**Часть 2**

**Электробуры**

*1. Назначение и схема питания*

Электробур служит для привода во вращение долота. Он представляет собой забойный агрегат с электрическим двигателем трехфазного переменного тока. Электроэнергия к нему передается с поверхности по кабелю, расположенному внутри колонны бурильных труб. Оборудование на установке при бурении электробуром применяется в основном такое же, как и при бурении роторным или турбинным способом. Электробурами бурят скважины глубиной до 5000 м.

Несколько отличной является схема электроснабжения электробуровой установки. Силовой трансформатор мощностью 630 кН·А с номинальным током 155 А имеет две вторичных обмотки. Одна из них служит для питания электробура и имеет 25 ступеней регулирования напряжения в пределах 1100 - 2300 В. Другая вторичная обмотка напряжением 525 В предназначена для питания электродвигателей привода лебедки и ротора.

На установке применяется дополнительно комплектное устройство для включения и защиты электробура, измерения электрических параметров и сигнализации о состоянии электробура. Это устройство состоит из станции управления, навесных шкафов, вольтметра и трех амперметров, блока измерения сопротивления изоляции системы токопровод - электробур и кнопки для включения и выключения электробура.

На рис.1 *а* показана компоновка бурильной колонны с электробуром, состоящая из асинхронного трехфазного электродвигателя *8* переменного тока с короткозамкнутым ротором, редуктора-вставки *9* для снижения частоты вращения, шпинделя *10* для восприятия осевых нагрузок, к которому присоединяется долото *11.* Двигатель электробура соединен с устройством для контроля его изоляции (УКИ) *7.*

В бурильную колонну также входят УБТ *6* и бурильные трубы *5,* обратный клапан *4,* ведущая труба *3*, внутри которых расположен кабель, подводящий электроэнергию к электробуру. Ток к электровертлюгу *2* поступает от силового трансформатора. Бурильная колонна соединена с обычным вертлюгом *1*, подвешенным на крюке к талевой системе буровой установки.

На рис. 4.11, *б* показана схема подвода тока к электробуру по системе два провода - труба (ДПТ), третий провод электродвигателя соединен через УКИ с колонной труб.

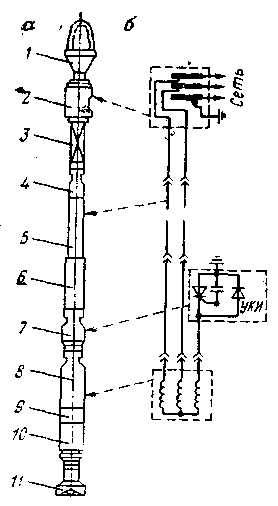


Рис.1.Схема питания электробура по системе два провода - труба

Давление на долото для разрушения породы так же, как и при роторном бурении, создается нижней частью бурильной колонны, которая воспринимает реактивный момент. Разбуренная порода выносится на поверхность буровым раствором по кольцевому пространству между стенками скважины и бурильной колонной. Буровой раствор, нагнетаемый насосами через вертлюг внутрь колонны бурильных труб с кабелем, подводится к электродвигателю и по его пустотелому валу через отверстия в валах редукторной вставки и шпинделя поступает к долоту. Двигатель, редуктор и подшипники шпинделя наполнены маслом и имеют систему защиты от проникновения внутрь бурового раствора.

Преимуществами электрического двигателя по сравнению с гидравлическим являются: независимость частоты вращения от нагрузки на долото, момента и других параметров от количества подаваемой жидкости, ее плотности и физических свойств и глубины скважины; постоянство частоты вращения, большая перегрузочная способность электродвигателя; возможность контроля кривизны, отклонения ствола скважины и процесса работы с поверхности земли. К недостаткам электродвигателя относятся необходимость одновременной подачи к забою двух видов энергии - электрической и гидравлической и сложность конструкции.

*2. Конструкция электробура*

Электробур (рис. 2) представляет собой цилиндрический значительной длины герметичный маслонаполненный трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором *11* из нескольких секций. Корпус статора *4* электродвигателя представляет собой трубу с соединительными резьбами на концах, в которую запрессованы пакеты магнитной стали *8,* чередующиеся с пакетами немагнитной стали *9.* Последние служат для уменьшения электрических потерь в статоре в местах установки подшипников *10* вала 7 ротора. В пакетах ротора имеются пазы, в которых заложена обмотка *6.* Концы ее соединены с кабелем *12,* имеющим контактный стержень *1*, который расположен в верхнем переводнике *2* электробура.

На пустотелом валу 7 насажены пакеты ротора *11*, собранные из шихтованной листовой немагнитной стали с алюминиевой обмоткой типа «беличье колесо». Каждый пакет представляет собой небольшой короткозамкнутый ротор. Между пакетами устанавливается радиальный шарикоподшипник *10.* Таким образом, двигатель электробура представляет собой как бы несколько (10 - 12) последовательно соединенных на одном валу короткозамкнутых двигателей.

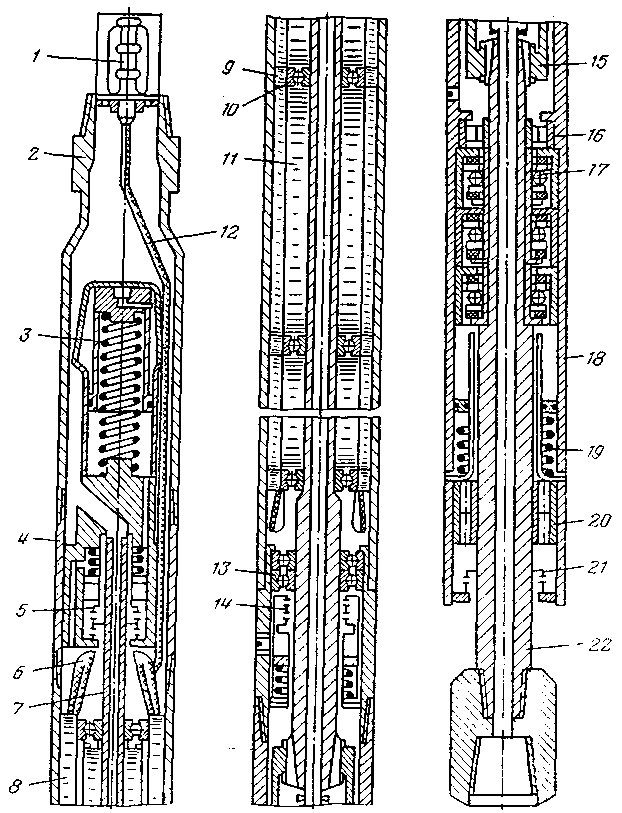


Рис. 3. Электробур Э215-8М без редуктора-вставки

Осевая нагрузка от веса ротора воспринимается нижним подшипником *13.* Герметизация двигателя осуществляется сальниковыми уплотнениями, установленными в нижней *14* и верхней *5* его частях, и уплотнением соединений корпусов. Чтобы устранить проникновение в двигатель через сальник бурового раствора, давление масла внутри двигателя немного выше (на 0,2 - 0,3 МПа) давления бурового раствора, протекающего через электробур.

Для этого в верхнем корпусе электробура устанавливают лубрикаторы *3,* состоящие из диафрагмы, заполненной маслом, на которую давит поршень. Давление на поршень осуществляется пружиной, а на диафрагму - жидкостью. Пружина создает только избыточное давление. Лубрикатор находится в полости, заполненной буровым раствором. Лубрикаторы позволяют иметь запас масла и компенсировать его утечку при эксплуатации, а также регулируют объем масла внутри электродвигателя при изменении температуры, что исключает опасность значительного повышения давления и разрушения сальников.

К нижней части корпуса двигателя присоединяется шпиндельное устройство, в котором на мощных радиальных *16* и *20* и *13* подшипниках смонтирован полый вал шпинделя *22* с присоединенным переводником. Валы двигателя и шпинделя соединены зубчатой муфтой *15.* Буровой раствор из вала двигателя по каналу в валу шпинделя *22* поступает на забой. Выходной нижний конец вала шпинделя уплотнен сальником *21.*

Шпиндель смонтирован в заполненном маслом цилиндрическом корпусе *18*, который на резьбе соединен с корпусом электродвигателя. Нижняя часть шпинделя имеет резьбу для присоединения переводника. Радиальные нагрузки воспринимаются подшипниками *16* и *20,* а осевые - многорядной пятой *17,* состоящей из упорных подшипников качения.

Внутренняя полость шпинделя заполнена более густым, чем в двигателе, маслом и имеет свой кольцевой лубрикатор *19,* расположенный в нижней части шпинделя. Лубрикатор служит для поддержания повышенного давления масла внутри шпинделя и тем самым защищает подшипники шпинделя от попадания в них бурового раствора. Незначительные утечки масла восполняются из лубрикатора.

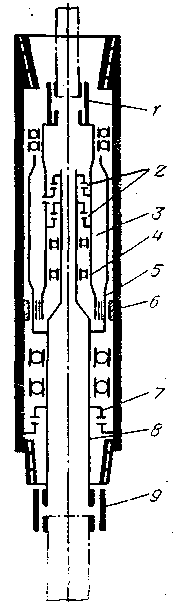


Рис. 4.

Планетарный

редуктор-вставка

Для предохранения от проникновения бурового раствора внутрь шпинделя и двигателя, заполненных маслом, все соединения корпусов электробура уплотнены резиновыми кольцами круглого сечения, расположенными в специальных канавках у стыков, соединяемых корпусов. Для предупреждения попадания бурового раствора, проходящего через полые валы двигателя и шпинделя, внутрь электробура применяется шарнирное уплотнение, а в нижней части двигателя установлен торцовый сальник, отделяющий масло двигателя от масла шпинделя. Для уменьшения частот вращения вала шпинделя в некоторых конструкциях электробуров между двигателем и шпинделем устанавливают планетарный редуктор-вставку.

Редуктор-вставка (рис. 4) представляет собой механизм, размещенный в цилиндрическом корпусе *6,* состоящий из планетарного цилиндрического зубчатого редуктора, находящегося в верхней части, масляного лубрикатора *3,* размещенного ниже редуктора и служащего для компенсации утечек смазки, сальниковых устройств *2* и 7 в верхней и нижней частях.

Верхняя часть корпуса редуктора имеет муфтовую коническую резьбу для соединения с корпусом электродвигателя, а нижняя часть - ниппельную резьбу, которой присоединяется к шпинделю. Такая конструкция, при необходимости снизить частоту вращения, позволяет применять два последовательно соединенных редуктора-вставки. При свинчивании корпуса редуктора с корпусами двигателя и шпинделя их валы автоматически соединяются с валами редуктора зубчатыми муфтами *1* и *9.*

Планетарный редуктор имеет ведущий вал *4,* на конце которого находится шестерня, вращающая три сателлитных цилиндрических шестерни. Последние закреплены на игольчатых подшипниках в водиле *5* ведомого вала *8* редуктора. Сателлиты, обкатываясь по солнечному зубчатому колесу с внутренним зацеплением, снижают частоту вращения водила. Валы смонтированы на подшипниках качения. Ведущий вал *4,* водило 5 и ведомый вал *8* смонтированы на подшипниках качения в корпусе - трубе.

В нижней части редукторная вставка имеет сальник *7*, разделяющий масляные ванны редуктора и шпинделя. Двойные масляные ванны сделаны с целью защиты двигателя от проникновения внутрь его влаги из раствора.

При подготовке электробуров к бурению проверяют степень заполнения их лубрикаторов маслом и сопротивление изоляции обмотки. Контактный стержень смазывают касторовым маслом, а электробур опускают в скважину, после чего свинчивают свечи и спускают колонну. После спуска каждой свечи проверяют сопротивление ее изоляции системой, установленной на посту бурильщика. Если колонна собирается первый раз, необходимо проверить направление вращения вала. Проверку надо проводить над устьем скважины визуально, наблюдая за вращением вала шпинделя. Вращение должно быть по часовой стрелке, если смотреть сверху.

Допускается проверка направления вращения вала электробура, опущенного в устье скважины, по направлению действия реактивного момента. Запрещается проверять направление вращения вала электробура с незакрепленным переводником и долотом над устьем скважины. После наращивания очередной трубы при включении электробура следует также убедиться в правильности направления его вращения. При этом о направлении вращения судят по действию реактивного момента.

При значительной глубине скважины, когда действие реактивного момента на ведущую трубу уже не передается, следует проверять кабельные секции всех бурильных труб, подготовленных к наращиванию на правильность распределения фаз.

По мере роста глубины скважины увеличивается длина токоподвода и уменьшается напряжение на вводном стержне электробура. Для поддержания номинального напряжения на двигателе в зависимости от длины кабеля и режимов его работы используют ступени трансформатора на вторичных обмотках, которые периодически переключают. Если на трансформаторе установить такое напряжение, чтобы при номинальной нагрузке двигателя на его зажимах оно было номинальным, то во время холостого вращения напряжение на двигателе будет выше номинального, соответственно будет больше и сила тока. По мере повышения нагрузки двигателя напряжение на его зажимах снижается, падает реактивная и возрастает активная составляющие тока. При спуске электробура потери напряжения в токоподводе возрастают в соответствии с кратностью пускового тока. В свою очередь кратность пускового тока и, следовательно, пускового момента двигателя определяется напряжением на его зажимах. Фактическая кратность пускового момента будет ниже расчетной. Опыт эксплуатации электробуров подтверждает, что если установить напряжение трансформатора по номинальной нагрузке двигателя, то его пусковой момент обычно достаточен для вращения долота вхолостую.

После окончания работы электробур извлекают на поверхность, измеряют сопротивление изоляции, заполняют лубрикаторы смазкой и осматривают его. Затем электробур вновь спускают в скважину. Ремонтируют электробуры в специально оборудованных мастерских.