

Технология изготовления породоразрушающих инструментов

Назначение и классификация породоразрушающих инструментов

Породоразрушающий инструмент (ПРИ) предназначен для разрушения горной породы на забое при бурении скважины.

По принципу разрушения породы весь ПРИ можно классифицировать следующим образом:

1) ПРИ режуще-скалывающего действия, предназначенный для разбуривания вязких и пластичных пород небольшой твердости (вязких глин, глинистых сланцев и др.) и малоабразивных.;

2) ПРИ дробяще-скалывающего действия, предназначенные для разбуривания неабразивных и абразивных пород средней твердости, твердых, крепких и очень крепких пород;

3) ПРИ истирающе-режущего действия, предназначенные для бурения в породах средней твердости, а также при чередовании высокопластичных маловязких пород с породами средней твердости и даже твердыми.



Долото 3-х лопастное с пилотным резцом

По назначению весь ПРИ можно разделить также на три группы:

- 1) Для бурения сплошным забоем (без отбора керна) - буровые долота;
- 2) Для бурения по кольцевому забою (с отбором керна) - бурголовки;
- 3) Для специальных работ в пробуренной скважине (выравнивание и расширение ствола) и в обсадной колонне (разбуривание цементного камня) и т.д.)

По конструктивному исполнению ПРИ делится на три группы:

- 1) Лопастной;
- 2) Шарошечный;
- 3) Секторный.

По материалу породоразрушающих элементов ПРИ делится на четыре группы:

- 1) Со стальным вооружением;
- 2) С твердосплавным вооружением;
- 3) С алмазным вооружением;
- 4) С алмазно-твердосплавным вооружением.



Буровое долото с тремя зубчато-дисковыми шарошками, перекрывающими забой скважины

Назначение и классификация буровых долот

Долота для бурения - инструмент, при помощи которого разрушается горная порода на забое и образуется скважина.

По характеру разрушения породы все буровые долота классифицируются следующим образом:

1) Долота режуще-скалывающего действия, разрушающие породу лопастями, наклоненными в сторону вращения долота. Предназначены они для разбуривания мягких пород.

2) Долота дробяще - скалывающего действия, разрушающие породу зубьями или штырями, расположенными на шарошках, которые вращаются вокруг своей оси долота. При вращении долота наряду с дробящим действием, зубья (штыри) шарошек, проскальзывая по забою скважины, скалывают (срезают) породу, за счет чего повышается эффективность разрушения пород. Следует отметить, что выпускаются буровые долота и бурильные головки только дробящего действия. При работе этими долотами породы разрушаются в результате динамического воздействия (ударов) зубьев шарошек по забою скважины.

Перечисленные долота и бурильные головки предназначены для разбуривания неабразивных и абразивных пород средней твердости, твердых, крепких и очень крепких.

3) Долота истирающе-режущего действия, разрушающие породу алмазными зернами или твердосплавными штырями, располагающимися в торцовой части долота или в кромках лопастей долота. Долота с алмазными зернами и твердосплавными штырями в торцовой части применяются для бурения неабразивных пород средней твердости и твердых ; долота лопастные армированные алмазными зернами или твердосплавными штырями,-для разбуривания перемежающихся по твердости абразивных и неабразивных пород.

По назначению все буровые долота классифицируются по трем классам:

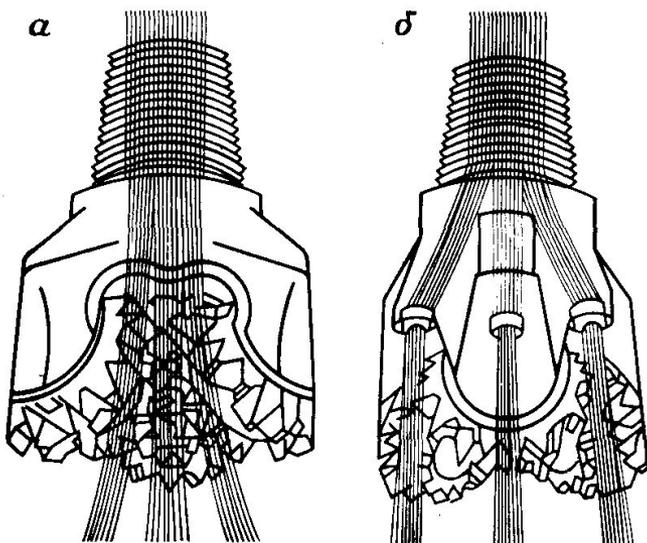
- долота для сплошного бурения, разрушающие породу в одной плоскости или ступенчато;
- бурильные головки для колонкового бурения, разрушающие породу по периферии забоя;
- долота для специальных целей (зарезные, расширители, фрезеры и др).

Долота для сплошного бурения и бурильные головки для колонкового бурения предназначены для углубления скважины. Выпускаются они различных типов, что позволяет подбирать нужное долото.

Долота для специальных целей предназначены для работы в пробуренной скважине и в обсадной колонне.

Долота независимо от их назначения, конструкции и типа нормализованы по диаметрам.

По конструкции промывочных устройств и способу использования гидравлической мощности струи промывочной жидкости долота делятся на струйные (гидромониторные) и проточные (обычные). В гидромониторных долотах струя промывочной жидкости достигает поверхности забоя, что позволяет использовать гидромониторный эффект для очистки поверхности забоя и частичного разрушения породы. В проточных (обычных) долотах промывочная жидкость, протекая через промывочные отверстия, омывает шарошки (лопасти) и только частично достигает поверхности забоя.



Промывка забоя скважины у обычных (а) и гидромониторных (б) шарошечных долот

Лопастные долота для сплошного разрушения забоя

Лопастные долота в зависимости от конструкции и оснащённости твердым сплавом предназначаются для бурения мягких и средней твердости пород, а также мягких с пропластками средних малоабразивных пород, а также для разбуривания цементных пробок, металлических деталей низа обсадных колонн и расширения ствола скважины.

Выпускаются следующие лопастные долота:

- двухлопастные 2Л диаметрами от 76 до 165,1 мм с обычной (проточной) промывкой;
- трехлопастные 3Л диаметрами от 120,6 до 469,9 мм с обычной и гидромониторной промывкой;
- трехлопастные истирающе-режущего действия ЗИР диаметрами от 190,5 до 269,9 мм с обычной и гидромониторной промывкой;
- шестилопастные истирающе-режущего действия БИР диаметрами от 76 до 269,9 мм с обычной или гидромониторной промывкой;
- пикообразные П диаметрами 98,4 до 444,5 мм с обычной промывкой.

Выпускаются следующие типы лопастных долот (кроме долот вида П): М-для мягких пород; МС-для мягких пород с пропластками средней твердости; МСЗ-для мягких абразивных пород с пропластками средней твердости; С-для пород средней твердости. Лопастные долота вида П выпускаются двух видов: Ц-для разбуривания цементных пробок и металлических деталей низа обсадных колонн; Р-для расширения ствола скважины. У шестилопастных долот БИР три лопасти имеют нормальную высоту, а три укороченную (лопасти по высоте чередуются) Промывка осуществляется через три канала, расположенные между лопостями.

Лопастные долота не применяются при бурении гидравлическими забойными двигателями и электробурами, так как при бурении ими требуется большой крутящий момент.

Шарошечные долота для сплошного разрушения забоя

В нашей стране, а также в США и других зарубежных странах для бурения нефтяных и газовых скважин в основном используют шарошечные долота с коническими шарошками.

Шарошечные долота предназначены для сплошного бурения нефтяных, газовых и геологоразведочных скважин, а также скважин разного назначения в горнодобывающей промышленности и в строительстве с очисткой забоя жидкостью или воздухом.

Шарошечные долота имеют следующие преимущества по сравнению с лопастными.

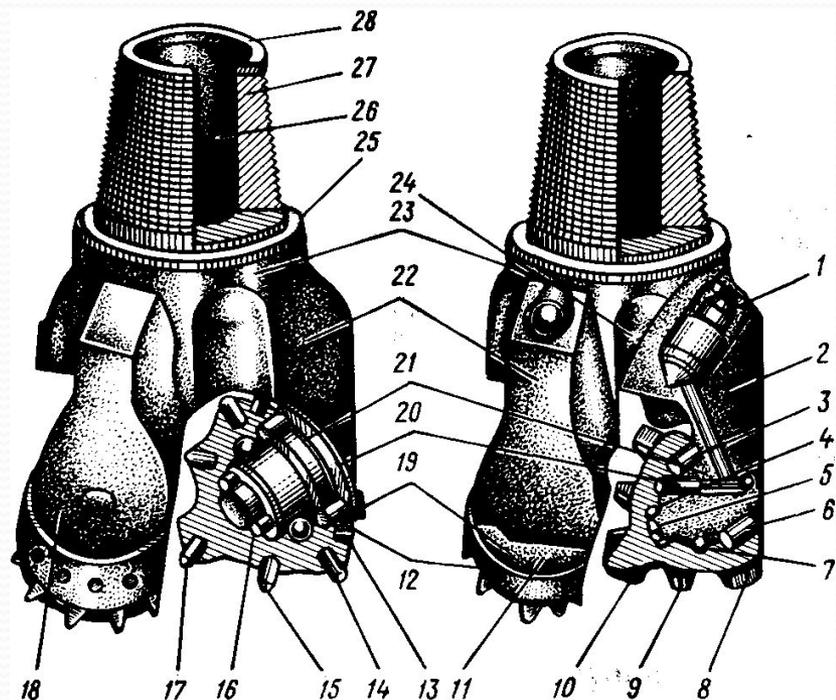
1. Площадь контакта шарошечных долот с забоем значительно меньше, чем у лопастных долот, а длина их рабочих кромок больше, что значительно повышает эффективность разрушения горных пород.

2. Шарошки долота перекатываются по забою в отличие от лезвий лопастного долота, скользящих по нему, вследствие чего интенсивность износа зубьев шарошек значительно меньше интенсивности износа лезвий лопастных долот.

3. Вследствие перекатывания шарошек по забою крутящий момент, потребляемый долотом, сравнительно невелик, поэтому опасность заклинивания шарошечного долота сводится к минимуму.

В соответствии с ГОСТ 20692-75 шарошечные долота изготавливаются трех видов, а именно: одношарошечные - I, двухшарошечные - II и трехшарошечные - III.

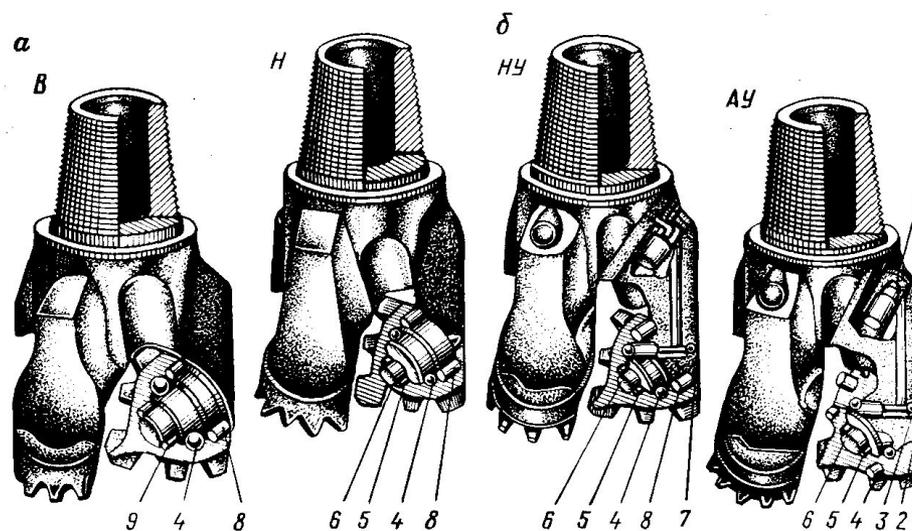
Трехшарошечные долота получили наибольшее распространение. По расположению и конструкции промывочных или продувных каналов долота изготавливаются: с центральной промывкой-Ц; с боковой гидромониторной промывкой-Г; с центральной продувкой-П; с боковой продувкой-ПГ.



Устройство трехшарошечных долот:

1-система компенсации давления смазочного материала; 2-лапа; 3-периферийный роликовый радиальный подшипник качения; 4-концевой радиальный подшипник скольжения; 5-концевой упорный подшипник скольжения; 6-герметизирующий элемент; 7-средний шариковый радиально-упорный подшипник качения; 8-фрезерованный зуб периферийного венца; 9-фрезерованный зуб среднею венца; 10-фрезерованный зуб вершины шарошки; 11-наплавка зерновым твердым сплавом; 12-шарошка; 13-твердосплавный зубок, запресованный в тыльный конус шарошки; 14-твердосплавный зубок периферийного венца шарошки; 15-твердосплавный зубок среднего венца шарошки; 16-концевой роликовый радиальный подшипник качения; 17-твердосплавный зубок вершины шарошки; 18-твердосплавный зубок, запресованный в козырек лапы; 19-козырек лапы; 20- замковый палец; 21-цапфа лапы; 22-спинка лапы; 23-корпус долота; 24-резервуар для размещения смазки; 25-упорный уступ долоа; 26-внутренняя полость присоединительного ниппеля; 27- присоединительный ниппель с замковой резьбой; 28-торец присоединительного ниппеля

Гидромониторные долота, как правило, выпускаются со сменными насадками, когда в нижней части промывочного канала долота растачивается гнездо для установки сменных насадок из износостойкого материала. В этом случае можно установить в долота насадки любого необходимого диаметра на выходе. Опоры шарошек изготавливаются: на подшипниках качения-В; на одном подшипнике скольжения (остальные - подшипники качения)-Н; на одном подшипнике скольжения с герметизацией уплотнительными кольцами и резервуарами для смазки-НУ; на двух подшипниках скольжения и более с герметизацией-АУ.



Основные виды опор:

а-негерметизированные; б-герметизированные маслонаполненные; 1-система компенсации давления смазочного материала; 2-уплотнительное кольцо; 3-периферийный подшипник скольжения с антифрикционным покрытием; 4-замковый шариковый радиально-упорный подшипник качения; 5-концевой радиальный подшипник скольжения; 6-концевой упорный подшипник скольжения; 7-герметизирующий элемент; 8- периферийный роликовый радиальный подшипник качения; 9-концевой роликовый радиальный подшипник

В последнее время выпускаются долота, спроектированные фирмой Дрессер (США) и ПО «Куйбышевбурмаш». Эти долота изготавливаются в соответствии с техническими условиями ТУ 26-02-874-80. Например, условное обозначение 11-215,9СЗ-ГАУ-К16 обозначает следующее: III трехшарошечные; 215,9-диаметр долота, мм; СЗ-тип долота (в данном случае - для бурения абразивных пород средней твердости); Г - обозначение вида промывки (в данном случае - боковая гидромониторная промывка); АУ - вид опоры (в данном случае - герметизированная, маслonaполненная, имеющая два радиальных подшипника скольжения); R-означает, что долото изготовлено по импортной технологии; 16-порядковый номер сборки. Теоретически для каждой горной породы необходимо иметь долото, способное наиболее эффективно ее разрушать. Однако невозможно иметь на вооружении столько типов долот, сколько существует разновидностей горных пород с различными физико-механическими свойствами. На практике применяют долота, обеспечивающие хорошую эффективность в определенной группе горных пород. В отечественной практике бурения применяют трехшарошечные, долота следующих типов.

Кроме трехшарошечных долот в практике бурения применяют двухшарошечные и одношарошечные долота. Двухшарошечные долота предназначены для бурения мягких и вязких пород с пропластками пород средней твердости. Отличительной особенностью двухшарошечных долот по сравнению с трехшарошечными одинаковых диаметров считается увеличение размеров шарошек и более благоприятные условия для расположения промывочных отверстий.

Двухшарошечные долота представляют собой неразборную конструкцию, состоящую из двух сваренных между собой секций (лап), на цапфах которых смонтированы свободно вращающиеся на опорах шарошки с зубьями для разрушения пород. Двухшарошечные гидромониторные долота имеют два боковых канала, в которые устанавливаются сменные насадки, направляющие струи бурового раствора на периферийную часть забоя скважины.

Одношарошечные долота применяют для бурения твердых пород, залегающих на большой глубине. Они состоят в основном из одной лапы, на цапфе которой свободно вращается на шариковых опорах сферическая шарошка, в тело которой запрессованы твердосплавные цилиндрические зубья (штыри) с полусферической или призматической рабочей поверхностью.

Американский стандарт предусматривает следующие размеры в дюймах (мм) шарошечных долот: 33/4 (95,2), 41/8 (104,8), 43/4 (120,7), 55/8 (142,9), 57/8 (149,2), 6 (152,4), 61/8 (155,6), 61/4 (158,8), 61/2 (165,1), 63/4 (171,5), 77/8 (200,0), 83/8 (212,7), 81/2 (215,9), 85/8 (219,1), 83/4 (222,3); 91/2 (241,3), 97/8 (250,8), 11 (279,4), 121/4 (311,1), 143/4 (374,6), 171/2 (444,5), 20 (508), 24 (609,6), 26 (660,4).

Алмазные долота и долота, армированные синтетическими поликристаллическими алмазными вставками

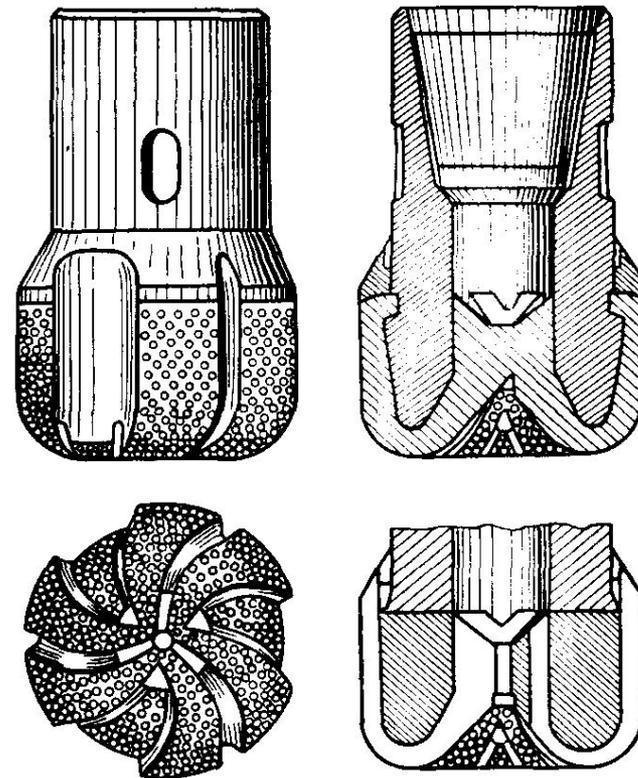
Алмазные долота предназначены для бурения вертикальных и наклонно направленных скважин при прохождении песчаников, доломитов, известняков и других пород, в которых эффективность применения шарошечных долот резко снижается. Правильное применение алмазных долот обеспечивает высокие рейсовые скорости бурения; сокращение спуско-подъемных операций; экономию средств; снижение кривизны при проводке вертикальных скважин.

Алмазные долота, подобно лопастным, не имеют самостоятельно движущихся частей. Они состоят из фасонной алмазнесущей головки (матрицы), выполненной из порошкообразного твердосплавного материала, и стального корпуса с присоединительной замковой резьбой.

Алмазные долота изготавливают диаметрами 91,4-391,3 мм двух модификаций:

1) однослойные с размещением зерен алмазов в поверхностном слое матрицы по определенным схемам (типы -радиальные ДР, ступенчатые ДТ и ступенчатые с шаровыми выступами ДК);

2) импрегнированные (импрегнированным называется алмазное долото, в котором при изготовлении объемные алмазы перемешиваются с материалом матрицы -шихтой, обеспечивая тем самым равномерную насыщаемость матрицы алмазами с примерно равномерным распределением мелких зерен алмазов в объеме матричного материала (тип-с шаровидными выступами ДИ).



Алмазное радиальное долото типа ДР для бурения среднеабразивных средней твердости и твердых пород

Алмазные долота при турбинном бурении (по сравнению с роторным) дают более высокую механическую скорость при одинаковой величине проходки, на долото.

Бурение алмазными долотами может продолжаться без перерыва до 200-250 ч. Бурение алмазными долотами не разрешается в часто перемежающихся трещиноватых, кавернозных породах, сложенных различными окаменелостями и другими крепкими абразивными породами. Перед началом бурения алмазными долотами ствол скважины калибруется, а забой скважины очищается от металла. По мере углубления скважины на забое накапливается большое количество металлических обломков в результате скола зубьев и выпадания элементов опор шарошечных долот. Часть металла, находящегося на забое, размельчается в процессе бурения и выносится буровым раствором на поверхность, другая часть попадает в каверны и стенки скважины; этот металл в процессе бурения может снова попасть на забой.

Металл на забое приводит к катастрофическому выкрашиванию алмазов. Очищать забой глубоких скважин от металлических предметов и крупных обломков породы можно с помощью методов очистки ствола, разработанных ВНИИБТ.

1. Перед спуском алмазного долота последние два-три рейса шарошечным долотом необходимо проводить с одновременной очисткой скважины от металла и крупного шлама с помощью забойного шламоуловителя, установленного над долотом (при роторном бурении) и турбобуром (при турбинном бурении).

2. Если необходима дополнительная очистка скважины и калибровка ствола, то следует сделать специальный рейс забойного шламоуловителя.

При турбинном бурении алмазным долотом для более интенсивного выноса разбуренной породы из при забойной зоны на валу турбобура устанавливается чехол-отражатель, изменяющий направление струи, которая выходит из ниппеля турбобура, и тем самым способствующий лучшему выносу выбуренной породы.

При разбурировании упругохрупких и упругопластичных пород при алмазном бурении происходит объемное разрушение скалыванием и сдвигом. Поэтому одним из условий при подборе рациональных параметров отработки долот считается обеспечение усталостного и объемного разрушения породы на забое. Основными критериями при этом должны быть допустимая нагрузка на алмазы и критическая окружная скорость, определяемые соответственно прочностью алмазов, существующими нормами промывками забоя и твердостью пород.

Разрешается применение в бурении алмазных долот и бурильных головок только в тех случаях, когда их диаметр меньше диаметра ствола скважины.

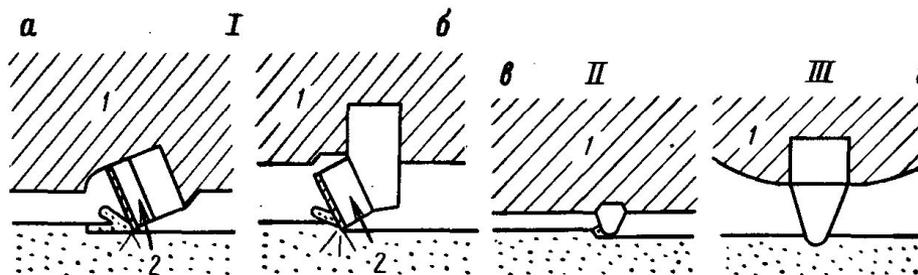
Алмазное долото считается полностью отработанным при общей потере 40% алмазов. Успешное применение алмазных долот привело к созданию ряда конструкций твердосплавных долот, обеспечивающих аналогичный принцип разрушения горной породы.

Производство и применение долот ИСМ, армированных вставками из славутича, было начато в 1967 г. За это время создано более 150 типоразмеров долот и другого армированного материалом славутич бурового породоразрушающего инструмента диаметром 91,4-391,3 мм.

Начиная с 1977 г. при бурении нефтяных и газовых скважин за рубежом началось широкое применение долот, получивших название «стратапакс» (торговая марка). Эти долота, армированы синтетическими поликристаллическими алмазными вставками. В нашей стране такие породоразрушающие инструменты (долота, коронки) названы долотами (коронками), оснащенными алмазотвердосплавными пластинами.

Долота стратапакс предназначены для разбуривания мягких и средней твердости пород. При бурении долотами этого типа обеспечиваются большие механическая скорость проходки и проходка на долото по сравнению с алмазными и трехшарошечными долотами при меньших энергетических затратах. Это обусловлено тем, что разрушение горных пород осуществляется путем резания (рис. 4.10), которое более эффективно, чем вдавливание (шарошечное долото) и истирание-измельчение (алмазное долото).

Основной режущий элемент долота - диск диаметром 13,3 или 13,5 мм, который представляет собой слой подвергнутых спеканию под большим давлением и при высокой температуре поликристаллических алмазов на подложке из карбида вольфрама. Толщина алмазного слоя составляет 0,635 мм при толщине диска 2,92 и 7,37 мм. Диски припаивают к державкам цилиндрической формы, которые вмонтированы в корпус долота, или державки впаивают в гнезда, выполненные в матрице долота.



Механика разрушения горных пород различными долотами:

I - стратапакс; II - алмазными; III - шарошечными; 1-корпус долота; 2-алмазно-твердосплавная пластина; а - разбуривание твердых пород (частичное обнажение резца); б - разбуривание мягких пород (полное обнажение резца); в - истирание-измельчение; г - вдавливание

Тонкий алмазный слой состоит из многочисленных мелких кристаллов, расположенных хаотично, что обеспечивает высокую ударную прочность и износостойкость диска. Благодаря поликристаллической структуре алмазного слоя и отсутствию плоскостей спайности при износе дисков постоянно возобновляются острые кромки, которые эффективно срезают породу. За счет этого поддерживается высокая механическая скорость проходки в течение всего периода работы долота. Высокая износостойкость поликристаллических алмазов в сочетании с отсутствием движущихся элементов способствует длительной работе породоразрушающего инструмента на забое. Алмазные диски и карбидовольфрамовые подложки к ним за рубежом главным образом производятся фирмой «Дженерал Электрик» (США).

Большие размеры резцов стратапакс позволяют обеспечить выступ резцов стратапакс над корпусом долота до 12-15 мм. При этом создаются хорошие условия удаления шлама из зоны разрушения породы и исключается контакт корпуса с забоем. Одним из важных преимуществ долот стратапакс считается то, что изменение плотности бурового раствора не влияет на механическую скорость проходки.

Долота, изготавливаемые разными фирмами, отличаются способом закрепления резцов стратапакс, конструкцией промывочных систем, конфигурацией и материалом корпусов. Долота матричного типа имеют повышенную стойкость к размыву раствором по сравнению с долотами, корпуса которых выполнены из стали.

Долота с алмазотвердосплавными пластинами - это высокоэффективный инструмент для бурения пород мягких и разрушении которых резцы сохраняют острые кромки длительное время. При роторном бурении и бурении винтовыми забойными двигателями долота этого типа обеспечивают увеличение механической скорости проходки в 2 раза по сравнению с шарошечными долотами, проходки на долото в 3-7 раз при осевой нагрузке в 2-2,5 раза меньшей и при сопоставимом крутящем моменте. В нашей стране начато серийное изготовление долот диаметром 214,3 мм, оснащенных алмазотвердосплавными пластинами. Использование этих долот, несмотря на высокую стоимость (6-7,5 тыс. руб. за долото), показало их эффективность. Так, средняя проходка на такое долото в Западной Сибири составляет 2100 м (средняя проходка на трехшарошечное долото в этом районе в эксплуатационном бурении составляет 183 м). Долото может многократно использоваться. Долота стратапакс получили дальнейшее развитие, так за рубежом появились долота типа балласет-фирма изготовитель «Нортон Крис-тансен» (США). В этих долотах применяются режущие элементы из термостойких синтетических поликристаллических алмазов. Поэтому данные долота пригодны для эффективного разбуривания твердых, плотных и абразивных горных пород. Эффективная работа долот балласет достигается при малой нагрузке на долото и высокой частоте вращения. Долота этого типа успешно используются при бурении глубоких скважин.

Снаряды для колонкового бурения (керноприемные устройства) и бурильные головки к ним

Все снаряды для колонкового бурения вне зависимости от конструкций состоят из следующих основных частей:

- 1) бурильная головка для разрушения породы вокруг обуриваемого керна;
- 2) внешний корпус;
- 3) внутренняя колонковая труба для сохранения и выноса керна;
- 4) кернодержатель (кернорватель).

По принципу применения снаряды для колонкового бурения подразделяют на снаряды (керноприемные устройства) с несъемной (постоянной) колонковой трубой и на снаряды со съемной грунтоносной. При работе снарядами для колонкового бурения со съемной грунтоносной керн извлекается специальным ловителем на канате, бурильную головку поднимают после полной ее отработки.

Процесс подъема загруженной грунтоносной и спуск новой протекает следующим образом. При спуске ловитель захватывает грунтоноску за головку, соединенную с колонковой трубой. После захвата грунтоносной ловителем ее поднимают лебедкой, установленной на поверхности. После подъема грунтоносной с керном в бурильные трубы сбрасывают пустую грунтоноску, которая, дойдя до снаряда, садится головкой на опору. Бурение продолжается. В последнее время почти повсеместно используют снаряды для колонкового бурения со съемной грунтоносной. По типу бурильные головки делятся на лопастные, шарошечные и алмазные. К последним относятся также бурильные головки, армированные синтетическими алмазами. В снарядах для колонкового бурения всех типов керн образуется бурильной головкой, а для отрыва и удержания керна служит кернодержатель.

Значение кернодержателя в обеспечении хорошего выхода керна очень велико. Существует много разных конструкций кернодержателей. В зависимости от условий бурения, физико-механических свойств разбуриваемых пород применяют ту или другую конструкцию. Приемником отобранного керна служит колонковая труба, заканчивающаяся сверху клапаном, через который из колонковой трубы выходит промывочная жидкость.

Лопастные бурильные головки с тремя и четырьмя лопастями предназначаются для бурения с колонковыми долотами в тех же породах, что и лопастные долота для сплошного разрушения забоя, их конструкции и материалы также аналогичны. У нас в стране при колонковом бурении распространены шарошечные бурильные головки. Они могут быть одно-, трех-, четырех- или шестишарошечные.

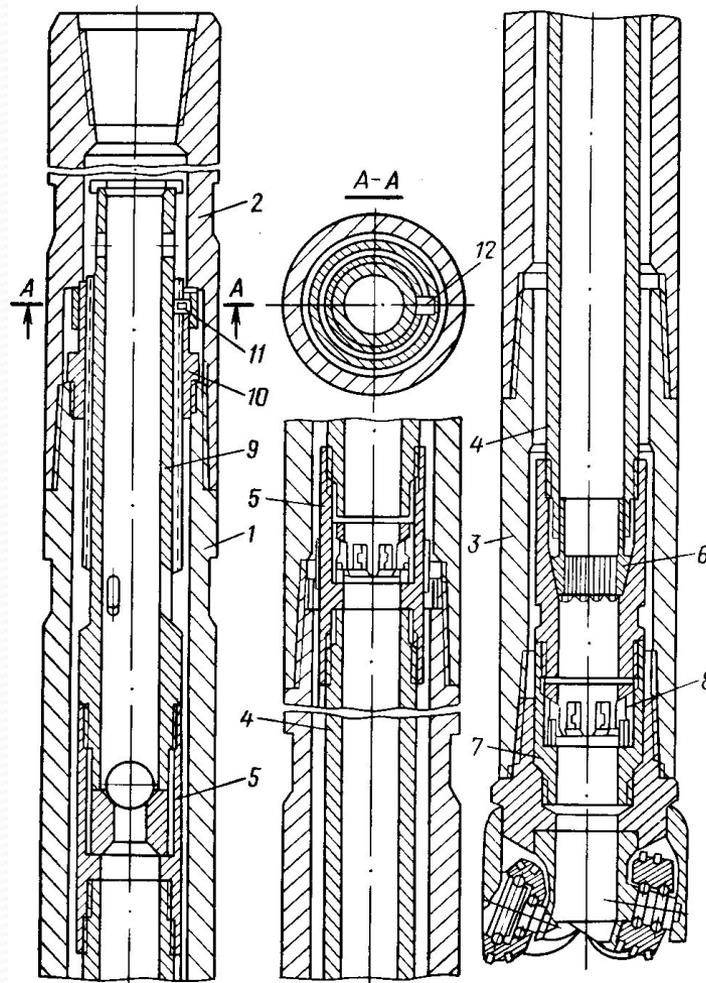
Алмазные бурильные головки по своей конструкции, вооруженности алмазами на единицу площади аналогичны алмазным долотам для сплошного разрушения забоя.

При роторном способе бурения наиболее широкое распространение имеют колонковые снаряды «Недра». ВНИИБТ разработаны снаряды этой серии следующих размеров: 203/100, 164/80; 138/67 и 122/52 мм (цифры в числителе обозначают диаметр корпуса снаряда, в знаменателе - номинальный диаметр керноприема бурильной головки).

Колонковый снаряд «Недра» состоит из корпуса 1, изготовленного из толстостенных труб, соединяемых специальной замковой резьбой между собой и с переводниками верхним 2 и нижним 3. Внутри корпусов помещена грунтоноска, состоящая из колонковых труб 4, соединяемых муфтами 5, снабженными ребрами для центрирования внутри корпусов. Внизу грунтоноска заканчивается компоновкой кернорвателей и башмаком 7, которым она опирается на бурильную головку.

Кернорватели - цанговый 6 и рычажковый 8 - выполнены плавающими, вследствие чего они при бурении остаются неподвижными относительно керна, в то время как грунтоноска вращается вместе с корпусом и бурильной головкой. Сверху грунтоноска заканчивается винтом 9, присоединенным при помощи одной из муфт 5 к верхней колонковой трубе. По винту «ходит» гайка 10, ввинчивающаяся наружной резьбой во внутреннюю резьбу ниппелей корпусов. После того как гайка навинчена, а грунтоноска упрется в бурильную головку, положение грунтоноски фиксируется кольцом-фиксатором 11, штырь 12 которого, входя в пазы гайки 10 и винта 9, препятствует перемещению винта относительно гайки и, следовательно, корпуса. Таким образом, грунтоноска жестко закрепляется в корпусе, а кернорватели максимально приближаются к бурильной головке. Для центрирования снаряда вместо переводников 2 и 3 могут быть установлены переводники-центраторы.

Для осложненных условий бурения предназначены колонковые снаряды серии «Селур» 146/80 и 114/52 мм. Снаряды этой серии имеют одинаковую со снарядами серии «Недра» керноприемную часть (кернар-ватель, керноприемная труба, регулировочный винт), но корпус меньше диаметра.



Колонковый снаряд «Недра»

Для бурения в трудноотбираемых породах применяют колонковые снаряды серии «Кембрий». Эти снаряды позволяют отбирать керн большего, по сравнению с колонковыми снарядами серий «Недра» и «Сепур», диаметра и работают со специальными бурильными головками. Колонковые снаряды (Кембрий) выпускают следующих размеров: 172/100 и 122/67 мм. Колонковые снаряды «Недра», «Сепур» и «Кембрий» имеют несъемные керноприемники.

Чтобы обеспечить высокий процент выноса керна в турбинном бурении, созданы специальные турбобуры для колонкового бурения, в которых турбобур, керноприемное устройство и бурильная головка представляют собой единый комплекс, приспособленный к работе на высокооборотном режиме.

Работа со снарядом для колонкового бурения имеет специфические особенности. Перед спуском в скважину снаряд необходимо собрать на поверхности и тщательно осмотреть. Бурильные головки любых типов нужно спускать в скважину по возможности без расширения ствола скважины; при этом необходимо следить за показаниями индикатора веса. В случае обнаружения затяжек бурильной колонны этот интервал прорабатывают. При спуске инструмента в скважину, недоходя до забоя на 10-12 м. включают буровые насосы, при роторном бурении вращают бурильную колонну с одновременной плавной подачей ее до забоя, при турбинном бурении включают турбобур и с плавной подачей доходят до забоя. Снарядом для колонкового бурения бурят без отрыва от забоя, при этом бурильную головку на забой подают равномерно.

Проходка за рейс определяется износостойкостью бурильной головки, а для колонковых снарядов с несъемными керноприемниками она не должна превышать полезной длины керноприемной трубы.

Перед отрывом керна от забоя или перед наращиванием, при роторном бурении необходимо вращать инструмент до снятия осевой нагрузки на бурильную головку. Отрыв керна от забоя нужно проводить при непрерывной промывке и замедленном подъеме инструмента. Для гарантии отрыва и удержания керна следует подъем и спуск на забой без вращения (с осевой нагрузкой, на 20-30 кН превышающей нагрузку при бурении) провести два-три раза. По окончании бурения с отбором керна рекомендуется сократить до минимума время выравнивания параметров промывочной жидкости перед подъемом инструмента.

Чтобы лучше сохранить керн при подъеме инструмента, следует избегать резких ударов бурильных труб. Отвинчивать бурильные трубы ротором запрещается. Режим работы снарядами для колонкового бурения устанавливают, исходя из типоразмеров долот, глубины бурения, характера проходимых пород и способа бурения. Порядок проведения работ по выбору рациональных типов колонковых снарядов (керно-отборного инструмента) и оптимальных параметров режима их отработки приведен ниже

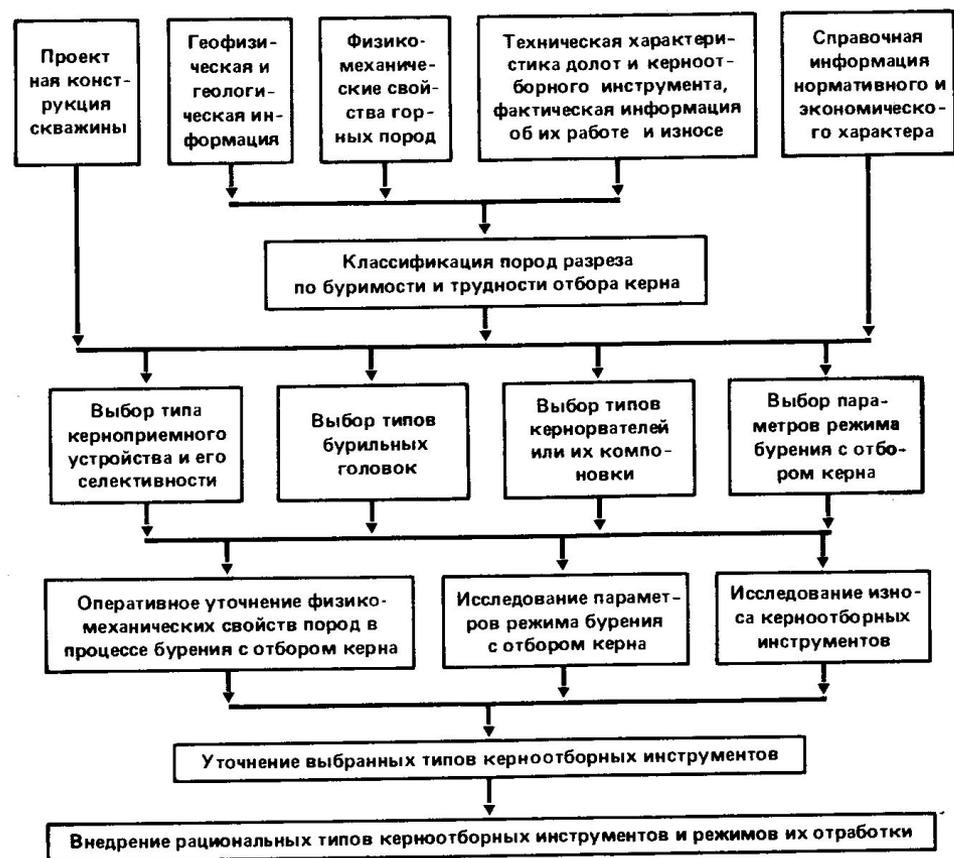


Схема выбора рациональных типов колонковых снарядов (керно-отборных инструментов) по РД 39-2-399-80

Материалы, применяемые для изготовления долот

Лопастные долота. Корпус долота и лопасти изготавливают обычно штампованными или коваными. Для изготовления корпуса применяют углеродистую нелегированную сталь с содержанием углерода 0,35-0,40%, а для лопастей - стали, легированные хромом, кремнием и марганцем. Лопасти долота армируются твердым сплавом.

Шарошечные долота. Детали шарошечных долот изготавливают из сталей разных марок. Шарошки работают в наиболее тяжелых условиях, поэтому к материалу, из которого они изготовлены, предъявляются высокие требования. Наиболее полно этим требованиям удовлетворяют конструкционные, легированные, цементируемые малоуглеродистые стали. Стойкость рабочей поверхности шарошек достигается армированием зубьев твердыми сплавами.

Лапы долот изготавливают из конструкционных малолегированных цементируемых сталей, лучшими из которых считаются хромоникель-молибденовые.

Для шарошек и роликов в опорах долот используют специальную кремнемолибденовую сталь, обладающую высокой прочностью и износостойкостью.

Алмазные долота. Корпус алмазного долота выполняется из конструкционной углеродистой стали с содержанием углерода 0,35-0,4%. Рабочая фасонная поверхность (матрица) выполнена из порошкообразного или зернистого твердого сплава, пропитанного твердым припоем и спаянного в процессе пропитки со стальным корпусом.

Технико-экономические показатели работ долот. Выбор рациональной конструкции (типов) долот

Успех проводки скважины (скорость, качество и стоимость) прежде всего зависит от решения двух вопросов рационального подбора и отработки долот в зависимости от физико-механических особенностей горных пород, подлежащих разбуриванию в процессе строительства скважины, и правильного подбора бурового раствора. Однако это не значит, что другие факторы (подбор буровой установки, бурильного инструмента, способа бурения и т. п.) не влияют на процесс бурения, но подбор долот и бурового раствора считаются решающими. Рассмотрим выбор рациональных типов долот, но прежде чем перейти к рассмотрению этого вопроса остановимся на технико-экономических показателях работы долот.

Для оценки работы долот при бурении нефтяных и газовых скважин пользуются следующими показателями:

- а) механической скоростью проходки u_m (в м/с), измеряемой числом метров, проходимых долотом в течение 1 ч работы на забое;
- б) рейсовой скоростью проходки u_p (в м/с), измеряемой числом метров за один рейс, отнесенных ко времени механического бурения t плюс время, затраченное на подъем инструмента t_p замену долота t_d , спуск инструмента t_c и наращивание в процессе бурения t_n
- в) временем t (в ч) пребывания долота на забое;
- г) проходкой h (в м) за один рейс.

Из этого следует, что

$$u_m = h/t;$$

$$u_p = h/(t + t_n + t_d + t_c + t_n), \quad (1)$$

а если принять

$$t_{cn} = t_n + t_d + t_c + t_n, \text{ то } u_p = h/(t + t_{cn}). \quad (2)$$

Обобщающий, комплексный критерий оценки эффективности работы шарошечных долот-эксплуатационные затраты на 1 м проходки, позволяющие учесть не только проходку на долото за рейс и механическую скорость проходки, но и стоимость 1 ч работы буровой установки по затратам, зависящим от времени ее работы, а также стоимость долот.

Эксплуатационные затраты (в тг/м) на 1 м проходки

$$C = [1/um + 1/h(tc_n + tn_z)] C_b + C_d, \quad (3)$$

где tc_n -продолжительность спуско-подъемных операций, отнесенных за один рейс, ч;

tn_z -продолжительность подготовительно-заключительных работ, отнесенных за один рейс, ч;

C_b -сметная стоимость 1 ч работы буровой установки по затратам, зависящим от времени, откорректированная по фактической коммерческой скорости, тг/ч;

C_d -стоимость долота с районной надбавкой, руб. Формула (3) может быть также записана в следующем виде:

$$C = [(t + tc_n + tu_z) C_b + C_d] / h. \quad (4)$$

Рациональной конструкцией (типом) долота данного размера считается такая конструкция (тип), которая при бурении в конкретных геологических условиях обеспечивает минимум эксплуатационных затрат на 1 м проходки.

Основные параметры режима бурения (осевая нагрузка на долото, число оборотов, время пребывания на забое, проходка за рейс и т.д.) и типы долот устанавливаются геолого-техническим нарядом. Долото поступает на буровую с одним экземпляром паспорта. После обработки долота буровой мастер должен занести в соответствующие графы паспорта все необходимые данные согласно буровому журналу и индикаторной диаграмме, подписать паспорт и направить его вместе с долотом на долотную базу. Здесь данные из паспорта заносятся в сводную ведомость.

Обязательными условиями для выбора рациональных конструкций (типов) долот считаются следующие:

- систематический учет показателей работы долот дифференцирование по нефтяным и газовым месторождениям, площадям, стратиграфическим подразделениям, интервалам глубин, способам и режимам бурения;
- оценка и учет результатов промысловых испытаний опытных и опытно-промысловых партий долот новых конструкций;
- изучение и учет характера износа элементов долота (опоры, вооружения, потери диаметра и др.);
- систематическое изучение и анализ геологического разреза по данным геофизических исследований, исследований кернового и шламового материала; проведение хронометража работы долот.

Работы по выбору рациональной конструкции (типов) шарошечных долот выполняются в три стадии.

Первая стадия (предварительная) включает следующее: изучение и дифференцированный анализ геологической информации для определения условий работы долот; изучение и анализ показателей работы и характеристик износа применявшихся долот на основе сбора и обобщения фактической промысловой информации о работе ранее применявшихся конструкций (типов) долот и режимов бурения; разработка предварительных рекомендаций для проведения экспериментальных исследований.

Вторая стадия работ-стадия экспериментальных исследований -включает следующее: обоснование и выбор скважин, стратиграфических подразделений, интервалов глубин и комплексов пород для проведения исследований; обоснование и назначение набора типов и конструкций долот для проведения экспериментальных исследований поинтервально в каждом стратиграфическом подразделении и комплексе пород; комплектование набора типов и конструкций долот для проведения экспериментальных исследований дифференцированно по интервалам глубин всех стратиграфических подразделений, разработку рекомендаций по выбору наиболее эффективных сочетаний параметров режима бурения; проведение экспериментальных исследований; анализ результатов экспериментальных исследований, разработка рекомендаций для промышленного внедрения.

Третья стадия работ - промышленное внедрение результатов экспериментальных исследований по выбору рациональных типов, конструкций долот и наиболее эффективных режимов их работы в геологических условиях, аналогичных тем, в которых проводились исследования. По вышеописанной методике для каждого месторождения подбираются рациональные типы долот. Достоверность выводов и рекомендаций зависит в первую очередь от добросовестного отношения буровых бригад и ИТР к выполнению перечисленных выше стадий выбора рациональных типов шарошечных долот. На основании проведенных экспериментально-исследовательских работ разрабатываются «Регламенты отработки долот» для каждой площади (блока), или месторождения в целом дифференцированно по группам типовых конструкций скважин.

Утвержденные «Регламенты отработки долот» обязательны для использования при разработке проектно-сметной документации и геолого-технического наряда на каждую вновь закладываемую скважину, при определении потребности в долотах и формировании заявок на планируемый период, а также при комплектовании наборов рациональных типов долот для проводки скважин.

Выводы

Долота - инструмент, при помощи которого разрушается горная порода на забое и образуется скважина. Долота могут разрушать породу, по-разному воздействуя на нее. Долота бывают режуще-скалывающего (лопастные), дробяще - скалывающего (шарошечные), истирающе-режущего действия (алмазные долота и долота, армированные синтетическими поликристаллическими алмазными вставками).

По назначению долота различаются для сплошного бурения, колонкового бурения, специальных целей. По конструкции промывочных устройств и способу использования гидравлической мощности струи промывочной жидкости долота делятся на струйные (гидромониторные) и проточные (обычные). Долота подбираются в зависимости от физико-механических свойств горных пород. В отечественной практике используются следующие типы трехшарошечных долот: М, МЗ, МС, МСЗ, С, СЗ, СТ, Т, ТЗ, ТК, ТКЗ, К, ОК (см. табл. 16).

В мировой практике за последнее время получали долота армированные синтетическим поликристаллическими алмазными вставками (стратапакс). Долота этого типа обеспечивают большую механическую скорость и проходку на долото по сравнению с трехшарошечными и алмазными долотами при меньших энергетических затратах.

При отборе керна применяют снаряды для колонкового бурения (керноприемные устройства) и бурильные головки к ним. К долотам для специальных целей относятся расширители и долота фрезерные, для реактивно-турбинного способа бурения (РТБ), для бурения без подъема бурильной колонны для смены долота.

Достижение высоких показателей при бурении скважины возможно только при рациональном подборе и отработке долот в зависимости от физико-механических особенностей горных пород подлежащих разбуриванию. Поэтому этим вопросам необходимо уделять первостепенное внимание.

На основании экспериментально - исследовательских работ для каждой площади (блока) или месторождения в целом должны быть разработаны «Регламенты отработки долот». При бурении скважины следует обязательно пользоваться этим регламентом.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются долота по характеру разрушения породы?
2. Как классифицируются долота по назначению?
3. Расскажите о лопастных долотах для сплошного бурения.
4. Каких видов изготавливаются шарошечные долота? Расскажите об их устройстве. Каких видов изготавливаются опоры шарошек?
5. Какие режимы эксплуатации рекомендуются для шарошечных долот?
6. Расскажите о алмазных долотах для сплошного разрушения забоя. В чем особенность и преимущества долот, оснащенных алмазотвердосплавными резцами (пластинами)?
7. Из каких основных частей состоят снаряды для колонкового бурения? Какие особенности работы со снарядом для колонкового бурения?
8. Какие материалы применяются для изготовления долот?
9. Какие показатели используются для оценки работы долот при бурении нефтяных и газовых скважин?
10. Как выбрать рациональную конструкцию долота?
11. Расскажите о содержании и назначении «Регламента отработки долот».