забоя, а затем запуск бурильной головки и податчика. Одновременно сигнал поступает в камеру управления «Промывка» и реле давления воды. При недостаточном давлении воды в бурильной головке поступает запрещающий сигнал, включается индикатор на пульте управления и прекращается подача сжатого воздуха к бурильной машине. При нормальном давлении воды схема срабатывает на включение бурильной машины. Количество воздуха, подаваемого в бурильную головку, зависит от настройки специального задатчика.

При включении тумблера «Забуривание» задатчики обеспечивают режим, соответствующий режиму забуривания бурильной головки: пониженное осевое усилие, уменьшенная частота вращения и частота ударов, уменьшенная энергия удара. При включении тумблера «Бурение» задатчики обеспечивают рабочий режим бурильной головки.

После достижения заданной глубины шпура срабатывает передний пневматический конечный выключатель, который подает сигнал на отключение подачи воды в бурильную головку, сжатого воздуха для работы пневмодвигателя податчика, а также ударного механизма бурильной головки (в целях экономии сжатого воздуха). Одновременно на пульт управления поступает сигнал «Продувка»: подается сжатый воздух в шпур для его интенсивной продувки и удаления шлама (воздух подается через центральный канал штанги). Время продувки (5-10 с) выдерживается автоматически. После продувки шпура поступает сигнал «Подача назад», бурильная головка перемещается в первоначальное положение до контакта с задним конечным выключателем. Описанный цикл бурения возобновляется при повторном включении тумблера «Забуривание».

На пульте управления установки имеются три рукоятки регулировки задатчиков операции «Забуривание» и три рукоятки операции «Бурение». Эти рукоятки используются только при наладочных работах для установки рациональных режимов бурения в конкретных условиях работы.

Операция «Забуривание» проводится с небольшим осевым усилием, с пониженными (примерно наполовину) частотой вращения, частотой и энергией ударов по буровому инструменту. Процесс забуривания можно считать законченным, когда коронка углубится в забой на 60-100 мм (определяется свойствами буримых пород – трещиноватостью и прочностью). Это время заглупления коронки бурильщик замеряет один раз в начале обуривания данного забоя и заносит в задатчик операции «Забуривание». В дальнейшем по этому времени работает САУ.

Кроме основных операций цикла бурения САУ позволяет:

- кнопкой «Стоп» остановить работу бурильной машины в любой момент;
- дублировать работу переднего конечного выключателя: при нажатии кнопки «Окончание бурения» операция бурения переводится на ход «возврат» (таким образом получают укороченные шпуры);
- нажатием кнопки «Реверс» обеспечивать быстрый отвод бурильной головки с включенным ударным механизмом (после отпускания кнопки «Реверс» бурение продолжается в прежнем порядке; этой кнопкой пользуются также при заклинивании инструмента);
- реверсировать двигатель вращателя бурильной головки (используется при развинчивании штанги, а также при заклинивании инструмента в шпуре).

7.2.9. Буровой инструмент

Буровой инструмент (рис.7.10) состоит из хвостовика 2, штанги 4 (тип ШБВ32-3А-3600) диаметром 32 мм с центральным каналом диаметром 9 мм для подачи воды, муфты 3 со специальной круглой левой резьбой, соединяющей хвостовик со штангой и коронки 5.

В хвостовике находится резиновая манжета 1, уплотняющая центральную водяную трубку перфоратора.

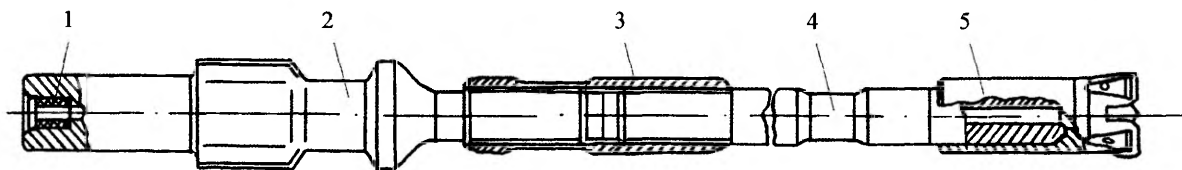


Рис.7.10. Буровой инструмент

7.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как расшифровать обозначение установки: УБШ-530Д, УБШ-330Д, УБШ-220Д?
2. Для чего предназначены бурильные установки типа УБШ, какова область их применения?
3. Из каких основных частей состоит шахтная бурильная установка?
4. Каковы характерные особенности конструкции ходовой части бурильной установки?
5. Какие основные узлы установки смонтированы на приводной и буровой тележках ходовой части?
6. Из каких основных узлов состоит манипулятор установки?
7. Какие основные узлы входят в конструкцию податчика?
8. Как настроить податчик для бурения шпуров глубиной менее 3,2 м?
9. Чем обеспечивается автоматический отход бурильной головки в исходное положение после окончания бурения шпура?
10. Объясните процесс передачи момента вращения от пневмодвигателя до винта салазок бурильной головки.
11. Для чего предназначен цилиндр надвигания податчика?
12. Как выдерживается положение податчика, параллельное почве, при подъеме манипулятора?
13. Как установить податчик для бурения шпуров в кровлю выработки?
14. Как осуществляется поворот манипулятора вокруг его горизонтальной оси?
15. Почему поворот манипулятора с бурильной машиной на 360° всегда происходит плавно с определенной заданной скоростью?
16. Объясните принцип действия гидросистемы манипуляторов.
17. Объясните принцип работы системы параллелизации податчика при бурении контурных, врубовых и отбойных шпуров.
18. Как и почему ограничивается усилие распора податчика в забой?
19. Какие операции необходимо выполнить для начала движения бурильной установки из камеры?
20. Для чего на бурильной установке необходимы пневматическая и водяная системы?
21. Какие операции выполняет система автоматического управления бурением?
22. Какими параметрами отличается операция «Забуривание» от операции «Бурение»?
23. Какие операции выполняются системой автоматического управления бурением при достижении заданной глубины шпура?
24. Из каких деталей состоит буровой инструмент установки?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ взаимосвязи конструктивного исполнения машины с ее технологическими возможностями в условиях горного производства требует специальной подготовки студентов при обучении по направлению «Технологические машины и оборудование» специальности «Горные машины и оборудование».

Интенсивность горных работ возрастает, расширяется область применения горных машин, увеличиваются нагрузки и, как следствие, повышаются требования к горным машинам по производительности, надежности, безопасности и эргономичности. Увеличивается номенклатура машин, их конструкции становятся все более разнообразными.

Авторы надеются, что активное использование предлагаемого учебного пособия в образовательном процессе будет способствовать приобретению студентами устойчивых навыков работы с конструкторской документацией, реальными машинами во взаимосвязи с

общим технологическим процессом на горном предприятии, т.е. на всех стадиях жизни изделий – от разработки технических требований и конструкторской документации до испытаний и эксплуатации созданных машин в условиях горного производства.

Понимая всю сложность процесса обучения, разные опыт и традиции сложившихся учебных школ по подготовке специалистов по направлению «Технологические машины и оборудование» и, в частности, по специальности «Горные машины и оборудование», авторы с благодарностью примут замечания и положения по улучшению содержания учебного пособия.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горные машины и оборудование. Буровая установка БГА-4: Методические указания к выполнению лабораторной работы / В.В.Габов, Д.А.Задков, Д.А.Юнгмейстер, Е.А.Григорьев; Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2004.
2. Горные машины и оборудование. Буровая установка «Стрела 77»: Методические указания к выполнению лабораторной работы / В.В.Габов, Д.А.Юнгмейстер, А.В.Белютин и др.; Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2004.
3. *Иванов К.И.* Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / К.И.Иванов, В.А.Латышев, В.Д.Андреев. М.: Недра, 1987.
4. *Иванов К.И.* Бурение шпуров и скважин самоходными шахтными установками / К.И.Иванов, А.М.Ципкис. М.: Недра, 1983.
5. *Лыков Ю.В.* Пневматические переносные перфораторы / Ю.В.Лыков, К.П.Хмызников; Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2002.
6. *Сафохин М.С.* Машинист бурового станка: Учеб. для учащихся профтехобразования и рабочих на производстве / М.С.Сафохин, И.Д.Богомолов, Н.М.Скорняков. М.: Недра, 1990.
7. *Ткаченко А.М.* Классификация манипуляторов машин для бурения шпуров и скважин на подземных горных работах / А.М.Ткаченко, К.Б.Мустафин. Алма-Ата: Наука, 1984.
8. *Хмызников К.П.* Выбор рационального типа бурильной установки для конкретных условий подземного рудника: Методические указания по курсовому проектированию / К.П.Хмызников, Н.А.Афанасьева; Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2000.
9. *Хмызников К.П.* Бурильные головки вращательно-ударного действия. Шахтные бурильные установки вращательно-ударного действия / Ленинградский горный ин-т. Л., 1988.
10. *Хмызников К.П.* Горные машины и комплексы / Методические указания к выполнению лабораторной работы / Ленинградский горный ин-т. Л., 1988.
11. *Хмызников К.П.* Самоходные шахтные бурильные установки на пневмоколесном ходу с дизельным приводом: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1998.
12. *Яцких В.Г.* Горные машины и комплексы / В.Г.Яцких, Л.А.Спектор, А.Г.Кучерявый. М.: Недра, 1984.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Перфораторы переносные пневматические	4
1.1. Общие сведения, назначение и область применения	4
1.2. Устройство перфоратора и его узлов	5
1.3. Пусковое устройство	5
1.4. Золотниковое воздухораспределительное устройство	7
1.5. Клапанное воздухораспределительное устройство	9
1.6. Механизм поворота бура	11
1.7. Вспомогательные устройства	12
1.7.1. Устройства для удаления буровой мелочи и борьбы с пылью	12
1.7.2. Шумопоглощающие и виброзащитные устройства	15
1.7.3. Устройство для смазки перфораторов	17
1.8. Инструмент для бурения	18
1.9. Контрольные вопросы	20
2. Перфораторы пневматические ПК-60 и ПК-75	21
2.1. Назначение	21
2.2. Устройство и принцип работы	21
2.3. Буровой инструмент	32
2.4. Установка перфораторов на буровых станках и шахтных бурильных установках	34
2.5. Забуривание и бурение	37
2.6. Контрольные вопросы	38
3. Бурильные головки вращательно-ударного действия	39
3.1. Общие сведения	39
3.2. Устройство и принцип действия бурильной головки БГА-1М	40
3.2.1. Пнеumoударник бурильной головки	40
3.2.2. Система воздухораспределения пневмоударника	40
3.2.3. Вращатель бурильной головки	44
3.2.4. Защита корпуса бурильной головки от ударных нагрузок при работе пневмоударника	44
3.2.5. Эксплуатация бурильной головки	45
3.3. Устройство и принцип работы бурильной головки 1100-1-1М	46
3.4. Устройство и принцип работы комбинированных бурильных головок	46
3.4.1. Достоинства и недостатки комбинированных бурильных головок	46
3.4.2. Пневмогидравлическая головка МБПГ-3	49
3.5. Контрольные вопросы	51
4. Буровой станок БП-100Н	52
4.1. Назначение	52
4.2. Устройство бурового станка	53
4.3. Пневмосистема бурового станка	66
4.4. Основные правила эксплуатации бурового станка	69
4.5. Погружные пневмоударники станка БП-100Н	70
4.6. Буровые коронки для пневмоударников	72
4.7. Контрольные вопросы	74

5. Буровой станок БГА-4.....	75
5.1. Общие сведения.....	75
5.2. Устройство бурового станка.....	76
5.3. Буровой инструмент.....	80
5.4. Гидравлическая система.....	84
5.5. Маслостанция.....	86
5.6. Пульт управления и электрооборудование.....	86
5.7. Контрольные вопросы.....	88
6. Буровой станок «Стрела-77».....	89
6.1. Общие сведения.....	89
6.2. Устройство бурового станка.....	89
6.3. Кинематическая схема бурового станка.....	91
6.4. Буровой снаряд-вращатель.....	92
6.5. Механизм подачи и гидросистема.....	94
6.7. Контрольные вопросы.....	97
7. Установка бурильная шахтная УБШ-330Д.....	98
7.1. Общие сведения.....	98
7.2. Устройство бурильной установки УБШ-330Д.....	99
7.2.1. Основные узлы установки.....	99
7.2.2. Ходовая часть.....	102
7.2.3. Манипулятор.....	102
7.2.4. Вращатель манипулятора.....	104
7.2.5. Податчик бурильной головки.....	107
7.2.6. Гидравлическая система.....	111
7.2.7. Пневматическая и водяная системы.....	113
7.2.8. Система автоматического управления бурением.....	113
7.2.9. Буровой инструмент.....	114
7.3. Контрольные вопросы.....	115
Заключение.....	115
Рекомендательный библиографический список.....	116

**ГАБОВ Виктор Васильевич
ЛЫКОВ Юрий Васильевич
КУЗЬКИН Андрей Юрьевич**

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**КОНСТРУКЦИИ БУРОВЫХ МАШИН
ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие