

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра горных машин и комплексов

## **БУРИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Методические указания к практическим работам  
по дисциплине «**Горные машины, комплексы и оборудование**»  
для обучающихся технических специальностей и направлений

Составители Л. Е. Маметьев  
А. А. Хорешок  
А. М. Цехин  
А. Ю. Борисов

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 24 от 26.04.2021  
Рекомендованы к изданию  
учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04  
Протокол № 3 от 27.04.2021  
Электронная версия  
находится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2021

## **ВВЕДЕНИЕ**

Процесс образования цилиндрических полостей в горной породе носит название бурения. Под термином скважина понимают полость диаметром более 75 мм и глубиной более 5 м. Начало скважины называют устьем, дно скважины – забоем, боковую поверхность – стенкой. Основные параметры, характеризующие скважину, – ее диаметр, глубина и углы, определяющие положение скважины в пространстве (зенитный, азимутный, наклона).

В настоящее время трудно найти шахту, где бы ни производилось бурение скважин. По целевому назначению скважины подразделяют на разведочные, нагнетательные, дегазационные, опережающие, разгрузочные, технологические. Технологические восстающие скважины имеют самый большой диаметр 500–1500 мм, значительно снижают трудоемкость и повышают безопасность ведения горных работ.

Для выполнения этих буровых работ используются горные машины, которые носят название бурильные установки для подземного бурения скважин. В данном методическом указании рассмотрены бурильные установки для бурения технологических скважин вращательным и шарошечным способами бурения, а также буровой инструмент и расширители скважин.

Буровой инструмент – основной породоразрушающий механизм, поэтому, естественно, от его работоспособности зависят эксплуатационные технико-экономические показатели бурильной установки. Правильный выбор бурового инструмента позволяет увеличить их производительность.

## **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Цель выполнения работы – приобретение студентами знаний при изучении устройств и принципа действия, направлений проектирования и конструирования отдельных узлов и механизмов бурильных установок, предназначенных для бурения и расширения скважин на угольных шахтах.

### **1. Бурильные установки для подземного бурения скважин**

В бурильную установку для подземного бурения входят бу-

ровой станок, маслостанция, насосная установка для пылеподавления, аппаратура управления, буровой став, исполнительные органы, вспомогательные устройства (распорные стойки, приспособления для забуривания, механизм перемещения станка). В зависимости от назначения и конструкции бурильной установки некоторые из перечисленных узлов могут отсутствовать. *Станок*, как вращательного, так и шарошечного бурения, предназначен для передачи буровому ставу и исполнительному органу крутящего момента и осевого усилия подачи. Одновременное вращение и осевое перемещение исполнительного органа образуют в массиве ствол скважины.

С этой целью станок оборудуется механизмами вращения и подачи. Взаимосвязь между этими механизмами определяет конструктивную схему станка. Механизм вращения (вращатель) и механизм осевого перемещения (податчик) являются основными конструктивными узлами станка.

*В состав бурового инструмента входят:* исполнительные органы той или иной конструкции; буровые штанги и стабилизаторы, которые при соединении образуют буровой став.

## **2. Классификация бурильных установок**

Бурильные установки можно классифицировать следующим образом:

- *по назначению* разделяются на две группы: *первая группа* предназначена для бурения нагнетательных, дегазационных и разгрузочных скважин; *вторая группа* – для бурения технологических скважин различного назначения (углеспускные, водоспускные, вентиляционные, разведочные, разрезные, гезенки, скаты, сбойки и т.п.). К первой группе, например, относятся установки БЖ45/100Э, Б100/200Э вращательного бурения, ко второй – установки Б-68КП, БГА-2М, БГА-4М вращательного и «Стрела-77», 1КВ1, 2КВА – шарошечного бурения. По массе различают легкие и тяжелые станки. Станки для бурения скважин в угольных шахтах выпускают согласно ОСТ 12.44.278-85.

- *по виду применяемой энергии* – на электрические, пневматические и гидравлические;

- *по способу подачи бурового инструмента* – на установки с вращающимся ставом с резцовым или шарошечным буровым ин-

струментом; на установки с невращающимся ставом, предназначенным для подачи в скважину снаряда-вращателя с резцовым или шарошечным инструментом.

Современное оборудование для подземного бурения скважин в большинстве случаев оснащено гидрофицированными механизмами подачи, допускающими регулирование в широких пределах режимных параметров бурения, в ряде случаев автоматическое.

Определяющими факторами для выбора типа бурового станка являются: характеристика породы и угольных пластов, диаметр и длина скважины, угол ее наклона, назначение и размер выработки, из которой производится бурение, техническая характеристика станка и др.

### **3. Область применения, устройство бурильных установок**

#### **3.1. Бурильная установка Б-68 КП**

Бурильная установка Б-68 КП (рис. 3.1) предназначена для направленного бурения скважин диаметром от 250 до 800 мм по крутым угольным пластам мощностью от 0,35 м и выше. Бурение может производиться на высоту этажа 150 м и более на шахтах, имеющих пневматическую энергию. Расширение пробуренных скважин от диаметра 250 до 800 мм производится расширителями прямого и обратного хода.

Применение в буровом станке многоскоростного редуктора вращателя, многоустановочного механизма подачи, жесткого бурового става, а также мощного двигателя вращателя обеспечивает высокую производительность бурения и направленность скважины.

Маневровые операции по развинчиванию бурового става механизированы – применен гидравлический захват; редуктор вращателя имеет дополнительную пониженную частоту вращения ( $20 \text{ мин}^{-1}$ ), благодаря чему развиваемый крутящий момент вдвое выше, чем при бурении скважины на второй скорости.

Управление всеми операциями при работе станка производится с выносного пульта, что позволяет применять станок на шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Преимущество станка заключается в наличии специальной установочной платформы, механизмирующей трудоемкие монтаж-

но-демонтажные операции.

Бурильная установка Б-68 КП (рис. 3.1) состоит из бурового станка 8, бурового става 2, пульта управления 4, люнета 1, распорных 3, 7, 10 домкратов, установочной платформы 9, маслопроводов 6, устройства 11 для погрузки в вагонетку разрушенной породы (угля), насосной станции 5.

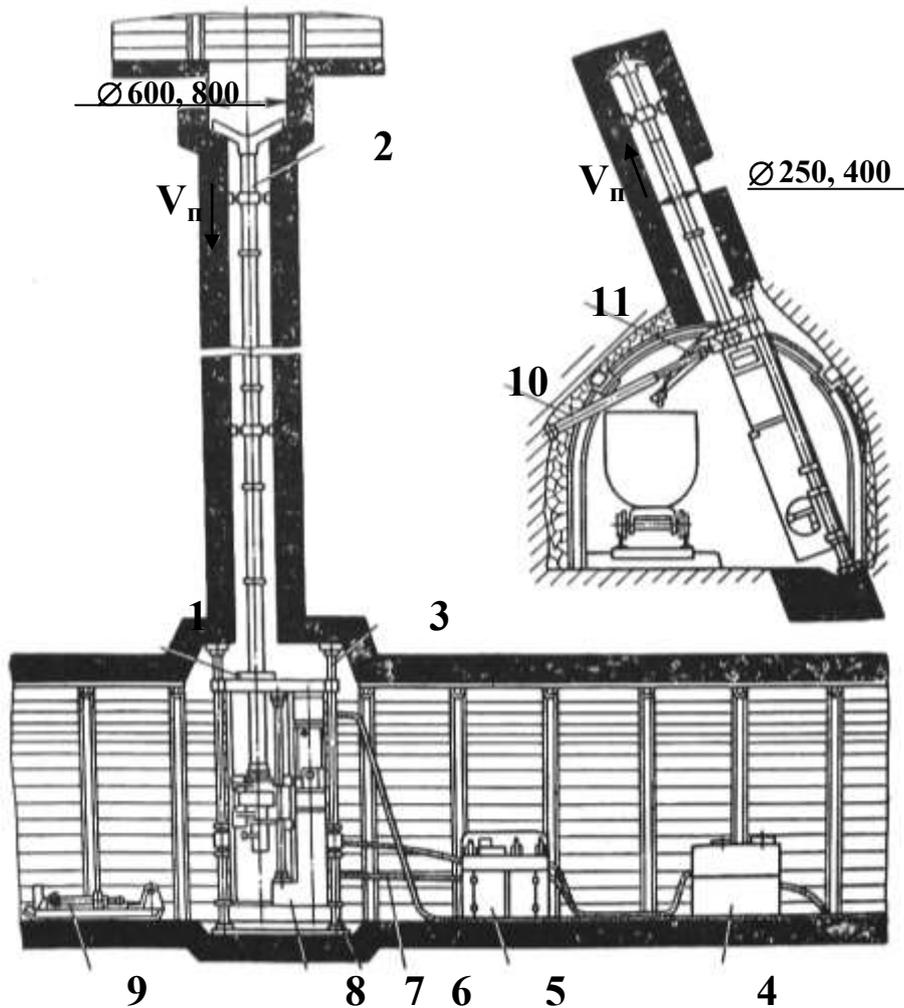


Рис. 3.1. Бурильная установка Б-68 КП

Погрузочное устройство имеет форсунки для подавления пыли.

Буровой став 2 выполнен полым, что обеспечивает возможность подачи воды для пылеподавления в призабойную зону скважины.

Установка монтируется в штреке посредством специальной платформы, оборудованной подъемными гидродомкратами. С их помощью производится подъем станка в рабочее и опускание в транспортное положения.

*Вращатель* (рис. 3.2) служит для передачи вращения от ходового вала к буровому патрону и подачи бурового става. Вращатель представляет собой литой корпус 3, внутри которого размещена пара цилиндрических шестерен 4–9. Зубчатое колесо 9 посажено на шпинделе 1, который от осевого перемещения удерживается двумя упорными коническими подшипниками 6. В хвостовике шпинделя 1 закрепляется вертлюг 8, служащий для подачи воды в буровой став.

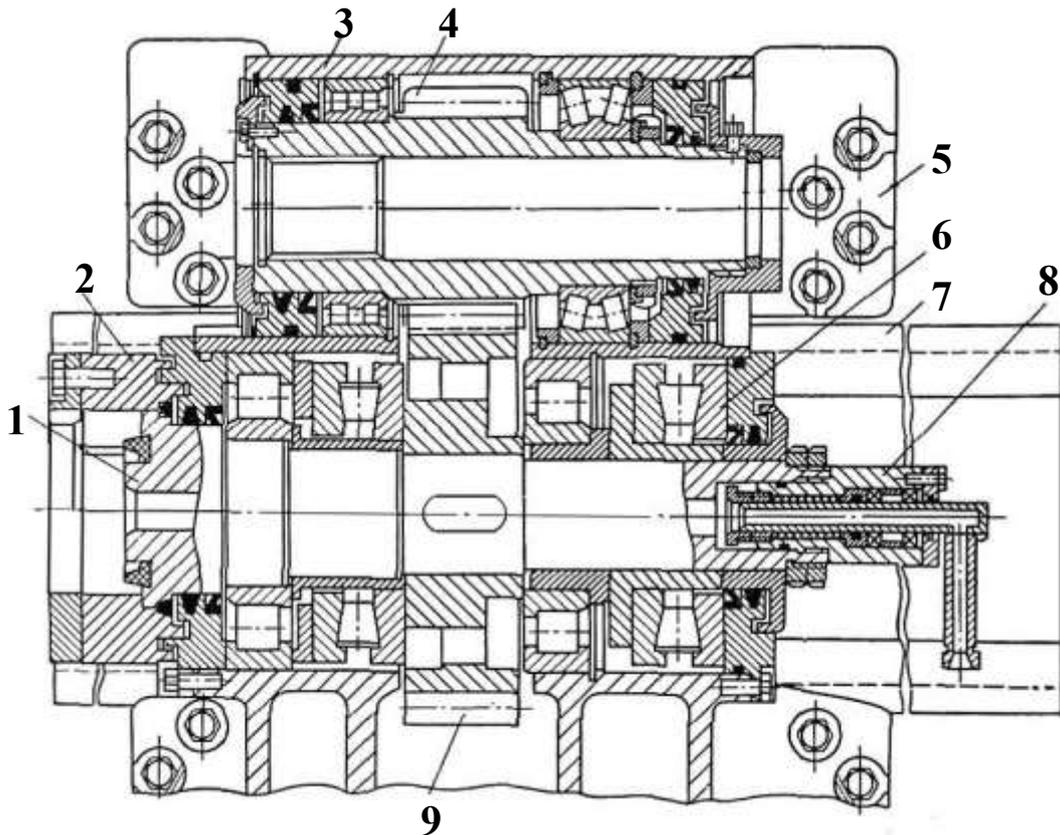


Рис. 3.2. Вращатель станка Б-68 КП

Буровой патрон 2, жестко соединенный со шпинделем, выполнен в виде штокового замка с уплотнением для подачи воды в буровой став. Малая шестерня 4 имеет полулю ступицу с шлицевыми выступами для зацепления с ходовым валом. Корпус вращателя имеет четыре лапы 5, посредством которых он опирается и перемещается по продольным направляющим рамы. Вдоль днища корпуса-вращателя расположены две зубчатые рейки 7, которые в процессе работы находятся в зацеплении с зубчатыми мультипликаторами.

### 3.2. Бурильные установки БГА-2М и БГА-4М

Станки бурильных установок предназначены для бурения и расширения скважин по углям с любой сопротивляемостью резанию, в том числе имеющим породные прослойки мощностью до 0,2 м и с коэффициентом крепости  $f \leq 5$ . Станки применяют в подземных выработках шахт любой категории по газу и пыли, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Скважины бурят снизу вверх в крутых, наклонных и пологих пластах из основных и вспомогательных горных выработок сечением не менее 4 м<sup>2</sup>, а расширяют их сверху вниз под углом от 45 до 90° к горизонту.

Бурильная установка БГА-2М предназначена для бурения скважин диаметром 500, 850 мм и глубиной до 100 м различного назначения по углю, содержащему породные прослойки и включения колчедана. Бурильная установка БГА-4М (рис. 3.3) предназначена для бурения скважин диаметром 500, 850 и 1070 мм по углям любой крепости и по угольным пластам с породными прослойками мощностью до 0,2 м и с коэффициентом крепости  $f = 2-5$  по шкале М. М. Протоdjяконова.

Бурильная установка БГА-4М (рис. 3.3) состоит из бурового станка 5, маслостанции 4, бурового става 7 или 1, стоек 6, насосной установки 2 и станции управления 3.

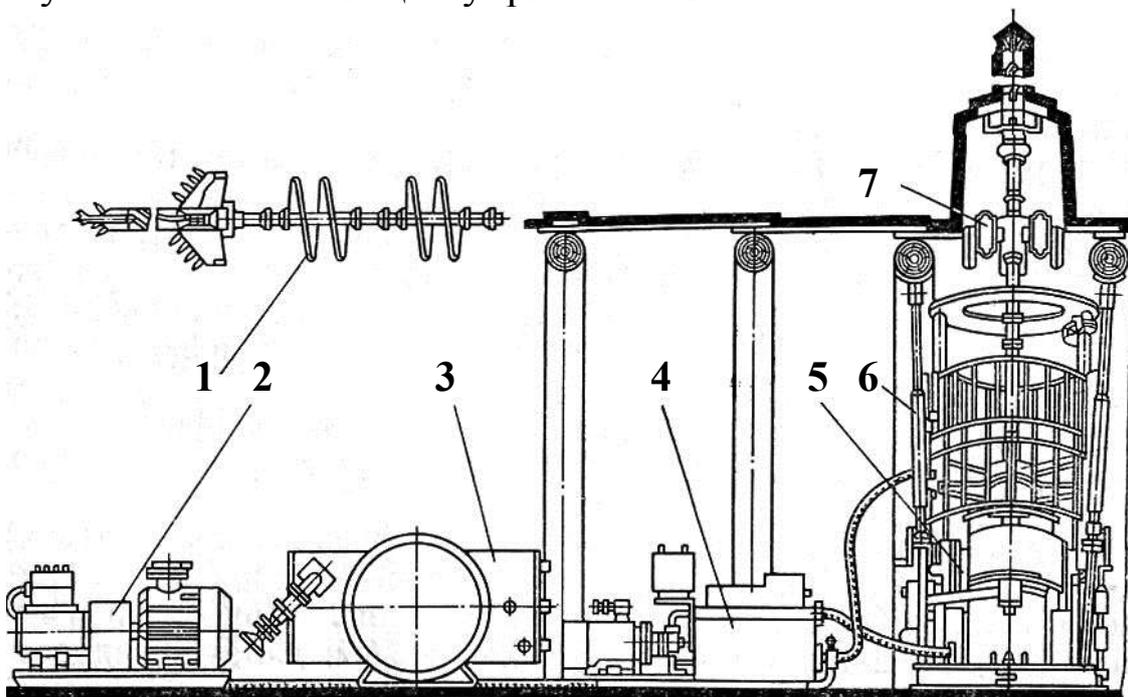


Рис. 3.3. Бурильная установка БГА-4М

Маслостанция служит приводом гидросистемы станка, насосная установка подает воду по пустотелому буровому ставу в забой скважины для пылеподавления. Управляют станком с пульта, расположенного на насосной станции.

Станок буровой установки БГА-2М (рис. 3.4) состоит из двухскоростного редуктора вращения 5, электродвигателя 6, гидродомкратов, бурового замка 13, отбойного ключа 9, подхвата 10 и параллелей 12, смонтированных на раме 4. Наклон станка относительно рамы выполняет гидродомкрат 1. Окончательный наклон на небольшой угол, а также фиксацию станка производят винтовыми стяжками 2. На верхнем конце параллелей 12 закреплен подхват 10, предназначенный для удержания бурового става во время установки или снятия штанг.

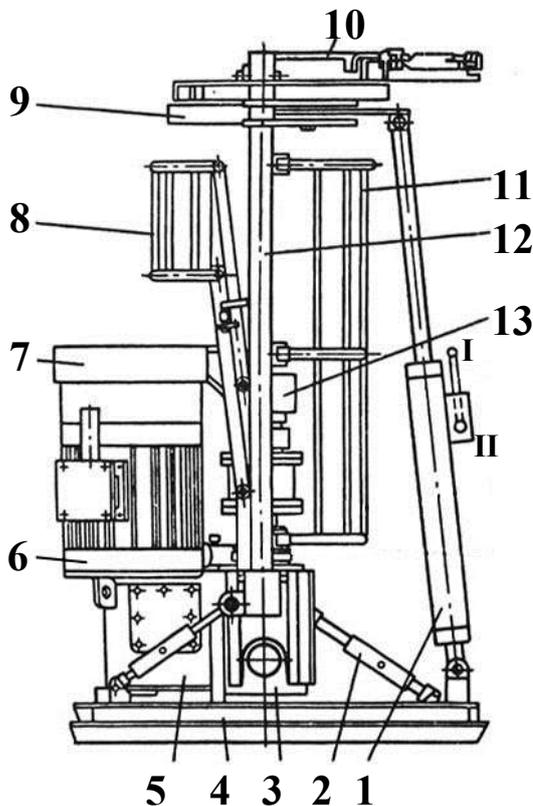


Рис. 3.4. Станок буровой установки БГА-2М

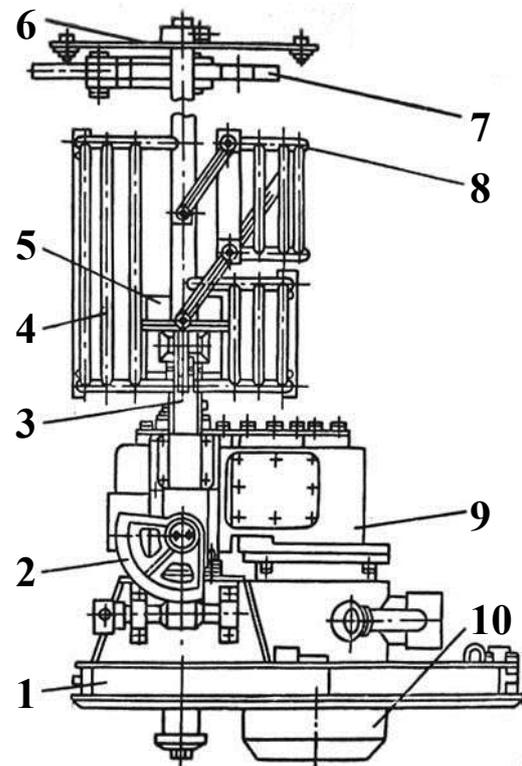


Рис. 3.5. Станок буровой установки БГА-4М

Подвижное ограждение 8 рычагами шарнирно присоединено к параллелям и с помощью фиксатора устанавливается в положения «Открыто» и «Закрыто».

На подвижном ограждении закреплен магнито-герконовый

датчик положения. В открытом положении подвижного ограждения контакты датчика размыкаются, разрывают цепь дистанционного управления, и двигатель вращения не включается. В закрытом положении контакты датчика замыкают цепь дистанционного управления, и двигатель вращения может быть включен. К параллелям 12 прикреплено неподвижное ограждение 11. Для наклона станка на раме укреплен подшипник скольжения 3. Вентилятор двигателя 6 закрыт кожухом 7.

Станок буровой установки БГА-4М (см. рис. 3.5) состоит из рамы 1, червячного механизма 2 наклона станка, гидродомкратов 3 подачи, параллелей с неподвижным ограждением 4, бурового замка 5, подхвата 6, отбойного ключа 7, подвижного ограждения 8, двухскоростного редуктора 9 и электродвигателя 10. Наклон станка осуществляется посредством червячного механизма 2, а фиксация в установленном положении – стяжными муфтами, расположенными с противоположной стороны.

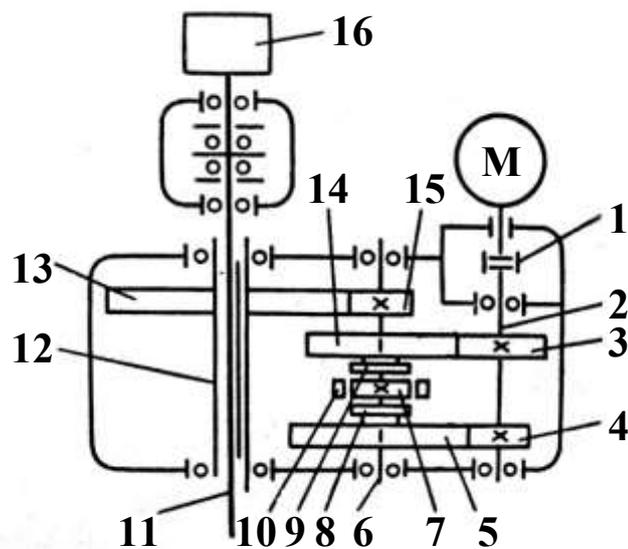


Рис. 3.6. Кинематическая схема бурового станка установки БГА-2М

*Кинематическая схема* бурового станка установки БГА-2М приведена на рис. 3.6. Вращение от двигателя М через зубчатую муфту 1 передается на вал 2, на котором закреплен блок шестерен 3 и 4, находящихся в зацеплении с зубчатыми колесами 5 и 14. Последние на втулках свободно посажены на валу 6 и имеют зубчатые венцы полумуфт 8 и 9. Обоймой 10 полумуфта 7 может быть соединена с полумуфтой 8 колеса 5 или с полумуфтой 9 ко-

леса 14, благодаря чему получают две частоты вращения вала 6, а следовательно, и бурового става. От шестерни 15 через зубчатое колесо 13 вращение передается полумуфте 12, который имеет внутренние шлицы и передает вращение шпинделю 11, соединенному с буровым замком 16.

Кинематическая схема бурового станка установки БГА-4М также обеспечивает две частоты вращения бурового става и отличается от кинематической схемы станка установки БГА-2М только компоновкой редуктора вращателя.

*Редуктор* станка буровой установки БГА-4М (рис. 3.7) состоит из зубчатой полумуфты 1, стального корпуса 3, вал-шестерен 19, 18, 14 и шлицевой втулки 4, установленных на подшипниках 17, 13, 2, зубчатых колес 16, 15, 10, 6, муфты 9, обоймы 7, вилки 8 переключения частоты вращения, кожуха шпинделя 5 и крышки 12 с уплотнением 11.

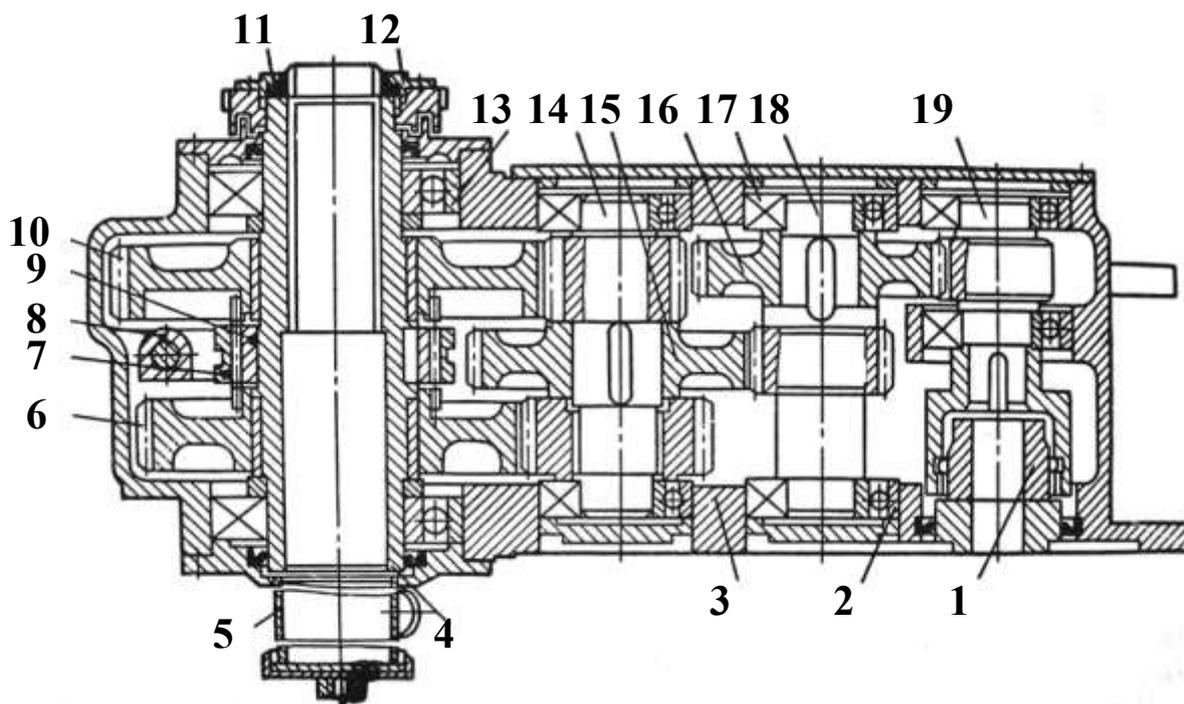


Рис. 3.7. Редуктор станка буровой установки БГА-4М

*Кожух* шпинделя предохраняет его от загрязнений, повреждений и одновременно служит емкостью для масла, которым шпиндель смазывается во время работы.

Редуктор станка буровой установки БГА-2М отличается только компоновкой и размерами.

*Буровые замки* станков буровых установок БГА-2М и БГА-4М (рис. 3.8) унифицированы. Они состоят из шпинделя 11, траверсы 9 с отверстиями 1 и 10 для соединения со штоками гидродомкратов подачи, корпуса 13, крышки 5 и трубки 4. Центральное отверстие в крышке 5 квадратное соответствует квадратному сечению хвостовика штанги. В отверстии имеются выемки, которые позволяют квадрату штанги поворачиваться относительно квадратного отверстия крышки, благодаря чему штанга удерживается в замке от осевого перемещения. Корпус 13 крепится на верхнем шлицевом участке шпинделя с помощью двух планок 8, которые входят в проточку шпинделя и удерживаются концами болтов 6, крепящих крышку 5 к корпусу. 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.

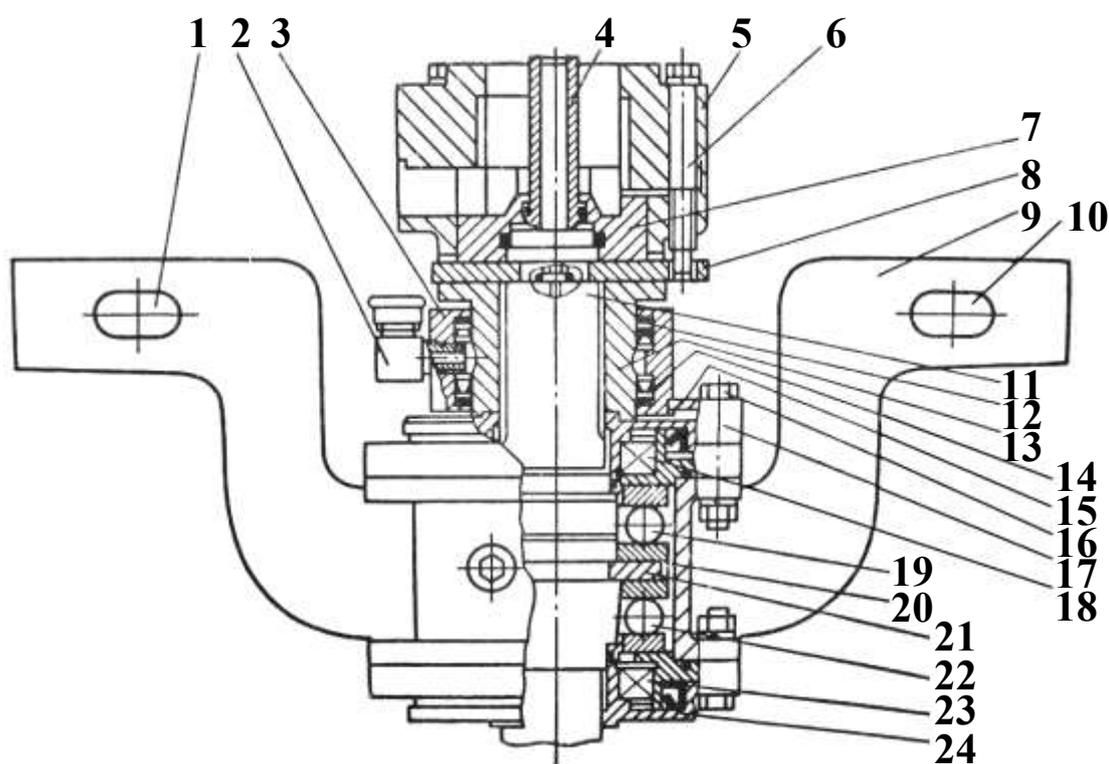


Рис. 3.8. Буровой замок станков буровых установок БГА-2М и БГА-4М

Вода подводится через штуцер 2, крышку 3, корпус 13, ста-

кан 7 и трубку 4. Цилиндрическая поверхность последнего соприкасается с 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.

Шпиндель установлен в траверсе на двух подшипниках 18 и 23, размещенных в крышках 17, 24. Осевые усилия воспринимаются упорными подшипниками 19, 22 через крышки 17, 24 и полукольца 21, удерживаемые от выпадания из проточки шпинделя обоймой 20. Для регулирования упорных подшипников применяют набор прокладок.

Гидравлическая схема станка установки БГА-2М приведена на рис. 3.9.

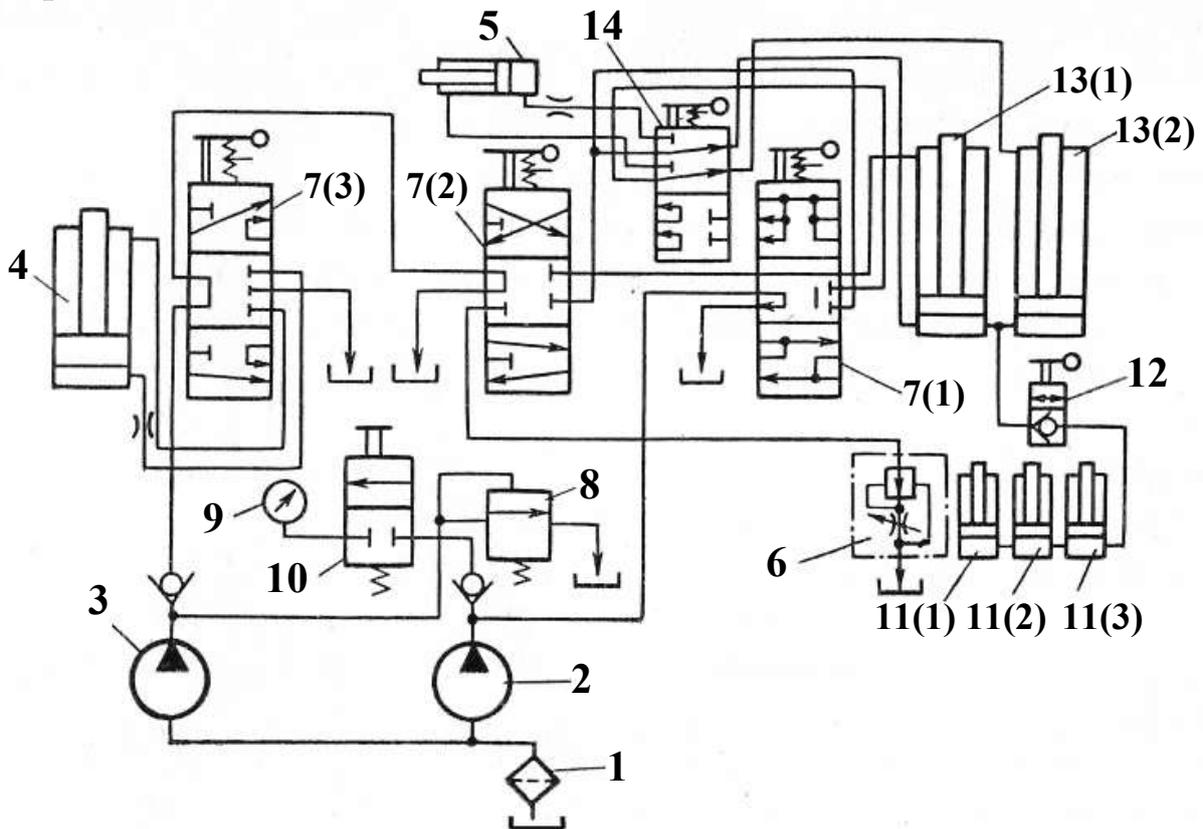


Рис. 3.9. Гидравлическая схема станка установки БГА-2М

Рабочая жидкость из бака через фильтр 1 всасывается насосами 2 и 3, приводимыми во вращение от одного электродвигателя через редуктор. Управление работой гидродомкрата 4 подхвата осуществляется распределителем 7(3), а работой гидродомкратов подачи 13(1) и 13(2) – распределителем 7(2). Скорость подачи

в ручном или автоматическом режиме устанавливается регулятором потока 6. При рабочих скоростях подачи распределитель 7(1) находится в нейтральном положении, и рабочая жидкость, нагнетаемая насосом 2, поступает на слив в бак. Для защиты системы от превышения давления имеется предохранительный клапан 8. Контролировать давление в гидросистеме можно по манометру 9, который включается в гидросистему золотником 10.

Домкраты одностороннего действия 11(1)–11(3) встроены в раму и предназначены для создания постоянного распора стоек. Рабочая жидкость поступает в них через кран 12 при работе домкратов 13(1)–13(2).

Распределитель 14 установлен на гидроцилиндре 5. Для получения маневровых скоростей подачи распределителем 7(1) рабочая жидкость от насоса 2 подается в те же полости, что и от насоса 3. При работе гидроцилиндров подачи распределитель 7(3) управления подхватом должен находиться в нейтральном положении. Отличие гидравлической схемы БГА-4М от описанной состоит в том, что в ней отсутствуют гидроцилиндры 4, 11(1), 11(2), 11(3), распределители 7(3) и 14.

*Насосная станция* предназначена для нагнетания рабочей жидкости в исполнительные механизмы и аппаратуру, которая управляет скоростью и направлением перемещения подвижных частей гидроцилиндров.

### **3.3. Бурильные установки «Стрела-68» и «Стрела-77»**

На шахтах Кузбасса применяли бурильную установку «Стрела-68», которая осуществляла бурение восстающих скважин диаметром 1000 мм, глубиной 90, 75 м по породам с коэффициентом крепости  $f \leq 10$ . Управляется установка дистанционно с расстояния 20 м.

Буровая установка «Стрела-77» (рис. 3.10) состоит из податчика 2, вращателя 5, бурового става 4, маслостанции 7, на которой смонтирован пульт управления станком, электро- или пневмоаппаратуры 8. У модернизированной установки «Стрела-77» повышена надежность узлов, расширена область ее применения и улучшена безопасность обслуживания. Новые качества достигнуты благодаря усовершенствованию конструкции отдельных узлов, созданию породоразрушающего инструмента повышенной

стойкости, использованию автоматической системы управления разгрузкой двигателя снаряда-вращателя и предупредительной сигнализации при пуске машины.

Перед бурением станок устанавливают под необходимым углом посредством гидростоек и затем распирают в выработке двумя гидродомкратами 1. Для обеспечения направленности бурения используют опорные фонари 3, которые монтируют на ставе, как правило, на каждой его пятой штанге.

Проветривание скважины при бурении станком с электроприводом осуществляется вентилятором местного проветривания, по вентиляционной трубе 6 диаметром 250 мм. У бурового станка с пневмоприводом проветривание сжатым воздухом обеспечивают от пневмодвигателя.

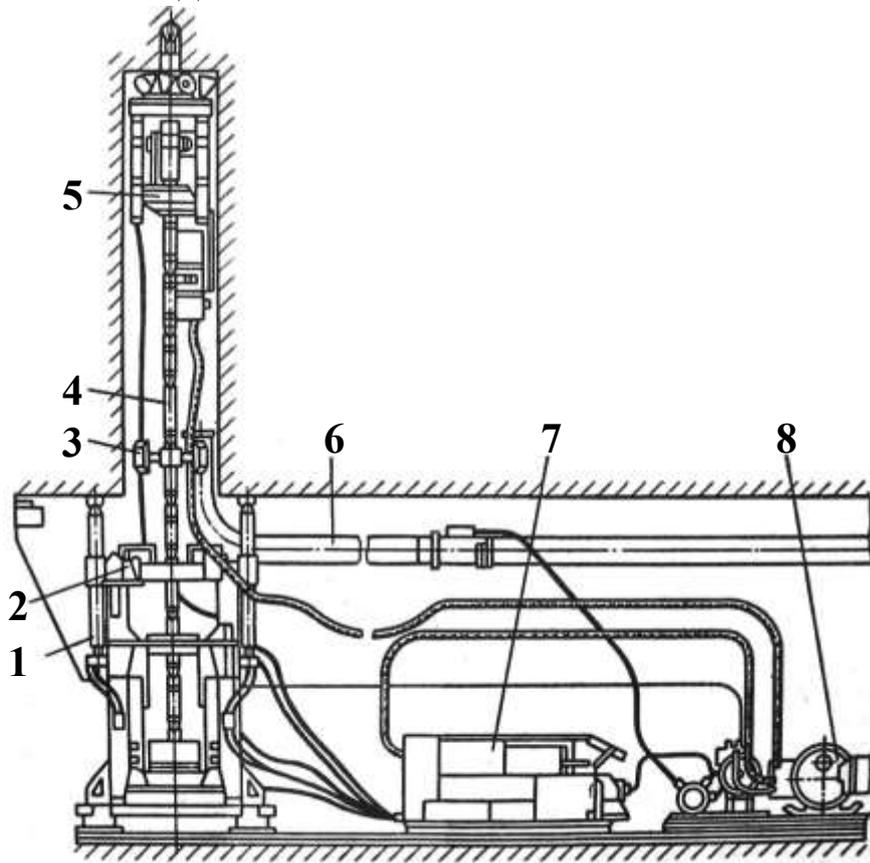


Рис. 3.10. Буровая установка «Стрела-77»

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

Отличительной особенностью буровых установок «Стрела-68» и «Стрела-77» является невращающийся буровой став, что

позволяет существенно увеличить усилие подачи при небольшом диаметре штанг.

Буровая установка «Стрела-77» оснащена аппаратурой автоматического управления типа САУБ конструкции института «Автоматгормаш». Применение в установке «Стрела-77» аппаратуры автоматизации работы пылеулавливающих устройств САБ-4Г обеспечивает отключение подачи снаряда-вращателя на забой при понижении расхода воды или ее давления в системе орошения ниже установленного.

#### **4. Буровой инструмент установок подземного бурения скважин**

Бурение скважин буровыми станками возможно или на полное сечение, или проведением сначала пионерной скважины с последующим разбуриванием ее *прямым* или *обратным ходом*.

В зависимости от выполняемой технологической операции – бурение пионерной скважины, разбуривание ее прямым или обратным ходом – применяют соответствующие исполнительные органы: забурники, расширители прямого и обратного хода.

Одной из наиболее важных операций процесса бурения считается удаление продуктов разрушения из забоя. При бурении восстающих скважин с углом наклона более  $45^\circ$  продукты разрушения удаляются под действием сил гравитации. При углах бурения менее  $45^\circ$  конструктивное исполнение бурового става должно обеспечивать принудительное, с помощью шнека, удаление продуктов разрушения из забоя скважины.

Бурение скважин вращательно-штанговыми буровыми станками осуществляется в углях и породах средней крепости. Это вызывает необходимость применения исполнительных органов с различным породоразрушающим инструментом: *резцами, зубчатыми, дисковыми шарошками или их комбинацией*.

Одной из основных задач бурения вращательно-штанговыми буровыми станками является прямолинейность скважины. Для этого устанавливаются опорные фонари (стабилизаторы). Первый фонарь размещается как можно ближе к исполнительному органу, последующие – через 2,5–5 м друг от друга.

На рис. 4.1 показаны компоновочные схемы бурового става для бурения скважин.

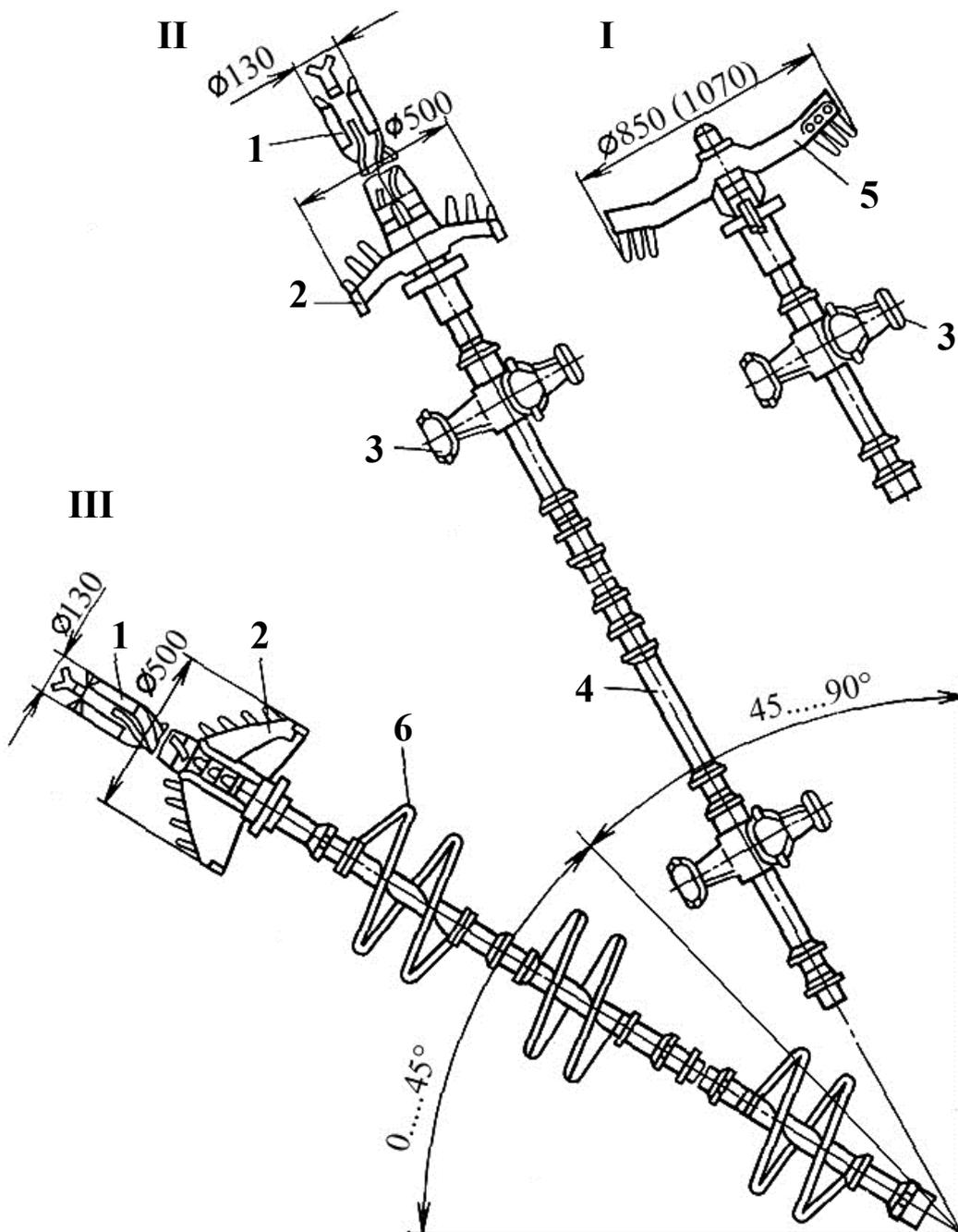


Рис. 4.1. Компонентные схемы бурового става бурильных установок БГА-2М и БГА-4М

Буровой став (рис. 4.1) установок БГА-2М, БГА-4М имеет по две компоновки I, II для бурения восстающих ( $45\text{--}90^\circ$ ) и одну компоновку III для слабонаклонных ( $0\text{--}45^\circ$ ) и горизонтальных скважин. Буровой инструмент состоит из забурника 1, расширителя прямого хода 2, буровой штанги 4, опорного фонаря 3, расширителя обратного хода 5 и штанг-шнеков 6.

#### 4.1. Буровые штанги

Буровые штанги предназначены для передачи крутящего момента от вращателя и осевого усилия от механизма подачи станка исполнительному органу (забурнику, расширителю). У большинства буровых станков пустотелые штанги обеспечивают также подвод воды или водовоздушной смеси к забою скважины.

Штанги по конструктивному исполнению подразделяют на цельные, полые и двойные.

По назначению штанги можно подразделить на две группы: для патронных станков с проходным шпинделем (БЖ-45/100Э) и для станков с подвижным вращателем или шпинделем, когда присоединение очередной штанги к буровому ставу осуществляют установкой штанги в патрон станка (БГА-2М, Б-100/200).

Штанги *первой группы* не имеют элементов для фиксации их в патроне и на подхвате, но имеют фигурные сечения под ключ на концах штанги. Штанги *второй группы* оснащены элементами фиксации в патроне и на подхвате.

Поверхности штанг, воспринимающие крутящий момент в патроне, могут использоваться под ключ для развинчивания штанг. Элементы, которыми штанга фиксируется в патроне, передают крутящий момент и осевое усилие (БГА-2М).

В беспальцевых штангах крутящий момент воспринимают специальные поверхности на хвостовике штанги – крестообразные (ОБШ-2), гофрированные (БШ-2М) или в виде лысок (БГА-4М и БГА-2М). Осевое усилие передается уступами этих поверхностей или специальным буртом.

Все штанги станков, применяющиеся для восстающего бурения, имеют бурт под установку подхвата. Большинство штанг подземных буровых станков изготавливаются из проката трубы легированной стали марки 30ХГСА.

С целью соединения штанг используется коническая замковая многозаходная резьба. Применяемые в штангах замковые конусные резьбы можно подразделить на три группы. К *первой* группе относят штанги станков, разработанных в Гипроникеле и Донгипроуглемаше. Они имеют замковые конические резьбы с конусностью 1:4 ( $7^{\circ}7'30''$ ), причем их выступ имеет трапециевидную форму. К *второй* группе относят штанги с конической

резьбой (конусность  $7^{\circ}30'$ ) треугольного профиля с симметричными выступом и впадиной. Такой тип резьбы имеют штанги буровых установок Анжерского машиностроительного завода и института «Гипромашобогатение». Третья группа – штанги с трапециевидной резьбой.

Конструкции наиболее типичных буровых штанг для подземного бурения приведены на рис. 4.2.

При бурении скважин под углом  $0-45^{\circ}$  к горизонту применяют штанги-шнеки (рис. 4.2, а), которые состоят из муфты 4, ниппеля 1, трубы 3 и приваренной к ней спирали 2. Спираль штампуют из листовой стали толщиной 3–5 мм. Наружный диаметр спирали всегда на несколько миллиметров меньше диаметра скважины.

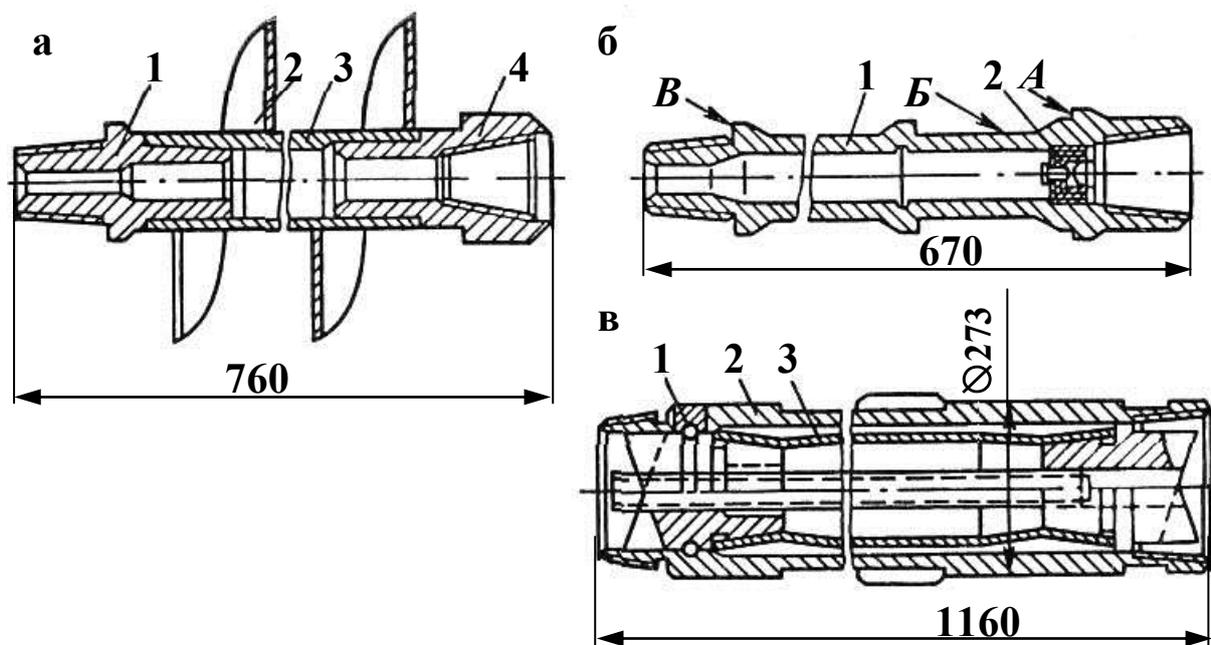


Рис. 4.2. Штанги станков вращательного бурения

Корпус 1 буровой штанги станков установок БГА-4М и БГА-2М (рис. 4.2, б) – полый и имеет упорные бурты. Усилие подачи от замка при бурении вверх передается штанге через ее нижний торец; при разбуривании пионерной скважины обратным ходом – посредством упорного бурта А, входящего в расточку крышки замка. С целью удержания става в скважине во время его наращивания или демонтажа на штанге имеется шейка Б, входящая в вырез подхвата. На резьбовом конце штанги имеется бурт

*В* для предотвращения чрезмерного затягивания резьбы во время работы. Клапан 2 задерживает воду в штанге при наращивании и демонтаже бурового става.

Буровая штанга станка установки 1КВ1 (рис. 4.2, в) состоит из внутренней 3 и наружной 2 штанг, объединенных шарикоподшипниковым замком 1 в одну сборочную единицу. Соединенные конической резьбой наружные штанги образуют буровой став подачи, не вращающийся при бурении. Внутренние штанги стыкуются с помощью двухкулачковых полумуфт и образуют став вращения. Функции наружного и внутреннего ставов, таким образом, разделены: наружный передает только усилие подачи, внутренний – только крутящий момент.

#### **4.2. Опорные фонари (стабилизаторы)**

Для направления бурового става в скважине применяют специальные устройства – опорные фонари (стабилизаторы). Их устанавливают на штанге на подшипниках качения.

По характеру взаимодействия опорных поверхностей со стенкой скважины разделяют опорные фонари с гарантированным зазором для ввода в скважину; с диаметром по опорным поверхностям больше диаметра буримой скважины (реечные фонари); ликвидирующие зазоры в процессе бурения.

Опорный фонарь бурового станка установки БГА-4М (рис. 4.3, а) состоит из штанги 2, на которой размещены шарикоподшипники 4. На последних установлен корпус 6, имеющий опорные лыжи 7. Шарикоподшипники защищены от попадания штыба и утечек смазки манжетами 3 и 10, установленными в расточках крышек 5 и 8. Лабиринтная гайка 9 поджимает крышку 8. Для удержания воды в буровой штанге установлен обратный клапан 1. Опорные фонари буровых станков установок БГА-2М и БГА-4М имеют аналогичную конструкцию. Отличительной особенностью является наличие только трех опорных лыж.

Стабилизатор буровых станков установок 1КВ1 и 2КВА представляет собой буровую штангу, на которой закреплены продольные ребра. Для ввода стабилизатора в скважину он выполнен несколько меньшего размера, чем диаметр пионерной скважины.

Рассмотренные выше стабилизаторы не обеспечивают лик-

видацию зазоров между опорными поверхностями и стенкой скважины. Наличие зазоров между опорными поверхностями и стенкой скважины является основной причиной получения скважины некруглой формы и отклонения ее оси от заданного направления.

На практике часто применяют стабилизатор (рис. 4.3, б), выполненный в виде цилиндра. Стабилизатор 2 размещается на буровой штанге 4 непосредственно за исполнительным органом 1. Вращение от буровой штанги стабилизатор не получает. Длина цилиндра равна двойному диаметру штанги. На поверхности цилиндра размещены зубчатые рейки 3. Диаметр стабилизатора по рейкам больше, чем диаметр скважины. Под действием осевого усилия стабилизатор вводится в скважину. Рейки врезаются в стенку скважины, стабилизируя буровой став и исполнительный орган.

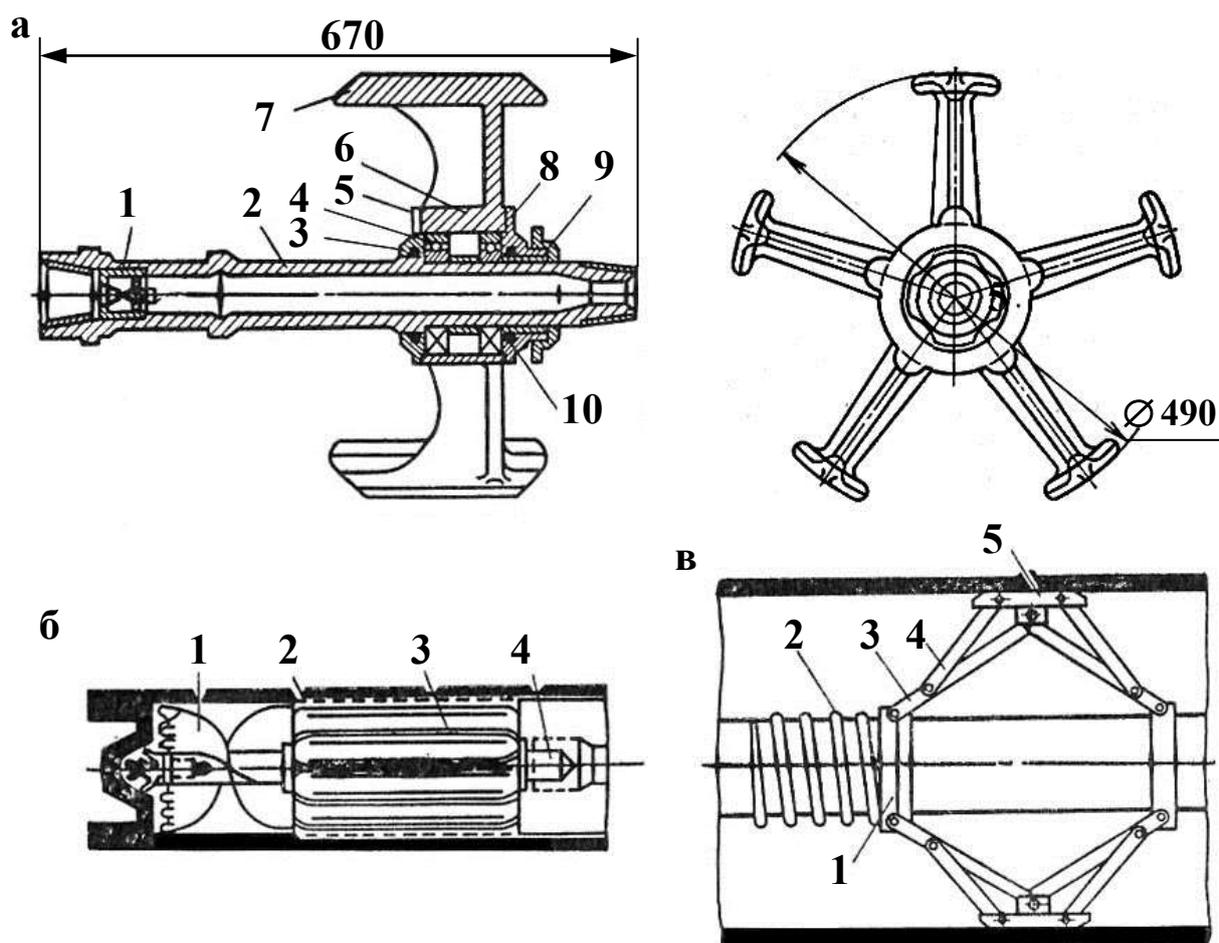


Рис. 4.3. Опорные фонари станков вращательного бурения

Недостатками стабилизаторов, у которых опорные поверхности врезаются в стенки скважины, являются: необходимость создания большого усилия, что возможно только на установках большой мощности; закоривание стабилизаторов при попадании опорных поверхностей в каверны стенки скважины, что приводит к авариям с буровым ставом.

Лишены этих недостатков стабилизаторы с упругим поджатием опорных поверхностей к стенке скважины (рис. 4.3, в). Особенность конструкции стабилизатора заключается в наличии упругого элемента 2 и подвижного хомута 1. При вводе стабилизатора в скважину упругий элемент сжимается, так как тяги 3 имеют возможность перемещения относительно рычагов 4. Усилие упругого элемента передается через рычаги 4 на лыжи 5, которые входят в контакт со стенкой скважины.

### 4.3. Забурники

Забурники при бурении выполняют функции направляющего устройства и наряду с опорными фонарями являются одним из элементов, обеспечивающих прямолинейность скважины.

Забурники (рис. 4.4) подразделяют на длинные, рабочая часть которых составляет 7–12 их диаметров, и короткие с рабочей частью, равной 3–5 диаметрам. Длинные забурники предназначены для бурения скважин в мощных угольных пластах и обеспечения большей точности направлений бурения скважины, короткие – для предварительного забуривания скважины при работе в выработке малого сечения и бурения в тонких пластах с неспокойной гипсометрией.

На рис. 4.4, а показан длинный забурник станка буровой установки БГА-2. Забурник представляет собой шнек 2 диаметром 95 мм с шагом 300 мм. Верхняя часть забурника выполнена в виде трех уступов, каждый из которых армирован пластинками 3 твердого сплава, образующими три линии резания. К нижнему концу тела забурника приварен резьбовой хвостовик 1, который крепят при забуривании в шлицевом валу.

Короткий забурник представляет собой соединенные вместе рабочую часть и хвостовик длинного забурника.

Забурник бурильных установок БГА-4М и БГА-2М (рис. 4.4, б) представляет собой корпус 1, выполненный в виде

шнека, сваренного из четырех полос так, что в середине остается канал для прохода воды к верхнему резцу забурника. В съемной головке 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-741В, установленный на съемном хвостовике 3. Упор 2 удерживает съемный хвостовик от проворота. К корпусу 1 приварен хвостовик 7 с трапецеидальной резьбой, посредством которой забурник соединяется с буровым ставом.

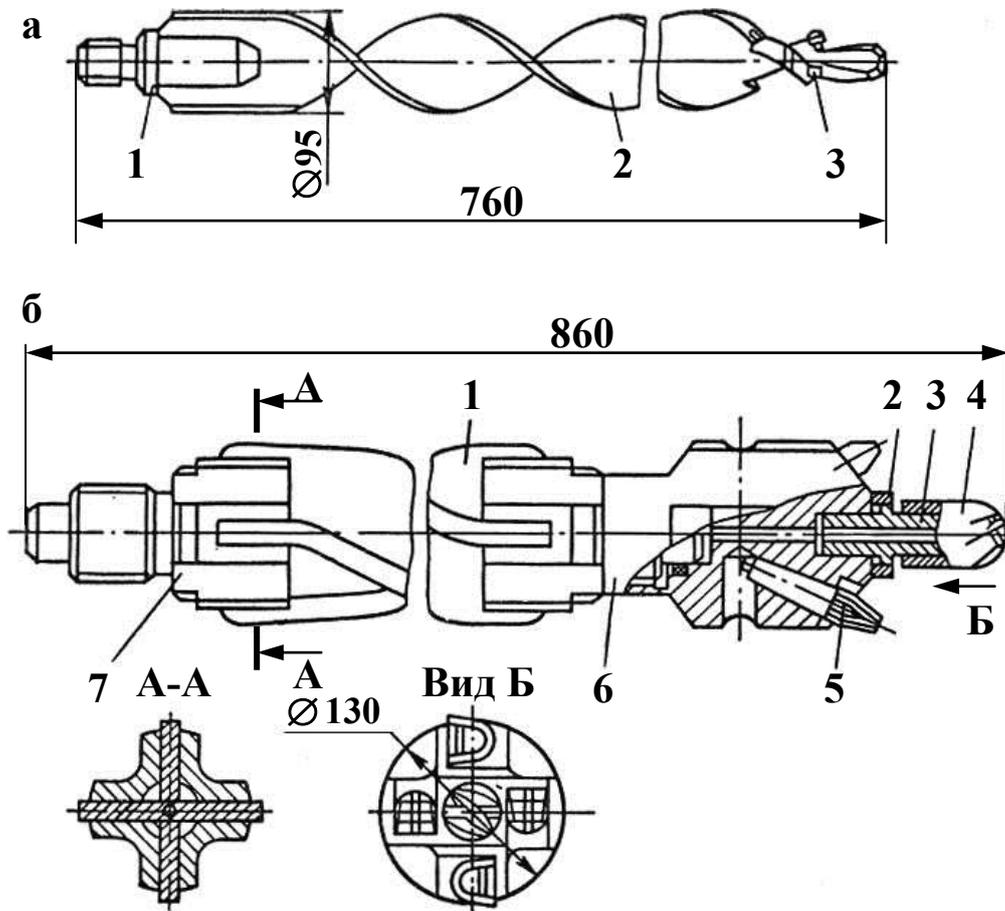


Рис. 4.4. Забурники буровых станков

## 5. Расширители установок подземного бурения скважин

Технологический породоразрушающий инструмент, предназначенный для увеличения диаметра пилот-скважины, называется *расширителем*. При бурении скважин расширители могут быть *прямого и обратного хода*.

### 5.1. Расширитель резцовый прямого хода

При бурении скважин по угольным пластам получили наибольшее распространение расширители прямого хода, осуществляющие режуще-скалывающий принцип разрушения (рис. 5.1). Особенность работы расширителей – наличие пионерной скважины. Поверхность забоя скважины разрушается резцами типов ЗР480, И-90МБ, РПП, РК-8Б. Расстановка породоразрушающего инструмента, расположение лучей в радиальном и осевом направлениях определяют форму забоя скважины.

Расширители, оснащенные съемными резцами, в процессе бурения образуют плоский или конусный сплошной забой. посредством установки резцов под углом к оси скважины часть забоя разрушается скалыванием целиков между соседними линиями резания боковыми гранями резцов.

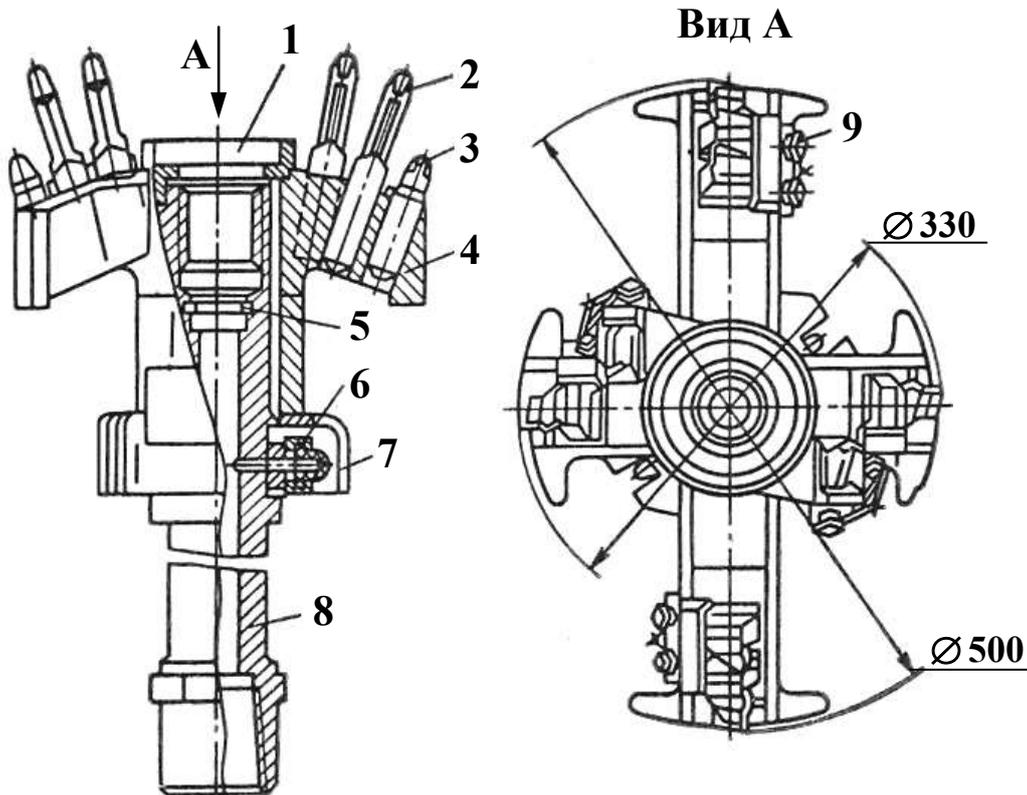


Рис. 5.1. Расширитель резцовый прямого хода

*Режуще-скалывающие резцовые ступенчатые расширители прямого хода характеризуются значительно меньшими затратами энергии на разрушение по сравнению с другими расширителями; возможностью использования на угольных пластах любой крепости с твердыми включениями и породными прослойками; боль-*

шей стойкостью применяемых резцов, позволяющих бурить скважины на проектную глубину без демонтажа бурового става для замены износившихся режущих элементов; простотой замены затупившихся или вышедших из строя резцов; способностью следовать гипсометрии пласта при бурении глубоких скважин по тонким пластам.

На рис. 5.1 представлен расширитель прямого хода буровой установки БГА-4М. Расширитель разбуривает скважину диаметром 130 мм, после забурника, до диаметра 500 мм. Он состоит из корпусов-лучей 4, закрепленных на переходнике 8 перпендикулярно друг другу. На лучах размещены радиальные резцы 2, зафиксированные болтами 9. Резцы 3 типа РПП размещены только в периферийных линиях резания. К верхнему торцу корпуса-луча приварена втулка 1 для центрирования забурника, соединяемого трапецеидальной резьбой с переходником. Гайками 6 закреплены две форсунки 7 для пылеподавления в забое скважины. В верхней части переходника установлено резиновое кольцо 5 для уплотнения, в нижней – имеются внутренняя коническая резьба для соединения с буровыми штангами, проточка для установки расширителя наподхват с целью соединения расширителя с корпусом бурового замка.

## **5.2. Расширитель резцовый обратного хода**

Расширителем обратного хода скважины разбуриваются до большего диаметра путем подтягивания бурового става к станку.

На рис. 5.2 показан резцовый расширитель буровых станков установок БГА-4М и БГА-2М для разбуривания скважин до диаметра 670 и 850 мм. Расширитель состоит из трех сменных корпусов-лучей 2 с резцедержателями 3, переходника 7, форсунок 6 и резцов 5, закрепленных стопорными болтами 4. Винт 1 фиксирует лучи от осевого перемещения. Кольцо 8 предотвращает утечки воды.

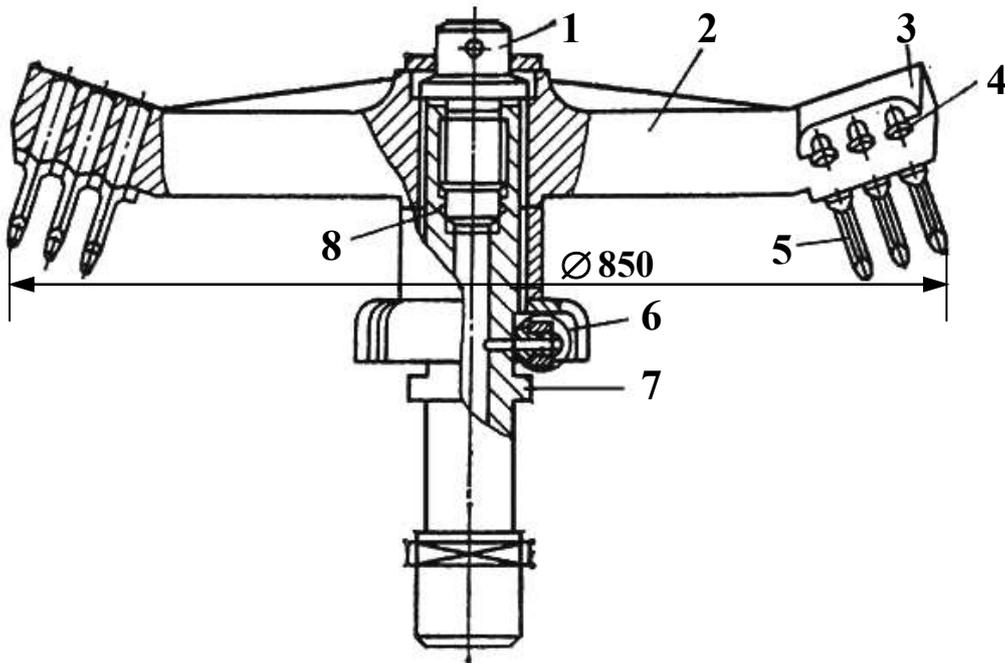


Рис. 5.2. Расширитель резцовый обратного хода

### 5.3. Расширители комбинированные, шарошечные

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ проводились исследования по конструированию и применению комбинированных расширителей прямого и обратного хода для бурения скважин бурильными установками БГА-2М, БГА-4М (рис. 5.3, 5.4).

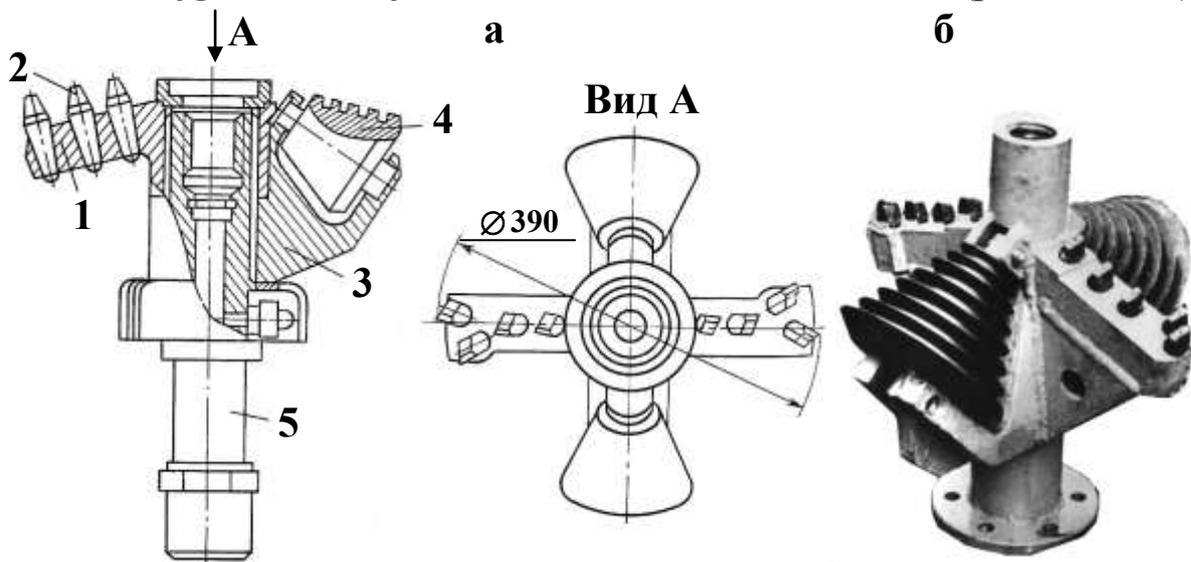


Рис. 5.3. Комбинированный расширитель прямого хода:  
а – конструкция; б – общий вид

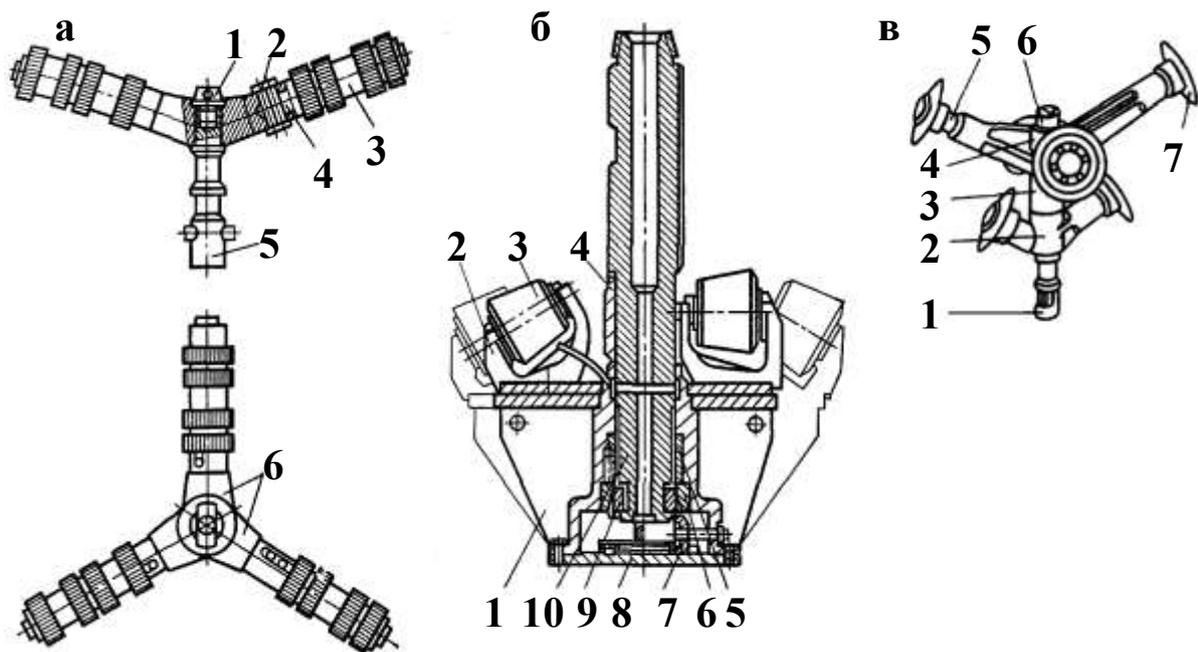


Рис. 5.4. Шарошечные расширители обратного хода

Комбинированный расширитель *прямого хода* (рис. 5.3) состоит из двухлучевого корпуса 1, оснащенного породными резцами 2 типа РПП. На  $90^\circ$  по отношению к корпусу 1 повернуты лапы 3 с установленными на них зубчатыми конусными шарошками 4. Корпус и лапы расширителя жестко зафиксированы на переходнике 5, имеющем замковую резьбу для соединения с буровым ставом.

У расширителя *обратного хода* (рис. 5.4, а) зубчатые венцы размещены на вращающихся барабанах. Поскольку режущие венцы расширителя смещены относительно друг друга, траектории перекачивания венцов одного барабана располагаются между траекториями перекачивания венцов других барабанов. Расширитель состоит из трехлучевого корпуса 6, переходника 5 и осей 4 с барабанами 3. Каждая ось закрепляется в корпусе с помощью двух болтов 2. На шлицевом валу корпус удерживается специальным винтом 1.

Расширитель *обратного хода* (рис. 5.4, б) бурильной установки 2КВА предназначен для разбуривания восстающих скважин до диаметра 1500 мм. Он состоит из корпуса 1, на верхней плите которого укреплены опоры 2 для шарошек 3. Шлицевая

штулка 5 запрессована в корпус 1 и служит для передачи ему крутящего момента, коническая штулка 6 крепится к корпусу 1 посредством болтов и передает осевое усилие на корпус. Штанга 10 служит для соединения расширителя с буровым ставом. Салазки 7 служат для дистанционного ввода конических кулаков 9 в зацепление со штангой расширителя. Крышка 8 является одновременно направляющей для перемещения салазок. Кернорватель 4 стопорит штангу в верхнем положении, а также разрушает кольцевой керн, образующийся между штангой и шарошками внутреннего ряда.

*Дисковый расширитель обратного хода* (рис. 5.4, в) состоит из трех несимметричных корпусов-лучей 2–4, закрепленных на валу 1 и зафиксированных от осевого перемещения гайкой 6. В ступицы лучей крепятся оси 5, на которых посредством подшипникового узла установлены дисковые шарошки 7.

На рис. 5.5 представлены *нераздвижные* (рис. 5.5, а) и *раздвижные* (рис. 5.5, б, в) шарошечные расширители скважин.

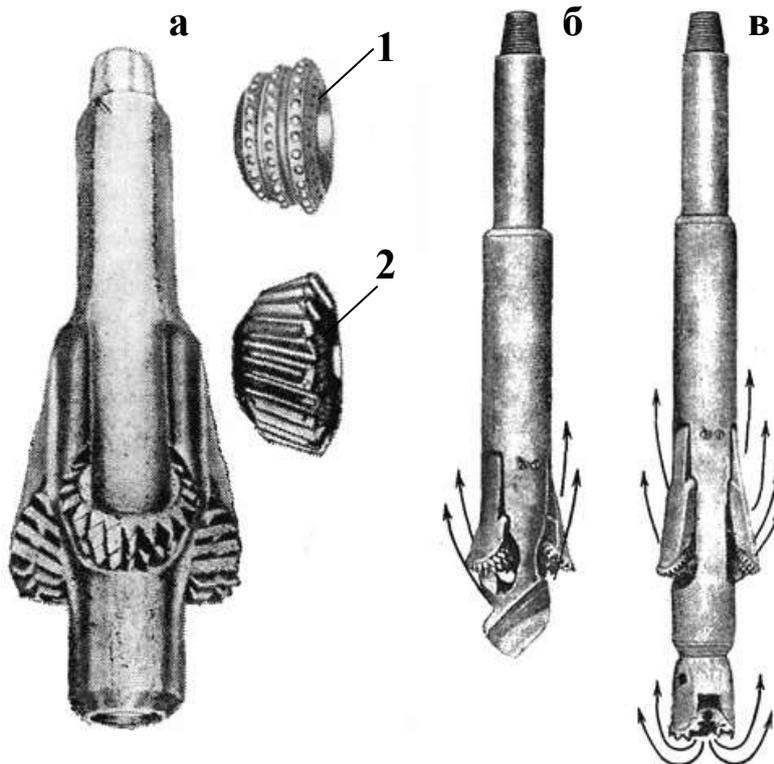


Рис. 5.5. Шарошечные расширители в сборе: а – нераздвижной четырехшарошечный со штыревыми 1 и зубчатыми 2 шарошками различного исполнения; раздвижные «Локомотик»: б – со спиральным наконечником (пилот-долотом); в – с серийным трехшарошечным долотом

Для самостоятельного изучения назначения, вида и параметров скважин, применяемых в угольных шахтах; гидрооборудования буровых станков; монтажа и демонтажа станков; эксплуатации станков и организации буровых работ; ремонта бурильных установок, а также для подготовки к защите лабораторной работы рекомендуется использовать предлагаемый ниже список литературы.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саfoxин, М. С. Машинист бурового станка: учебник для учащихся профтехобразования и рабочих на производстве / М. С. Саfoxин, И. Д. Богомоллов, Н. М. Скорняков. – Москва : Недра, 1990. – 272 с.
2. Машины и инструмент для бурения скважин на угольных шахтах / М. С. Саfoxин, И. Д. Богомоллов, Н. М. Скорняков, А. М. Цехин. – Москва : Недра, 1985. – 213 с.
3. Саfoxин, М. С. Горные машины и оборудование: учебник для вузов / М. С. Саfoxин, Б. А. Александров, В. И. Нестеров. – Москва : Недра, 1995. – 463 с.
4. Яцких, В. Г. Горные машины и комплексы : учебник для техникумов / В. Г. Яцких, Л. А. Спектор, А. Г. Кучерявый; под ред. В. Г. Яцких. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1984. – 400 с.
5. Масленников, И. К. Инструмент для бурения скважин : справочное пособие / И. К. Масленников, Г. И. Матвеев. – Москва : Недра, 1981. – 335 с.
6. Крапивин, М. Г. Горные инструменты / М. Г. Крапивин, И. Я. Раков, Н. И. Сысоев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1990. – 256 с.
7. Позин, Е. З. Разрушение углей выемочными машинами / Е. З. Позин, В. З. Меламед, В. В. Тон; под ред. Е. З. Позина. – Москва : Недра, 1984. – 288 с.

Составители

Леонид Евгеньевич Маметьев  
Алексей Алексеевич Хорешок  
Александр Михайлович Цехин  
Андрей Юрьевич Борисов

## **БУРИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДЗЕМНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Методические указания к практическим работам  
по дисциплине «Горные машины, комплексы и оборудование»  
для обучающихся технических специальностей и направлений

Рецензент *Буялич Геннадий Данилович*

Подписано в печать 11.05.2021. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 36.

Тираж 36 экз. Заказ .

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр Кузбасского государственного технического универ-  
ситета имени Т. Ф. Горбачева. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.