

*Посвящается 85 – летию
РГУ нефти и газа
имени И.М. Губкина*



Автор выражает признательность
и благодарность ОАО «Газпром» за поддержку
и участие в издании настоящего учебного пособия
для студентов ВУЗов нефтегазового профиля

D.A. Volik

DRILLING BITS

A Textbook



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
2014**

Д.А. Волик

**БУРОВЫЕ
ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЕ
ИНСТРУМЕНТЫ**

Учебное пособие

*Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению
подготовки бакалавров 131 000 «Нефтегазовое дело»,
по представлению Ученого совета
Российского государственного университета
нефти и газа имени И.М.Губкина*



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
2014**

УДК 622.24.05
ББК 33.131
В67

Рецензенты:

проф. *Р.А. Ганджумян* (РГУ имени Серго Оржоникидзе),
канд. техн. наук, доц. *Г.П. Чайковский* (и.о. генерального директора
ОАО НПО «Буровая техника» – ВНИИБТ),
д-р техн. наук, проф., акад. РАЕН *А.М. Гусман* (зав. отделом
ОАО НПО «Буровая техника» – ВНИИБТ)

Волик Д.А.

В67 Буровые породоразрушающие инструменты: Учеб.
пособие для вузов. – М.: РГУ нефти и газа имени
И.М. Губкина, 2014. – 94 с.: ил.
ISBN 978-5-91961-116-5

Приведены основные сведения о современных конструкциях и типах породоразрушающих буровых инструментов для бурения скважин сплошным и кольцевым забоями. Особое внимание уделено породоразрушающим инструментам новых конструкций как отечественного, так и зарубежного производства. Изложены требования по их рациональному использованию, правилам эксплуатации и учета отработки.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Нефтегазовое дело».

Данное издание является собственностью РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина и его репродуцирование (воспроизведение) любыми способами без согласия университета запрещается.

**УДК 622.24.05
ББК 33.131**

ISBN 978-5-91961-116-5

© Волик Д.А., 2014
© Российский государственный университет нефти
и газа имени И.М. Губкина, 2014
© Голубев В.С., оформление серии, 2007



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕН- ТОВ	7
КОНСТРУКЦИИ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕН- ТОВ	8
Лопастные породоразрушающие инструменты	8
Шарошечные породоразрушающие инструменты	11
Вооружение шарошечных породоразрушающих инструментов.....	14
Системы очистки забоя и элементов вооружения шарошечных по- родоразрушающих инструментов	22
Опоры шарошек шарошечных породоразрушающих инструментов.	26
Система герметизации маслonaполненных опор шарошечных по- родоразрушающих инструментов	29
Типы и основные размеры шарошечных долот по ГОСТ 20692–75.....	32
Лицензионные шарошечные долота производства ОАО «Волгабурмаш»	40
Одношарошечные долота.....	46
Система кодирования износа шарошечных долот, принятая в России	48
Кодирование износа шарошечных породоразрушающих инструментов по кодам IADC	50
АЛМАЗНЫЕ ДОЛОТА, ДОЛОТА ИСМ И PDC	57
Алмазные долота.....	57
Кодирование износа алмазных (классических) долот	61
Долота ИСМ	62
Долота PDC	65
Кодирование износа долот PDC.....	74
БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ	85
Шарошечные и лопастные бурильные головки по ГОСТ 21210–75.....	85
Алмазные бурильные головки и бурильные головки ИСМ и PDC.....	87
ЛИТЕРАТУРА	93
ОБ АВТОРЕ.....	93



ВВЕДЕНИЕ

Для поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых ежегодно в мире бурят тысячи разнообразных скважин, в том числе в России 5400–5500 скважин.

Ежегодно в России для бурения скважин в нефтегазовых отраслях промышленности производят около 60 тыс. породоразрушающих инструментов и импортируют около 20 тыс.; в горнорудных отраслях промышленности – соответственно около 50 тыс. и 10 тыс.

Конструкции породоразрушающих инструментов в последние годы совершенствовались и усложнились, что привело к серьезному их удорожанию, а следовательно, и удорожанию строящихся скважин. Средняя стоимость строительства одной скважины на суше составляет порядка 8–12 млн руб., а на шельфе морей в разы дороже.

Знание и рациональное применение будущими специалистами-буровиками ассортиментов и конструкций современных породоразрушающих инструментов и правил их эксплуатации являются важнейшими условиями оптимизации затрат на строительство скважин.

● КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Современная промышленность производит породоразрушающие инструменты различных видов, конструкций и типов. Для удобства ориентировки в этом многообразии их классифицируют по некоторым признакам: по назначению, характеру взаимодействия с разрушаемой горной породой и конструкции.

1. По назначению:

- для бурения сплошным забоем (буровые долота);
- для бурения кольцевым забоем (бурильные головки и коронки);
- специального назначения (вспомогательные инструменты типов ПЦ, ПР, расширители, долота-фрезеры, инструменты для «зарезки» наклонных стволов, бицентричные долота и т.п.).

2. По характеру (способу) воздействия вооружения на горную породу в процессе ее разрушения:

- режуще-скалывающего действия (РС) (инструменты лопастные, одношарошечные, PDC);
- истирающе-режущего действия (ИР) (инструменты алмазные (классические), ИСМ);
- дробяще-скалывающего действия (ДС) (инструменты шарошечные).

3. По конструкции:

- опорные – на опоре закреплена шарошка – вращающаяся относительно корпуса часть долота, оснащенная вооружением (все шарошечные долота и шарошечные бурильные головки);
- безопорные (с фиксированными резцами) – долото не имеет вращающихся частей (долота и бурильные головки лопастные, алмазные, ИСМ, PDC).



КОНСТРУКЦИИ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

ЛОПАСТНЫЕ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Лопастные породоразрушающие инструменты состоят из корпуса и лопастей (рис. 1). В верхней части корпуса нарезается присоединительная резьба, а в нижней части просверливаются сквозные промывочные отверстия для подачи промывочной жидкости на забой. Боковые калибрующие и другие рабочие поверхности лопастей обычно покрывают релитом, чугуном или армируют порошкообразным карбидом вольфрама.

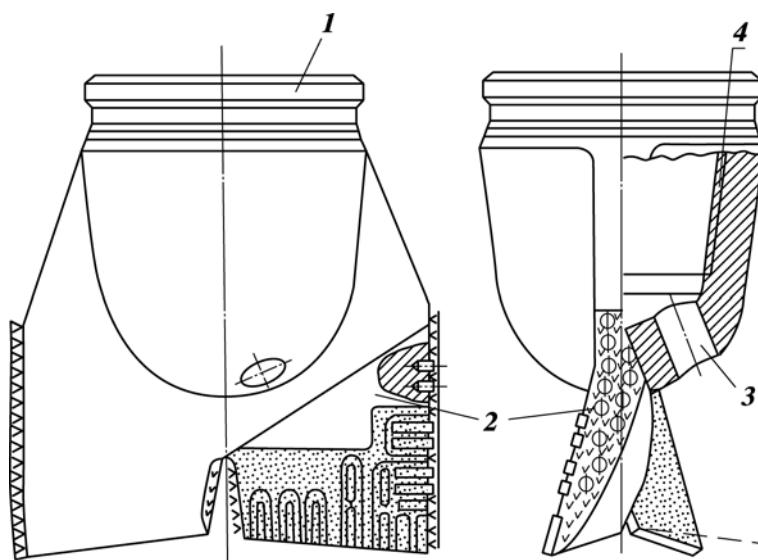


Рис. 1. Двухлопастное долото:

1 – корпус; 2 – лопасти; 3 – промывочные отверстия; 4 – присоединительная резьба

Лопастные долота выпускаются следующих пяти разновидностей:

2Л – двухлопастные;

3Л – трехлопастные (рис. 2);

ЗИР – трехлопастные истирающе-режущие;

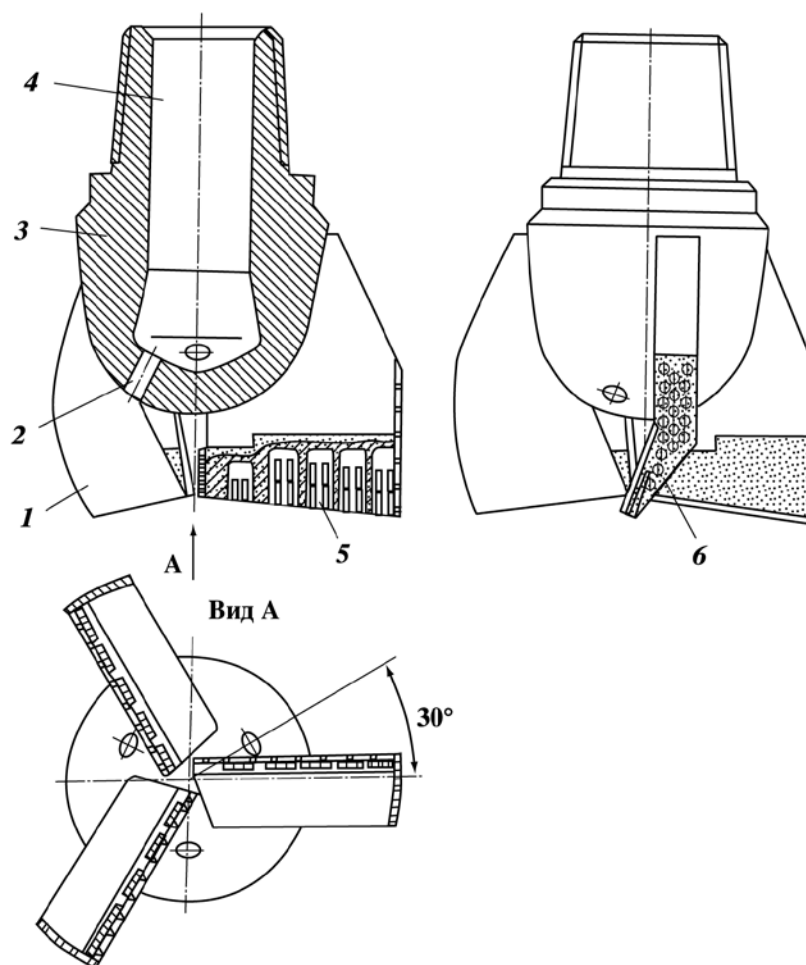


Рис. 2. Трехлопастное долото:

1 – лопасть; 2 – промывочное отверстие; 3 – корпус; 4 – соединительная резьба; 5 – твердосплавные пластины; 6 – армирование торца лопасти

6ИР – шестилопастные истирающе-режущие;
 П – пикообразные (однолопастные).

Лопастные породоразрушающие инструменты в соответствии с их назначением производятся четырех типов: М, МС, МСЗ и С.

Породоразрушающие инструменты разновидностей 2Л и 3Л выпускаются двух типов: М и МС.

Конструктивно породоразрушающие инструменты типа М

отличаются от долот типа МС армированием передней поверхности зерновым релитом в пазах, прорезанных по определенной схеме с учетом характера износа лопастей и усилением с наружи чугуном. В породоразрушающих инструментах типа МС вместо релита в тех же пазах устанавливаются и припаиваются твердосплавные победитовые пластины прямоугольной формы.

Породоразрушающие инструменты разновидности 3ИР относятся к типу МСЗ, а разновидности 6ИР – к типу С.

Пикообразные породоразрушающие инструменты изготавливают двух типов:

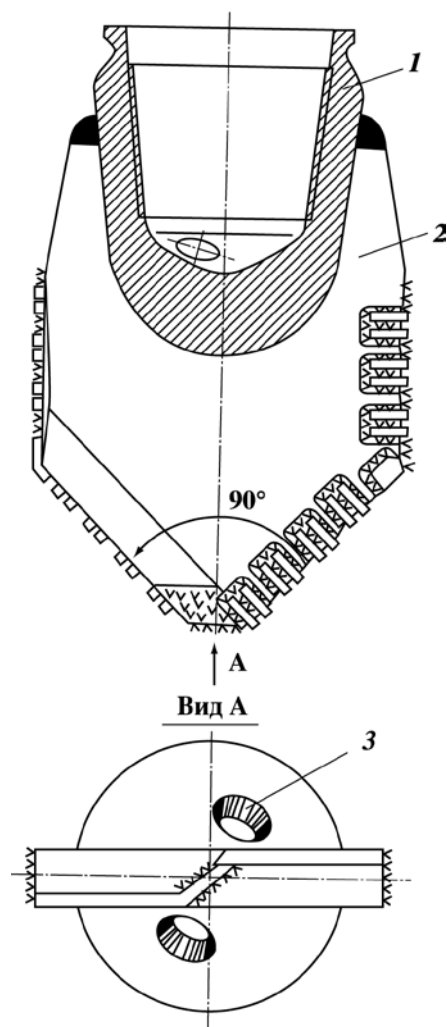


Рис. 3. Пикообразное долото для разбуривания цементных стаканов в обсадной колонне:
 1 – корпус; 2 – лопасть; 3 – промывочные отверстия

ПЦ – для разбуривания цементных пробок и ме-

таллических деталей низа обсадных колонн (рис. 3);

ПР – для расширения ствола скважины.

Согласно ОСТ 26-02-1282–75 все лопастные породоразрушающие инструменты должны изготавливаться только с ниппельной присоединительной резьбой, выполненной в соответствии с ГОСТ 20692–75, диаметром от 94,4 до 469,9 мм.

По способу соединения корпуса с лопастями выделяются цельнокованные породоразрушающие инструменты и инструменты сварные, т.е. с приварными к корпусу лопастями.

По конструкции промывочного устройства выделяются породоразрушающие инструменты с обычной и гидромониторной промывкой.

Примеры условной записи лопастных породоразрушающих инструментов (долот):

2Л-76М: 2Л – двухлопастное; 76 – номинальный диаметр, мм; М – для мягких пород;

3Л-161М: 3Л – трехлопастное; 161 – номинальный диаметр, мм; М – для мягких пород.

ШАРОШЕЧНЫЕ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Впервые породоразрушающий шарошечный инструмент был изобретен и изготовлен в США предпринимателем Юзом в 1909 г.

Шарошечные породоразрушающие инструменты относятся к группе инструментов дробяще-скалывающего действия, за исключением одношарошечных. В настоящее время шарошечные породоразрушающие инструменты производят в двух-, трех- и многошарошечном исполнении. Свое название они получили по конструктивному элементу – зубчатому катку – шарошке, на которой кольцевыми рядами (венцами) располагаются элементы вооружения (зубцы), разрушающие горную породу.

Породоразрушающие инструменты в двух- и трехшарошечном исполнении составляют группу инструментов, разрушающих породу сплошным забоем. Их называют буровыми шарошечными долотами.

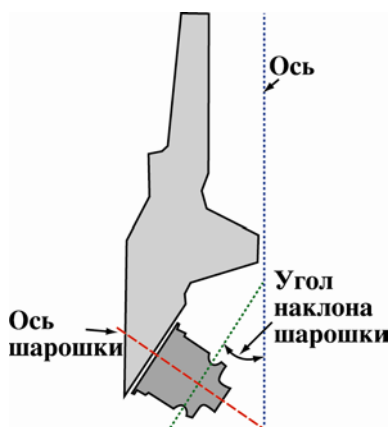


Рис. 4. Общий вид трехшарошечного долота:
 1 – шарошка; 2 – козырек лапы;
 3 – лапа; 4 – соединительная резьба; 5 – насадочный прилив; 6 – насадка



Рис. 5. Общий вид лапы

Шарошечное долото (рис. 4) состоит из секций, сваренных между собой. Верхняя часть сваренных между собой секций образует корпус. На верхнем конце корпуса нарезается соединительная резьба. Число секций равно числу шарошек.



В шарошечных долотах выделяют:

- вооружение долота – совокупность всех зубцов на всех шарошках;
- опору долота – совокупность подшипников всех шарошек;

Рис. 6. Основные элементы лапы
 – систему промывки долота

– совокупность всех промывочных узлов долота.

Собранная секция состоит из лапы (рис. 5, 6, 7), заканчивающейся цапфой (рис. 8). На цапфе на подшипниках смонтирована свободно вращающаяся шарошка (рис. 9). Взаимная ориентация секций в долоте осуществляется с помощью двухгранного угла, фрезеруемого на каждой лапе, и сборочных штифтов.

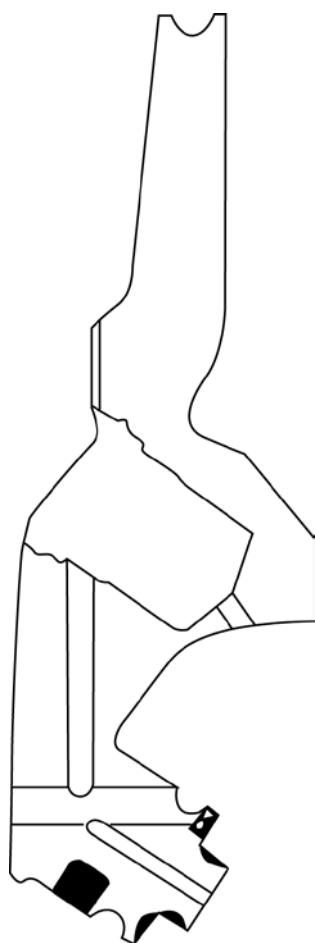


Рис. 7. Схема лапы с внутренними каналами



Рис. 8. Общий вид цапфы



Рис. 9. Общий вид шарошки с фрезерованным вооружением

ВООРУЖЕНИЕ ШАРОШЕЧНЫХ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ

ИНСТРУМЕНТОВ

Вооружение предназначено для разрушения горной породы. Шарошки, как правило, имеют коническую форму и могут быть одно- (рис. 10, 11) и многоконусными. Тело одноконусной шарошки (см. рис. 10) ограничено двумя коническими поверхностями. Конус 1 называется основным, а конус 2 – обратным.

Тело двухконусной шарошки (рис. 12) ограничено тремя коническими поверхностями, а трехконусной – четырьмя. Конусы, расположенные между основным и обратным конусами, называются дополнительными. Вершины дополнительных конусов направлены к оси долота и их боковые поверхности взаимодействуют с забоем. Дополнительные конусы принято нумеровать, начиная от основного конуса в сторону обратного.

Шарошка характеризуется следующими геометрическими параметрами: диаметр $d_{ш}$, углы основного 2α и дополнительного $2\alpha_i$ конусов, высота $H_{ш}$.

Угол при вершине основного конуса определяет объем шарошки.

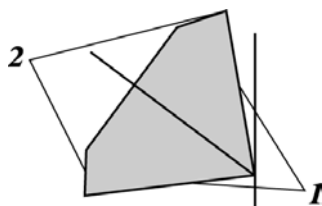


Рис. 10. Тело одноконусной шарошки

Рис. 11. Кинематика одноконусной шарошки:

ω_d – угловая скорость вращения долота; $\omega_{ш}$ – угловая скорость шарошки; a , a_1 , b , b_1 – проекция образующей корпуса шарошки на забой; N_1 – шарошка

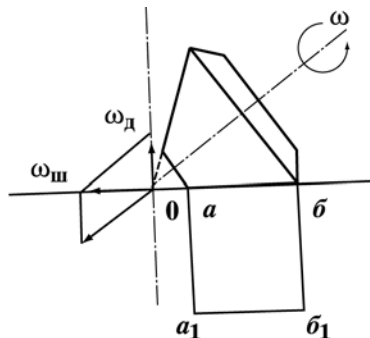
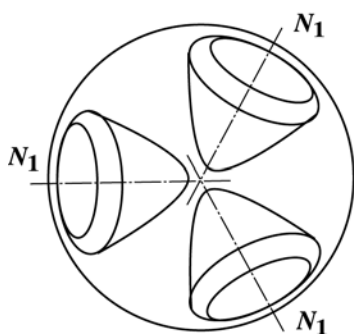
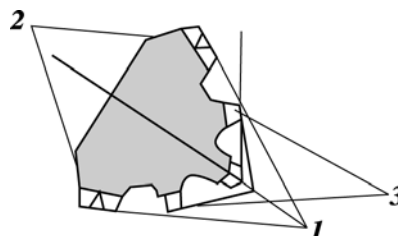


Рис. 12. Тело двухконусной шарошки:
 1 – основной конус; 2 – обратный конус; 3 – дополнительный конус



Шарошки принято нумеровать в зависимости от того, какое место занимает первый венец по отношению к оси долота (рис. 13, 14). Шарошке, у которой первый венец расположен в зоне оси долота и разрушает центральную часть забоя, присваивается первый номер. Шарошка, первый венец которой разрушает кольцо, прилегающее к центральной части забоя, является второй.

Расположение шарошек относительно оси долота определяется следующими параметрами:

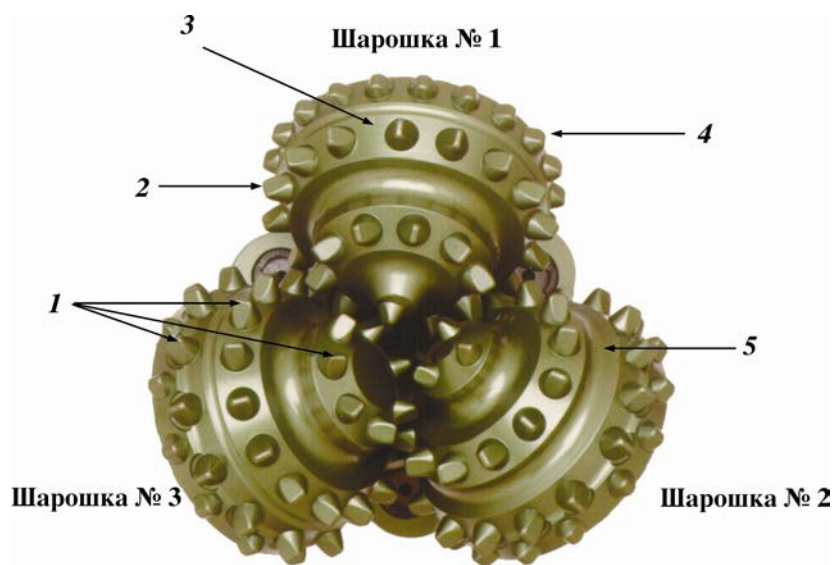


Рис. 13. Основные элементы шарошек долота с твердосплавным вооружением:
 1 – внутренние венцы; 2 – пирамидальный резец внутреннего венца; 3 – зазор между резцами; 4 – резцы калибрующего венца; 5 – межвенцовая канавка

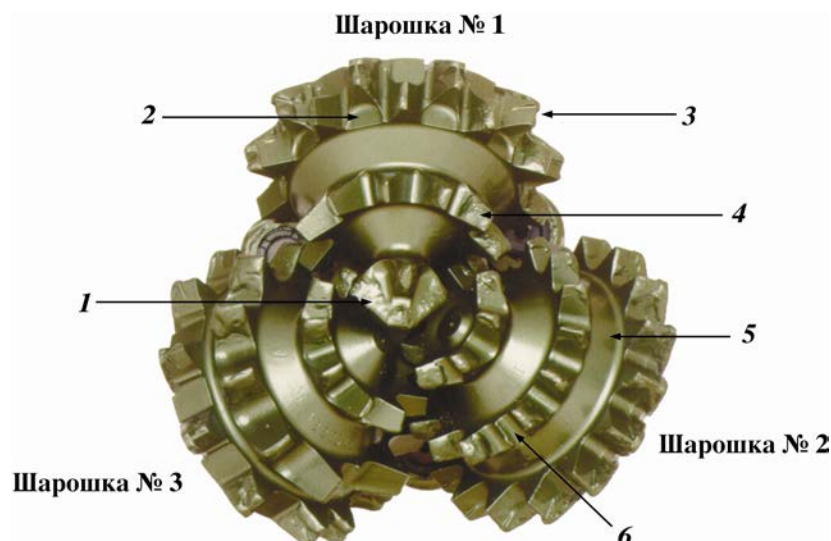


Рис. 14. Основные элементы шарошек долота с фрезерованным вооружением:

1 – центральная точка; 2 – уменьшенный зубец; 3 – зубцы калибрующего венца; 4 – защитное покрытие; 5 – межвенцовая канавка; 6 – зазор между зубцами

- углом наклона оси шарошки к оси долота β ;
- выносом вершины шарошки за ось долота, f ;
- величиной смещения осей шарошек в плане k .

Угол наклона оси шарошки к оси долота для современных серийных шарошечных долот лежит в пределах $51^\circ - 57^\circ 30'$ и определяется типом долота.

Величина выноса вершины шарошки за ось долота определяется типоразмером долота и лежит в пределах 0–12 мм.

В плане оси шарошек расположены относительно друг друга под углом 120° , а по отношению к оси долота возможны два варианта расположения:

- долота с несмещенными осями шарошек, оси которых пересекаются в одной точке на оси долота;
- долота со смещенными осями шарошек (рис. 15).

Оси смещаются в сторону вращения долота, и при этом смещение считается положительным. Величина смещения

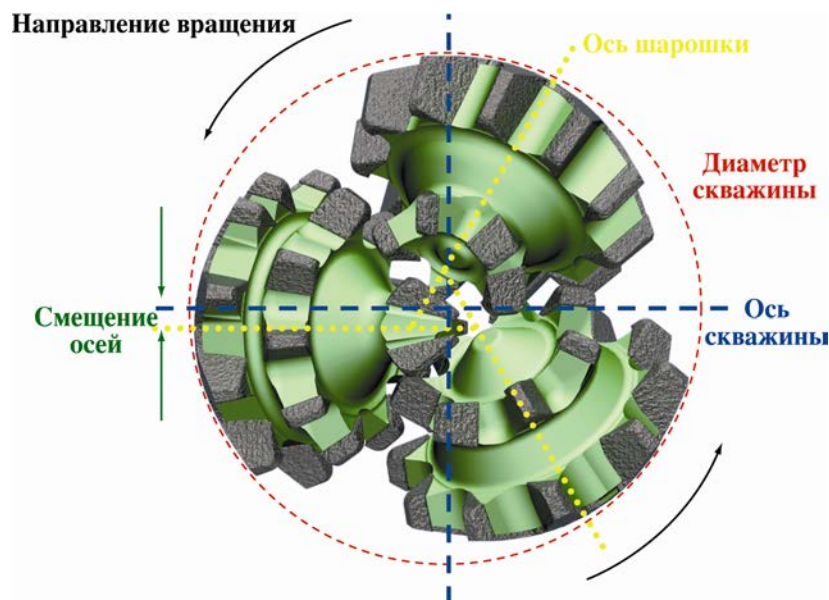


Рис. 15. Смещение осей шарошек

лежит в пределах 4–10 мм и определяется типоразмером долота.

Долота считаются с несмещенными осями шарошек, если они имеют смещение, не превышающее 1,5 мм. Такое смещение называют технологическим. Оно гарантирует отсутствие отрицательного смещения шарошек, которое могло появиться в результате неблагоприятного сочетания допусков на размеры лап и неточностей сборки и сварки секций в корпус.

По расположению шарошек относительно друг друга следует различать два вида долот:

- долота с самоочищающимися шарошками, у которых центральные венцы каждой из шарошек входят в межвенцовое пространство соседних шарошек (рис. 16);
- долота с не самоочищающимися шарошками, у которых контуры соседних шарошек не пересекаются.

Выходным параметром вооружения является диаметр долота D_d , который равен диаметру окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси долота и проходя-

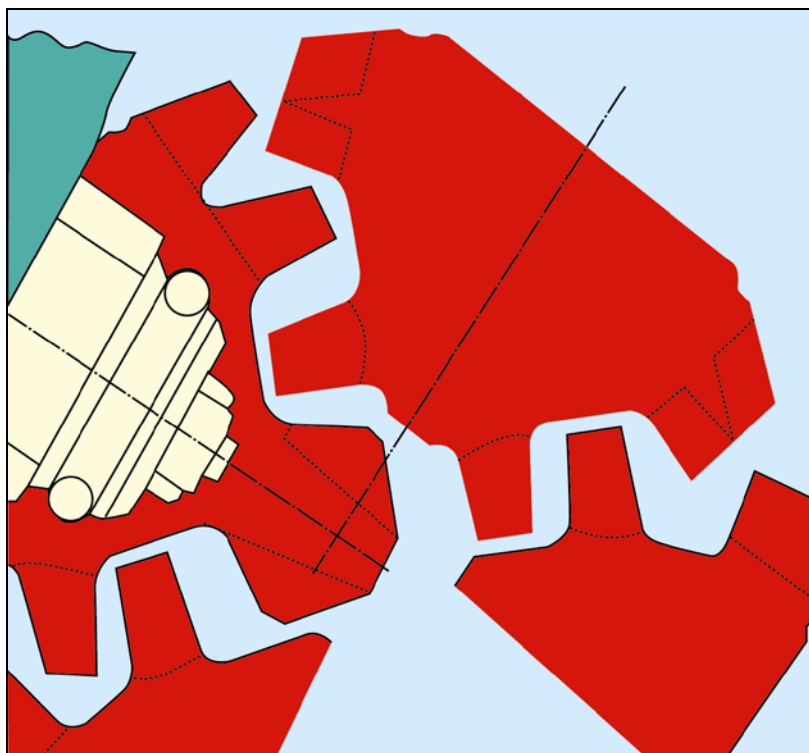


Рис. 16. Самоочищающиеся шарошки

щей через калибрующие стенку скважины точки на обратных конусах всех шарошек долота (см. рис. 15).

Венцы на шарошках размещаются так, что каждый венец, за исключением последнего (периферийного), поражает свою кольцевую часть забоя, а периферийные венцы всех шарошек поражают ту часть забоя, которая прилегает к стенке скважины (рис. 17).

Геометрической характеристикой венца является его ширина по вершине зубцов l_{ij} , где i – номер шарошки; j – номер венца на шарошке.

На венцах шарошек фрезеруются или крепятся элементы вооружения (зубцы), предназначенные для разрушения горной породы.

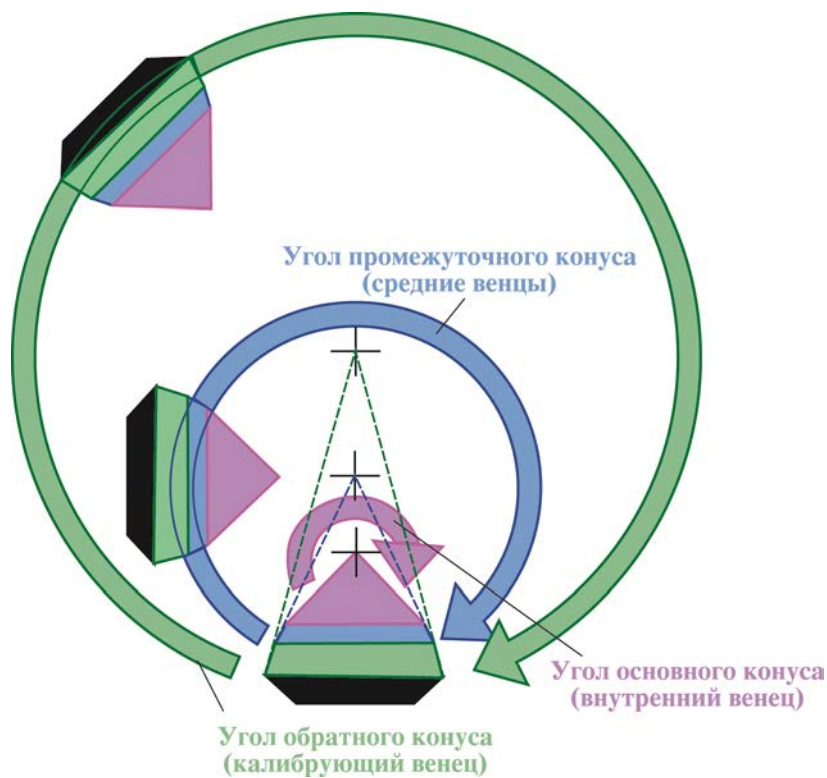


Рис. 17. Схема поражения забоя венцами шарошечного долота

Совокупность всех зубцов на всех шарошках называют вооружением долота. Вооружение долот бывает трех видов:

- фрезерованное, армированное твердым сплавом (см. рис. 14);
- твердосплавное зубковое (штыревое) (см. рис. 13);
- комбинированное (по спецзаказу) (рис. 18).

В современных шарошечных долотах используются фрезерованные зубки разных форм для обеспечения лучшей породоразрушающей способности и долговечности (рис. 19).

Для обеспечения долговечности фрезерованного вооружения шарошки изготавливаются из малоуглеродистых ле-



Рис. 18. Комбинированное вооружение

гированных сталей (например, марок 17НЗМА, 18ХНЗМА, 20ХНЗА) с последующей их химико-термической обработкой. Химико-термическая обработка позволяет получить высокую твердость поверхностного цементированного слоя глубиной 0,6–2,4 мм в зависимости от диаметра долота (с увеличением диаметра глубина цементации возрастает), необходимую прочность и ударную выносливость сердцевины.

Боковые и торцовые грани зубцов, а также калибрующие поверхности обратных конусов шарошек направляют-

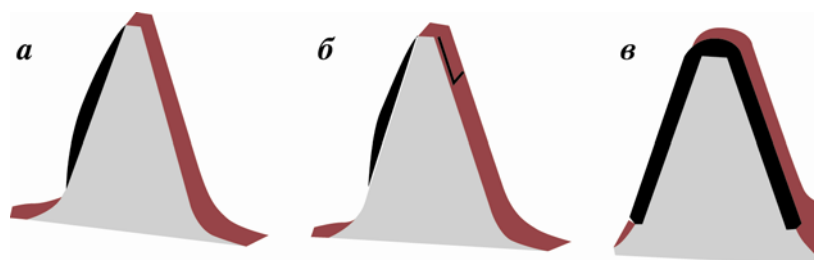


Рис. 19. Типовые формы фрезерованных зубцов шарошечных долот производства ОАО «Волгабурмаш»:

а – тип 1, наплавляется только набегающая грань; *б* – тип 2, наплавляются набегающая грань и начало сбегающей грани; *в* – тип 3, наплавляются полностью все четыре грани и площадка притупления

ся (армируются) твердым зерновым сплавом – релитом, представляющим измельченный литой карбид вольфрама.

Кроме того, в некоторых конструкциях долот в обратные конуса шарошек запрессовываются цилиндрические твердосплавные (сплав типа ВК11ВК) вставки с последующей наплавкой. Для улучшения охлаждения наплавленных поверхностей обратных конусов на них выполняются канавки.

В долотах некоторых типов в качестве элементов вооружения на центральных и периферийных венцах используются твердосплавные зубки, изготовленные из вольфрамкобальтового сплава типа ВК11ВК. Зубок имеет форму цилиндра, один торец которого плоский, а другой является рабочей головкой зубка, непосредственно воздействующий на горную породу (рис. 20).

Важным геометрическим параметром вооружения шарошечного долота является коэффициент перекрытия забоя, который рассчитывается по формулам:

для долот с фрезерованными зубцами

$$\eta = \sum l_{ij} / R_d, \quad (1)$$

где η – коэффициент перекрытия забоя; l_{ij} – сумма длин зубцов по одному с каждого венца всех шарошек (i – номер шарошки, j – номер венца); R_d – радиус долота;

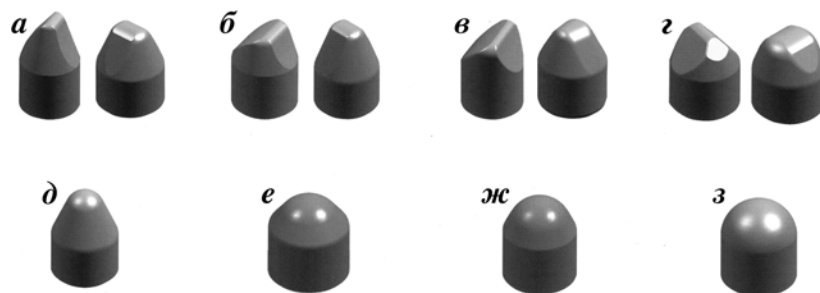


Рис. 20. Формы твердосплавных зубков шарошечных долот производства ОАО «Волгабурмаш»:

а – для очень мягких пород; *б* – для мягких пород; *в* – для мягких пород, перемежающихся со средними; *г* – для средних пород; *д* – для средних пород, перемежающихся с твердыми; *е* – для твердых пород; *ж* – для твердых пород, перемежающихся с крепкими; *з* – для крепких пород

для долот с твердосплавными зубками

$$\eta = \sum d_{ij} / R_d, \quad (2)$$

где d_{ij} – сумма диаметров зубков по одному с каждого венца всех шарошек (i – номер шарошки, j – номер венца).

СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ЗАБОЯ И ЭЛЕМЕНТОВ ВООРУЖЕНИЯ ШАРОШЕЧНЫХ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Система очистки забоя предназначена для формирования потоков промывочной жидкости или продувочного агента и направления его в нужную часть забоя. Она включает в себя внутреннюю полость долота 1, подводящий канал 2 (один или несколько), выходное отверстие 3 (одно или несколько) (рис. 21).

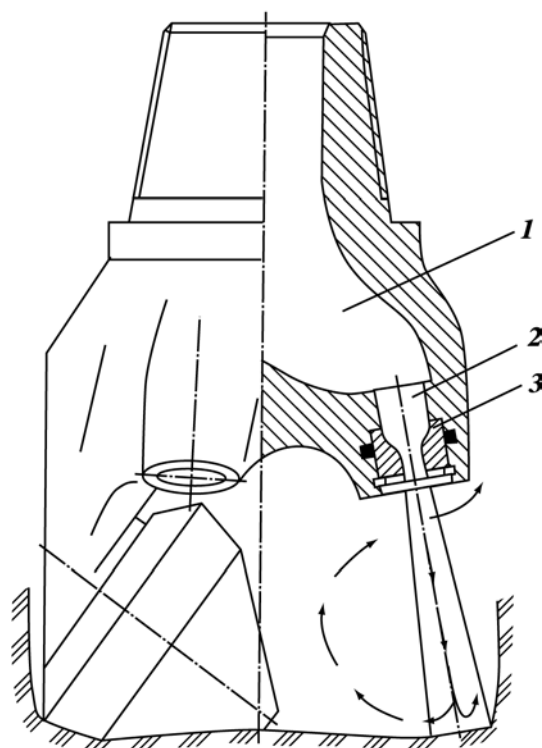


Рис. 21. Схема системы промывки шарошечных долот

В зависимости от направления струи промывочного агента долота подразделяются на долота:

– с центральной промывкой или продувкой (рис. 22);

– с боковой гидромониторной промывкой или продувкой (см. рис. 21).

У первых долот (см. рис. 22) струя направлена в центральную часть забоя на шарошки. Выходное отверстие выполнено в центре долота и имеет в большинстве случаев круглое сечение.

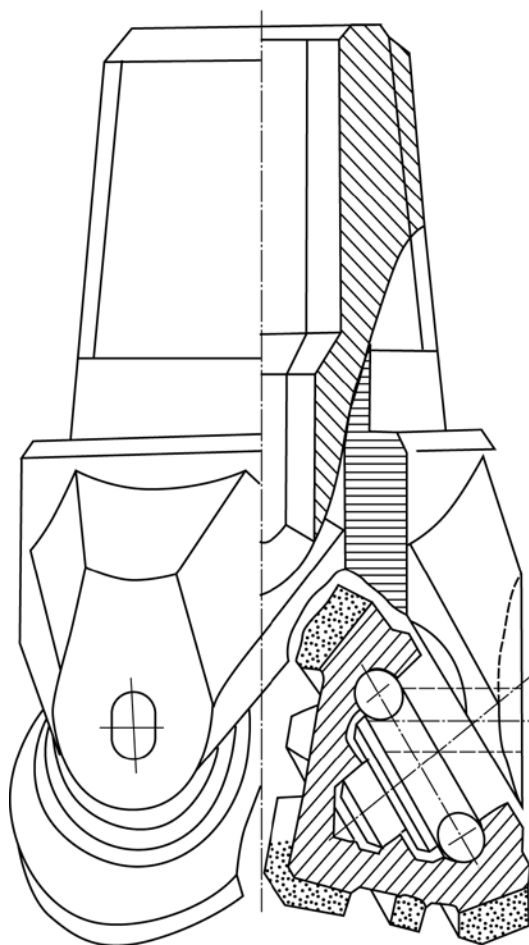


Рис. 22. Схема долота с центральной системой промывки

У вторых долот (см. рис. 21) выходные отверстия направляют струи жидкости между шарошками на периферийную часть забоя под некоторым углом к оси долота. Это обеспечивает направление струи одновременно к стенке сква-

жины и в сторону, противоположную направлению вращения долота.

Струи непосредственно воздействуют на породу, интенсифицируя очистку забоя от шлама. Долота с такой системой промывки принято называть гидромониторными.

Для предотвращения размыва выходных отверстий в гидромониторных долотах устанавливаются гидромониторные насадки. Эти системы образуют гидромониторные узлы (ГМУ).

Каждый ГМУ (рис. 23) включает три обязательных элемента: насадку 1, уплотнение 2, удерживающий замок 3. Насадка является сменной и изготавливается из твердого материала, способного противостоять эрозионному изнашиванию. Уплотнение 2 предназначено для герметизации зазора между насадкой 1 и корпусом. Переток промывочной жидкости по этому зазору приводит к интенсивному размыву отверстия в корпусе и выпадению из него насадки. Замок 3 предназначен для удержания насадки 1 в корпусе долота.

Герметизация зазора между насадкой 1 и корпусом во всех трех рассмотренных конструкциях осуществляется тороидальным резиновым кольцом 2.

Основной эксплуатационный параметр ГМУ – выходной диаметр d_n насадки.

Гидравлическая система современных долот позволяет выбирать схему промывки забоя и вооружения долота, обеспечивающую наилучший эффект их очистки в зависимости от свойств породы и условий бурения. Это достигается применением различных схем промывки центральной, периферийной или асимметричной.

Под асимметричной схемой промывки понимают работу двух или даже одной периферийной насадки вместо трех. В большом числе случаев весьма эффективны комбинированные схемы, когда одновременно работают центральная и периферийные насадки.

Для бурения скважин с продувкой забоя сжатым газом выпускаются долота с продувкой. Отличительной особен-

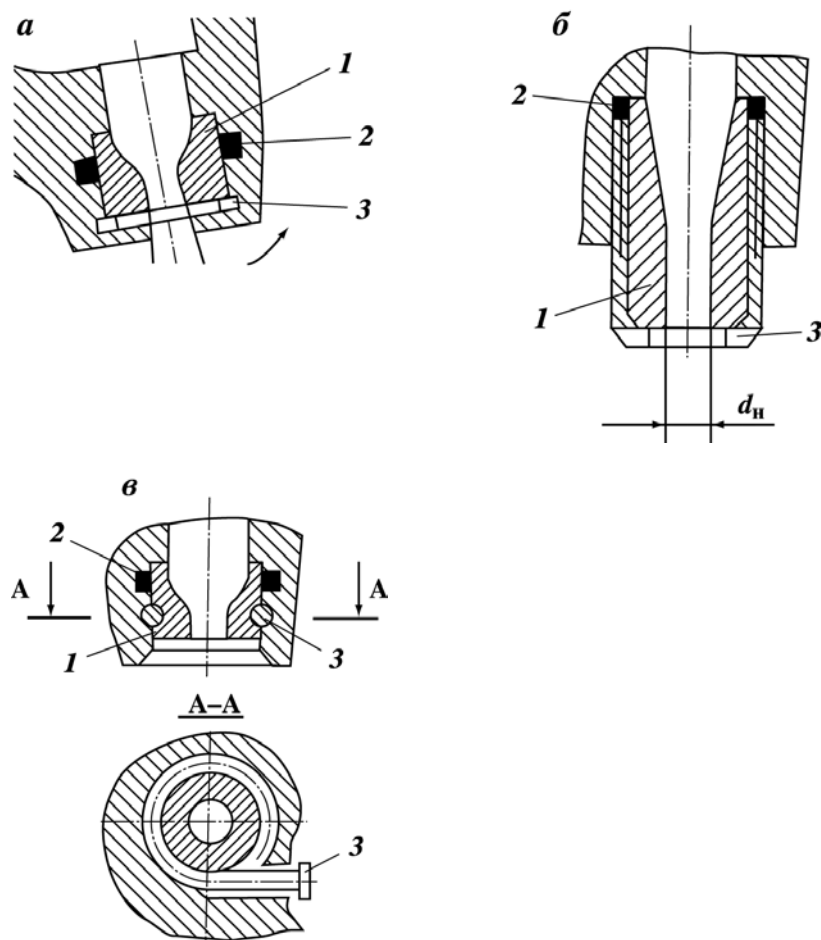


Рис. 23. Схемы ГМУ шарошечных долот:

а – крепление пружинным кольцом; *б* – крепление резьбовой втулкой; *в* – крепление гвоздем

ностью этих долот является наличие центрального продувочно-го канала уменьшенного сечения в корпусе долота и каналов в каждой лапе, которые подводят часть нагнетаемого газа в полости опор шарошек для их охлаждения и очистки от возможного попадания в них мелких выбуренных частиц породы и пыли (рис. 24).

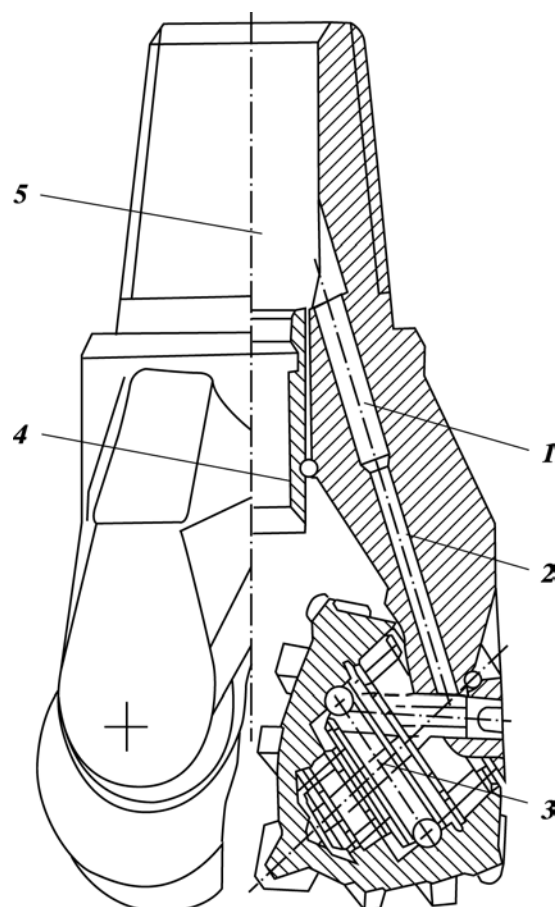


Рис. 24. Схема ГМУ для продувки сжатым газом:

1, 2 – продувочные каналы в лапе долота; 3 – замковый подшипник;
4 – центральный промывочный узел; 5 – внутренняя полость в корпусе долота

ОПОРЫ ШАРОШЕК ШАРОШЕЧНЫХ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Опоры шарошек предназначены для обеспечения свободного вращения шарошек относительно цапф при передаче нагрузки от корпуса долота к вооружению. Каждую опору выполняют в виде комбинаций радиальных, радиально-упорных и упорных подшипников.

Один радиально-упорный подшипник, по крайней мере, должен быть двустороннего действия, т.е. замковым. Функцией замкового подшипника, кроме восприятия нагрузки, является ограничение осевого перемещения шарошки и удержание ее на цапфе.

В опорах шарошек в качестве радиальных подшипников, воспринимающих нагрузку, направленную по радиусу цапфы, используются:

- роликовые подшипники с цилиндрическими роликами, обозначаемые Р;

- подшипники скольжения со специальным твердосплавным покрытием трущихся поверхностей, обозначаемыми С;

- подшипники скольжения без покрытия, обозначаемые С_б.

В качестве радиально-упорных подшипников, воспринимающих одновременно нагрузку, направленную по радиусу (радиальную) и по оси (упорную) цапфы, используются:

- шариковые, упорные в одну сторону, обозначаемые Ш;

- шариковые, упорные в обе стороны, – замковые подшипники, обозначаемые Ш_з.

В качестве упорных подшипников, воспринимающих нагрузку, направленную вдоль оси цапфы (упорную), используются подшипники скольжения:

- с твердосплавным покрытием трущихся поверхностей (направленный торец цапфы у концевых подшипников и запрессованная в шарошку пята), обозначаемые С_у;

- без покрытия трущихся поверхностей, обозначаемые С_т.

Беговые дорожки подшипников качения и опорные поверхности подшипников скольжения выполняются непосредственно на цапфе лапы и внутренней полости шарошки. Профили беговых дорожек и опорных поверхностей всех подшипников, кроме замкового, обеспечивают при сборке свободную установку шарошки на цапфе с телами качения.

Для обеспечения двустороннего действия замкового подшипника его сборка осуществляется после сборки всех остальных подшипников и установки шарошки на цапфу.

Шарики замкового подшипника Ш_з устанавливаются на беговую дорожку через специальное сборочное отверстие в лапе, которое затем закрывается замковым пальцем. Для того чтобы конец пальца, выходящий на беговую дорожку, имел ее профиль, он до механической обработки цапфы устанавливается в

замковое отверстие, фиксируется штифтом и сваркой. После этого точится, термически обрабатывается и шлифуется в сборке с цапфой. Для ограничения осевого перемещения пальца, предотвращения выступания его фасонной поверхности над беговой дорожкой и поворота при сборке и работе долота палец фиксируется штифтом и заваривается со стороны спинки лапы.

Для защиты полости опоры от попадания шлама на лапе делается козырек (см. рис. 4), который перекрывает зазор между поверхностью полости в шарошке и поверхностью цапфы. В некоторых случаях износостойкость козырька повышают за счет наплавки его внешней поверхности релитом (см. рис. 5).

Выбор типов подшипников при конструировании опор определяется габаритами шарошек, типом долота и частотой вращения долота, при которой оно будет эксплуатироваться.

Схемы опор принято обозначать набором букв, каждая из которых указывает на тип подшипника. Порядок обозначения подшипников в схемах опор – от периферии к центру долота.

В настоящее время наиболее распространенными долотами с диаметрами 190,5 и 215,9 мм являются следующие схемы:

- для высоких частот вращения долота $\text{Ш}_3\text{Ш}_3\text{Р}$, $\text{ШШ}_3\text{Ш}$, $\text{РШ}_3\text{Р}$, содержащие только подшипники качения (опора типа В);

- для средних и низких частот вращения долота $\text{РШ}_3\text{С}_y\text{СС}_y$, содержащие один радиальный подшипник скольжения (опоры типа Н);

- для низких частот вращения долота $\text{СШ}_3\text{С}_y\text{СС}_{yy}$, содержащие только подшипники скольжения, за исключением шарикового замкового (опоры типа А).

Смазка открытых опор шарошечных долот осуществляется при сборке, а иногда еще и перед спуском долота в скважину. В процессе работы долота на забое смазка вымывается промывочной жидкостью, содержащей шлам. Это приводит к снижению долговечности подшипников опор. Повышение стойкости опор достигается введением в конструкцию долота системы герметизации маслonaполненной опоры.

СИСТЕМА ГЕРМЕТИЗАЦИИ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ОПОР ШАРОШЕЧНЫХ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Система предназначена для герметизации наполненной смазкой полости опоры в процессе спуска долота на забой и его работы, а также частичного пополнения полости опоры смазкой

при ее утечке. Система состоит из уплотнения лубрикатора и подводящих каналов (рис. 25). В каждой лапе применяется индивидуальная система смазки.

Полости опор долот для низких частот вращения, у которых первый подшипник радиальный скольжения с твердосплавным покрытием, герметизируются двумя тороидальными резиновыми кольцами значительного поперечного сечения. Кольца устанавливаются в проточках шарошки и герметизируют зазор между шарошкой и лапой за счет жесткости резины.

Полости опор долот для низких и средних частот вращения, у которых первый подшипник качения, герметизируются специальной манжетой. Манжета представляет обрезиненную тарельчатую гофрированную стальную пружину. Манжета устанавливается на стыке лапы с шарошкой, для чего делаются выточки на базовой полости лапы и торцевой поверхности шарошки. Установка манжеты на цапфу проводится перед сборкой опоры. Плотность контакта пары трения обеспечивается жесткостью тарельчатой пружины манжеты.

Уплотнения обоих типов нормально работают при перепаде на них давления не более 0,3–0,5 МПа. Поэтому для их нормальной работы каждая секция долота снабжается специальным компенсационно-смазочным устройством – лубрикатором (рис. 26), который обеспечивает по мере увеличения давления на долото окружающей среды при спуске долота в скважину выравнивание (компенсацию) давления смазки в полости опоры по отношению к окружающей среде.

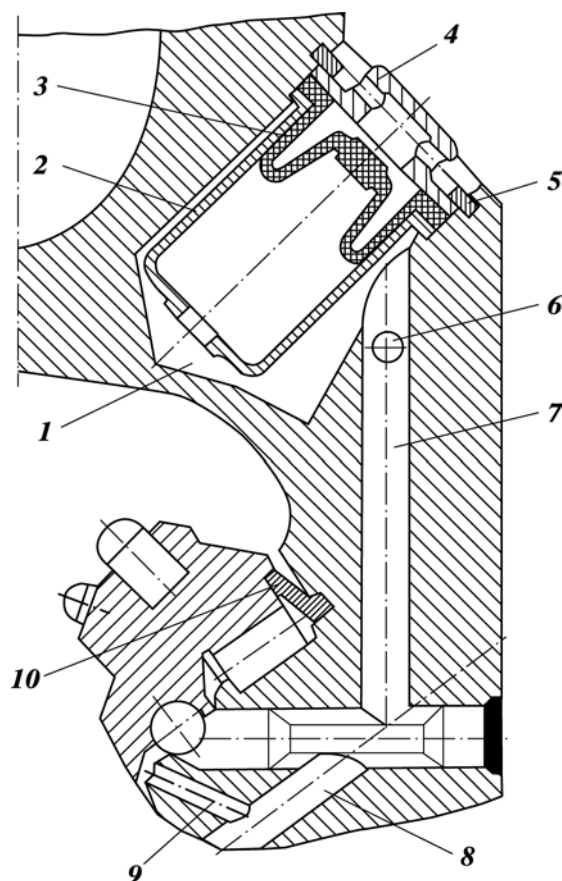


Рис. 25. Схема герметизации маслонаполненной опоры для низких и средних частот вращения:

1 – полость в лапе под смазку; 2 – стакан; 3 – диафрагма; 4 – крышка; 5 – стопорное кольцо; 6, 7, 8, 9 – канал для смазки; 10 – сальниковое уплотнение

Лубрикатор (см. рис. 26) включает глухое цилиндрическое отверстие на спинке лапы, стакан, резиновый колпачок, крышку и стопорное пружинное кольцо. Стакан является протектором для резинового колпачка. Полость лубрикатора сообщается подводящими каналами 6, 7, 8 и 9 (см. рис. 25) с полостью опоры. Подводящий канал 8 (см. рис. 25) заканчивается у замкового отверстия, в котором установлен фигурный палец, имеющий проточку в средней части и две лыски. Такая форма пальца позволяет сообщать подводящий канал 8 с полостью опоры через зазоры в замковом отверстии, образованные лысками на пальце, и канал 9 (см. рис. 25).

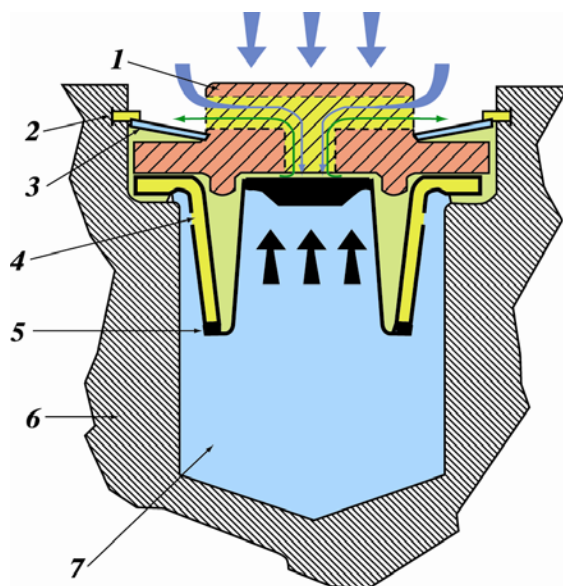


Рис. 26. Схема резервуара для смазки опор:

1 – крышка; 2 – запорное кольцо; 3 – тарельчатая пружина; 4 – стакан; 5 – резервуар стакана (диафрагма); 6 – лапа; 7 – смазка

Заправка опоры смазкой проводится через боковое отверстие с резьбой под давлением при полностью собранном долоте. После заправки смазкой в отверстие вворачивается и заваривается пробка.

Выравнивание давления происходит следующим образом. При спуске долота в скважину промывочная жидкость, проникая через отверстия в крышке, оказывает давление на резиновый колпачок, который передает давление на смазку в стакане. По каналам и зазорам в замковом отверстии давление передается в полость опоры. Таким же образом происходит компенсация смазки при ее утечке из полости опоры через уплотнение.

Каждое шарошечное долото поступает на буровую с паспортом, в котором указываются тип долота, рекомендуемый режим отработки; в свободных графах паспорта регистрируются показатели работы и износа долот по коду.

**ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ
ПО ГОСТ 20692–75**

Первый ГОСТ на породоразрушающие инструменты в СССР был разработан в 1975 г. До этого времени породоразрушающие инструменты производились по отраслевым нормам (ОСТАм).

ГОСТ 20692–75 нормализовал размерный ряд породоразрушающих инструментов, привязав его к зарубежным аналогам, ввел единые правила обозначения конструкций шарошечных породоразрушающих инструментов для всех отечественных производителей.

Согласно ГОСТ 20692–75 шарошечные долота подразделяются на одношарошечные (I), двухшарошечные (II) и трехшарошечные (III), с соответствующим обозначением в начале шифра. Так как основной объем шарошечных долот имеет трехшарошечное исполнение, ГОСТ разрешает не ставить соответствующий ему знак (III) в начале шифра.

Нормальный размерный ряд породоразрушающих инструментов содержит 39 размеров: от 46 до 508 мм.

Кроме того, в шифре содержатся сведения о типе вооружения шарошечного долота, конструкции промывочных узлов и опор долота.

По расположению и конструкции промывочных и продувочных каналов шарошечные долота имеют пять разновидностей с соответствующим обозначением в ГОСТе:

- с центральной промывкой (Ц);
- с центральной гидромониторной промывкой (ЦГ);
- с боковой гидромониторной промывкой (Г);
- с центральной продувкой (П);
- с боковой продувкой (ПГ).

Опоры шарошек изготавливают двух видов – открытыми и герметизированными маслonaполненными, что отражается в шифре долот:

- на подшипниках с телами качения и открытой опорой для турбинного бурения при частотах вращения n_d более 450 об/мин (В);
- на подшипниках с телами качения и герметизированной маслonaполненной опорой для турбинного бурения при частотах вращения более 450 об/мин (ВУ) (рис. 27, 28);

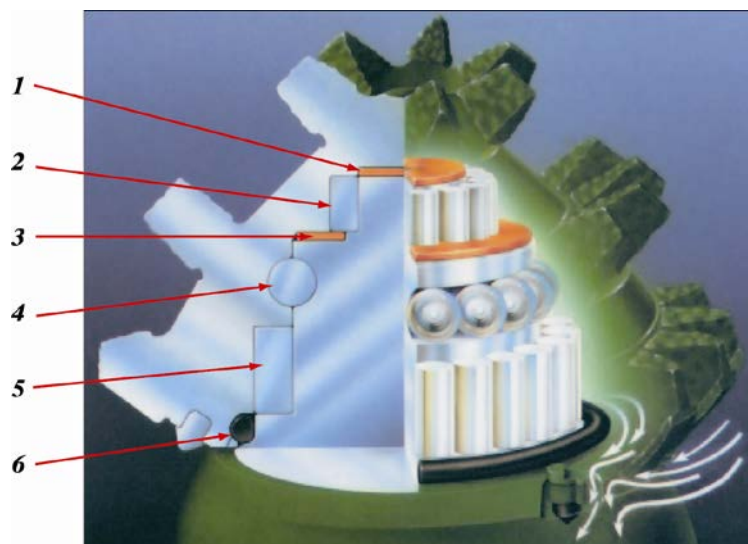


Рис. 27. Герметизированная опора качения (ВУ) (для высокооборотного бурения $n_d \geq 450$ об/мин):

1 – упорная пята; 2 – роликовый подшипник; 3 – упорная шайба; 4 – замковый шариковый подшипник; 5 – роликовый подшипник; 6 – сальниковое уплотнение

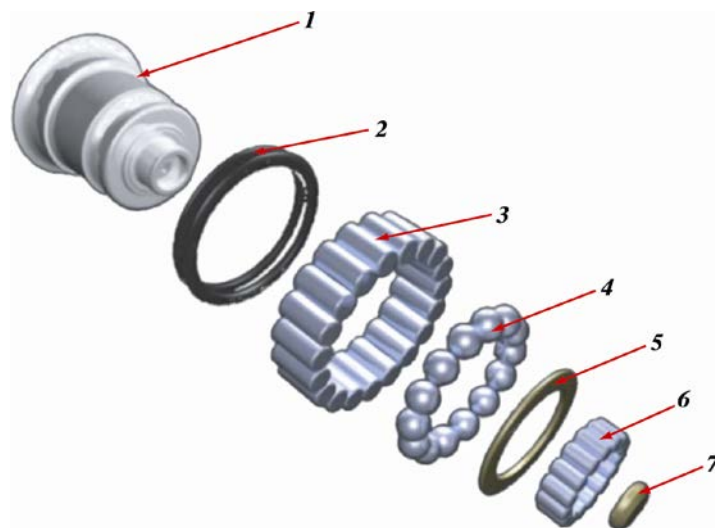


Рис. 28. Схема герметизированной опоры качения (ВУ) (для высокооборотного бурения $n_d \geq 450$ об/мин):

1 – подшипниковый вал (цапфа); 2 – сальник(и); 3 – ролики; 4 – шарики (замковые); 5 – упорная шайба; 6 – ролики; 7 – упорная пята

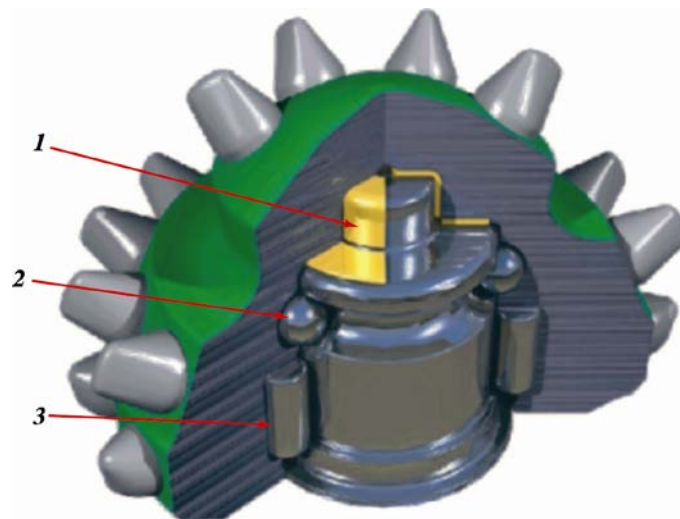


Рис. 29. Герметизированная комбинированная опора (один подшипник скольжения – остальные качения) для бурения забойными двигателями (НУ) (для низкооборотного бурения $n_d = 250+450$ об/мин):
 1 – подшипник скольжения; 2 – шариковый замковый подшипник (качения); 3 – основной роликовый подшипник

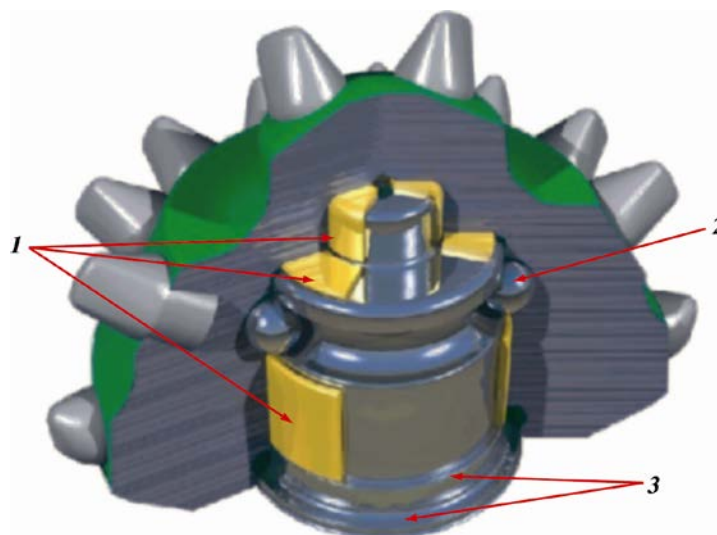


Рис. 30. Герметизированная опора скольжения (два и более подшипника скольжения – остальные качения) (АУ) (для роторного бурения $n_d \leq 90$ об/мин):
 1 – подшипник скольжения; 2 – шариковый замковый подшипник (качения); 3 – сальниковые уплотнения

– на одном подшипнике скольжения (остальные подшипники качения) с открытой опорой для бурения винтовыми забойными двигателями при частотах вращения 250–450 об/мин (Н);

– то же, с герметизированной маслonaполненной опорой при частотах вращения 250–450 об/мин (НУ) (рис. 29);

– на двух и более подшипниках скольжения с герметизированной маслonaполненной опорой для роторного бурения при частотах вращения не более 90 об/мин (АУ) (рис. 30, 31).

Требования ГОСТ 20692–75 к точности изготовления шарошечных долот приведены в табл. 1, 2, 3.

Неперпендикулярность упорных уступов конических резьбовых ниппелей относительно оси резьбы не должна превышать 0,1 мм.

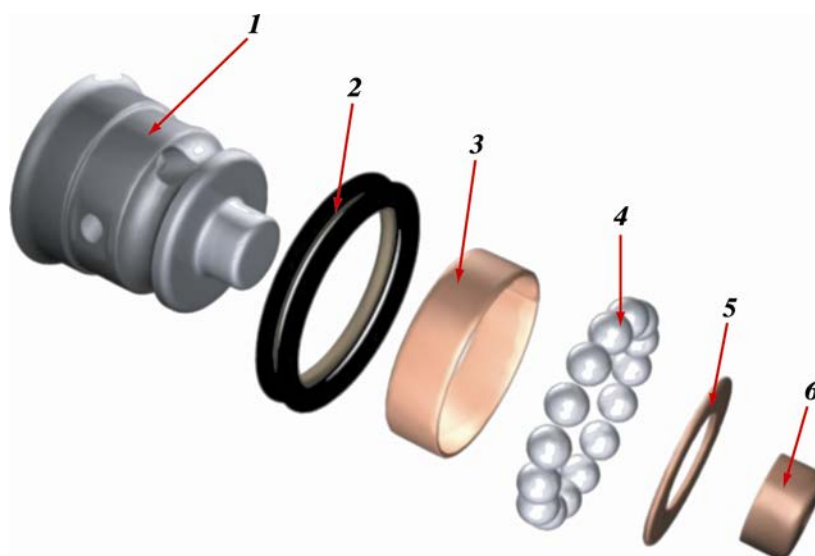


Рис. 31. Схема герметизированной опоры скольжения (два и более подшипника скольжения – остальные качения) (АУ) (для роторного бурения $n_d \leq 90$ об/мин):

1 – цапфа; 2 – сальниковые уплотнения; 3 – фрикционная втулка; 4 – шариковый замковый подшипник; 5 – упорная шайба; 6 – упорная пята

Таблица 1

Точность изготовления долот по ГОСТ 20692–75

Наименование пара-метра	Нормы точности для диаметров долот, мм, не более						
	46,0– 98,4	108,0– 171,4	187,3– 250,8	269,9– 311,1	320,0– 349,2	374,6– 393,7	444,5 и более
Разновысот- ность шарош- ек относи- тельно упор- ного уступа Радиальное биение шаро- шек относи- тельно:	0,5	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,5
оси резьбы	0,5	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,5
оси цапфы	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Таблица 2

Основные размеры и технические характеристики шарошечных долот (ГОСТ 20692–75)

D, мм		L, мм	D, мм		Ко- нус- ность	Тип резь- бы	Средний диаметр резьбы в основной плоскости, мм	d, мм	
Номи- наль- ное	Пре- дельное отклоне- ние		Номи- наль- ное	Предель- ное от- клонение					
46,0	+0,6	90	44,0	−0,62	− 1:5	33	−	33,000	
59,0		110	52,0	−0,74		41,5		41,500	
76,0		120	57,0	77,4		3-42		40,808	45,000
93,0		150	3-66			60,080		66,674	
98,4		170							
106,0		180							
112,0		190	3-76	69,605		76,200			
120,6		200							
132,0		210							
139,7		220							
142,9		240							
146,0		240							
149,2		250					1:4	3-88	82,293
151,0		260							
158,7		300							
165,1		310							
171,4		320	+0,40						

Продолжение табл. 2

D, мм	L,	D, мм	Ко-	Тип	Средний	d, мм
-------	----	-------	-----	-----	---------	-------

Номи- наль- ное	Пре- дельное отклоне- ние	мм	Номи- наль- ное	Предель- ное от- клонение	нус- ность	резь- бы	диаметр резьбы в основной плоско-сти, мм	
187,3	+0,8	320	135,5			3-117	110,868	117,462
190,5		330						
196,9		330						
200,0		340						
212,7		340						
215,9		350						
222,3		360						
228,6		380						
244,5		390						
250,8		400						
269,9	+0,8	410	186,9		1:6	3-152	146,248	152,186
295,3		420						
311,1		420						
320,0		440						
374,6		515						
381,0		525						
393,7		530						
444,5		600						
469,9		615						
490,0		630						
508,0	+2,4	650	242,5	±0,40	1:4	3-177	170,549	177,801
						3-201	194,731	201,983

Неплоскостность на ширине упорного уступа не должна превышать: 0,07 мм для резьбы 3-42; 0,08 мм для остальных резьб.

Заходная нитка присоединительной конической резьбы должна быть притуплена до полного профиля. Допускается притупление заходной нитки у конической резьбы в виде скоса под углом $30^\circ \pm 5^\circ$ к оси резьбы.

Биение упорных уступов резьбового ниппеля с цилиндрической резьбой относительно оси резьбы не должно превышать 0,1 мм.

Предельные отклонения конусности резьбы по наружному и среднему диаметрам не должны превышать: 0,04 мм по длине, равной шести шагам для резьбы 3-42; 0,25 мм на длине конуса для остальных резьб.

Таблица 3

Типы, область применения долот и исполнение шарошек по ГОСТ 20692–75

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения
Мягкие породы	Неабразивные рыхлые, пластичные (слабые супеси, на-носы, пластичные глины, мягкие известняки и т.д.)	М	С фрезерованными зубьями
	Абразивные слабосцементированные (слабые песчаники, суглинки, мергели и т.п.)	МЗ	Со вставными зубками
Мягкие породы с пропластками пород средней твердости	Неабразивные породы (каменная соль с пропластками ангидритов, тонко переслаивающиеся глины с пропластками слабых песчаников)	МС	С фрезерованными зубьями
	Абразивные слабосцементированные породы (с пропластками песчаников, сланцы мягкие с пропластками сланцев средней твердости и т.п.)	МСЗ	Со вставными зубками
Породы средней твердости	Неабразивные пластичные и хрупкопластичные породы (известняки средней твердости, слабые доломиты, плотные глины)	С	С фрезерованными зубьями
	Абразивные породы средней твердости (песчаники, алевролиты)	СЗ	Со вставными зубками
Породы средней твердости с пропластками твердых	Неабразивные хрупкопластичные породы средней твердости с пропластками твердых (переслаивающиеся известняки, гипсы, доломиты аргиллиты)	СТ	С фрезерованными зубьями
Твердые	Неабразивные твердые породы (аргиллиты, доломиты, твердые известняки и т.п.)	Т	С фрезерованными зубьями
	Абразивные твердые породы (крепкие песчаники, окварцованные известняки, доломиты)	ТЗ	Со вставными зубками

Продолжение табл. 3

Общая характеристика горной породы	Характеристика механических свойств	Шифр долота	Исполнение вооружения
------------------------------------	-------------------------------------	-------------	-----------------------

Твердые с пропластками крепких	Неабразивные твердые породы с пропластками крепких (переслаивающиеся твердые известняки, доломиты, ангидриты и т.п.)	ТК	С комбинированным вооружением (фрезерованные и вставные зубья)
	Абразивные твердые породы с пропластками крепких (мелкозернистые песчаники, окремненные аргиллиты и т.п.)	ТКЗ	Со вставными зубками
Крепкие	Крепкие породы (окремненные известняки, доломиты, кварциты, изверженные крепкие породы)	К	Со вставными зубками
Очень крепкие	Скальные магматические породы (граниты, гнейсы, диабазы и т.п.)	ОК	Со вставными зубками

Натяг конической резьбы должен быть: $10,35^{+0,4}$ для резьбы 3-42; $16,025^{+35}_{-0,25}$ для резьбы 3-66, 3-76, 3-117; $16,375^{+0,45}_{-0,35}$ для остальных резьб.

Поверхности упорных уступов резьбовых соединений должны быть гладкими, без заусенцев, забоин и других дефектов, нарушающих плотность соединения. На упорных уступах не допускается наносить знаки маркировки.

В сварных швах на поверхности резьбы не допускаются единичные поверхностные поры глубиной более 0,3 мм или шлаковые включения диаметром свыше 1 мм в количестве более трех на длине каждого шва.

Присоединительная резьба должна быть гладкой, без забоин, выкрошенных витков, заусенцев и других дефектов, нарушающих ее непрерывность и прочность.

Пример условного обозначения трехшарошечного долота диаметром 215,9 мм для бурения пород средней твердости с боковой гидромониторной промывкой, с опорой шарошек на одном подшипнике скольжения: III 215,9 С-ГН ГОСТ 20692–75.

ГОСТ допускает в маркировке трехшарошечных долот и долот с центральной промывкой не ставить III и Ц.

Основными производителями шарошечных долот в России являются ОАО «Волгабурмаш», включая Дрогобычский долотный завод (ДДЗ), ОАО «Уралбурмаш», ОАО «Сарапульский машиностроительный завод». ОАО «Волгабурмаш» приобрело

две сборочные линии и лицензию на изготовление шарошечных долот у американской фирмы «Dresser». Шарошечные долота, собранные на этих линиях, являются «лицензионными» и в своем шифре имеют латинскую букву «R» с цифровым номером модификации, например: 295,3 MC-ГЛУ-R116.

ЛИЦЕНЗИОННЫЕ ШАРОШЕЧНЫЕ ДОЛОТА ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ВОЛГАБУРМАШ»

В 1997 г. ОАО «Волгабурмаш» сертифицировало свою продукцию, выпускаемую по лицензии американской фирмы «Dresser», в Международной организации по стандартам (International Standards Organization – ISO) и Американском нефтяном институте (American Petroleum Institute – API) с получением сертификатов соответствия ISO 96-371 и API 7-0268.

После этого выпускаемые ОАО «Волгабурмаш» долота классифицированы по международной системе IADC (I – International, A – Association, (of), D – Drilling, C – Contractors).

Система IADC базируется на четырехсимвольном коде, отражающем конструкцию долота и тип горной породы, для бурения которой оно предназначено.

Первые три символа кода – цифровые, а четвертый – буквенный.

Последовательность цифровых символов определяет: серию вооружения (породы) – тип вооружения (породы) – конструкцию опоры/калибрующих поверхностей.

Четвертый буквенный символ – дополнительные характеристики.

Первая цифра кода (1–8) – восемь серий вооружения, соответствующих восьми категориям разбуриваемых пород.

Серии 1–3 соответствуют долотам с фрезерованным вооружением.

Серии 4–8 соответствуют долотам с твердосплавным зубковым (штыревым) вооружением.

Вторая цифра кода характеризует тип вооружения (породу) внутри серии.

Каждая серия разделена на четыре типа пород по твердости. Чем больше цифра – тем выше твердость породы, для бурения которой предназначено долото.

Третья цифра характеризует конструкцию опоры и наличие (или отсутствие) дополнительной защиты калибрующих поверхностей (венцов шарошек) от износа по диаметру:

- 1 – открытая опора качения;
- 2 – открытая опора качения для бурения с продувкой воздухом;
- 3 – открытая опора качения + твердосплавные вставки на калибрующих поверхностях шарошек (обратных конусах шарошек);
- 4 – герметизированная опора качения;
- 5 – герметизированная опора качения + твердосплавные вставки на калибрующих поверхностях шарошек (обратных конусах шарошек);
- 6 – герметизированная опора на подшипниках скольжения;
- 7 – герметизированная опора на подшипниках скольжения + твердосплавные вставки на калибрующих поверхностях шарошек (обратных конусах шарошек);
- 8, 9 – резервные, для использования в будущем.

Некоторые зарубежные фирмы уже используют эти резервные обозначения. Так, например на фирме «Smith International, Inc.»:

- 8 – долота для бурения горизонтальных и наклонных скважин (L, XP);
- 9 – долота для геотермального бурения (G) и бурения забойными двигателями (M).

Четвертый буквенный символ кода – дополнительные характеристики – содержит 16 английских букв и используется для обозначения специальных конструкций вооружения, опор, систем промывки и защиты корпусов долот от износа, но он является необязательным для производителей долот:

- A – для бурения с продувкой воздухом;
- B – для высокооборотного бурения (> 450 об/мин);
- C – центральная насадка;
- D – специальная конструкция вооружения, уменьшающая самопроизвольное искривление ствола скважины;
- E – удлиненные насадки;
- G – усиленная защита козырьков лап от износа;
- H – долота для наклонного и горизонтального бурения;
- J – гидромониторное долото для набора зенитного угла (кризисы);

L – калибрующие накладки на спинках лап, усиленные твердосплавными штырями;

M – долота для бурения винтовыми забойными двигателями;

S – стандартные долота с фрезерованным вооружением;

T – двухшарошечные долота;

W – усовершенствованное вооружение, запатентованное производителем;

X – твердосплавные зубки клиновидной формы;

Y – твердосплавные зубки конической формы;

Z – другие формы зубков.

После сертификации продукции ОАО «Волгабурмаш» изменило обозначение и кодирование шарошечных долот, выпускаемых по лицензии американской фирмы «Dresser», в своих каталогах (рис. 32).

Продуктовые линии (серии долот по типам опор) лицензионных долот в соответствии с ГОСТ 20692–75 нормируют эксплуатационные частоты их вращения:

(V) (> 450 об/мин);

(VU) (> 450 об/мин);

(N) (250–450 об/мин);

(NU) (250–450 об/мин);

(AU) (< 90 об/мин).

В табл. 4 показаны примеры обозначения шифров лицензионных шарошечных долот производства ОАО «Волгабурмаш» после сертификации.

Конструкционные схемы опор шарошечных долот разных типов и их эксплуатационные характеристики представлены ранее (см. рис. 27–31).



Продуктовые линии (серии по типам опор)

A	V	N	VU	NU	AU	AUP	AUL
два радиальных подшипника скольжения	только подшипники качения	один подшипник скольжения (остальные подшипники качения)	только подшипники качения с уплотнением	один подшипник скольжения с уплотнением	два радиальных подшипника скольжения с уплотнением	долота малого диаметра до 172 мм	два радиальных подшипника скольжения с уплотнением (разрезная плавающая втулка и упорная шайба)

	Префиксы
C	центральная насадка
K	комбинированная промывка
A	продувка воздухом
N	удлиненные насадки
L	наплавка козырька и набегающей грани лапы
S	армирование спинки лапы твердосплавными зубками
D	армирование спинки лапы зубками с алмазным покрытием

	Суффиксы
X	клиновидный зубок
Y	конический зубок
Z	зубок прочей формы, отличный от клиновидного и конического
T	усиленная объемная наплавка зубьев
G	дополнительное армирование твердосплавными зубками обратного конуса шарошки
D	армирование обратного конуса шарошки зубками с алмазным покрытием

Рис. 32. Условные обозначения лицензионных долот производства ОАО «Волгабурмаш»

44 Таблица 4

Примеры обозначения долота по продуктовым линиям

Твердосплавное вооружение		Фрезерованное вооружение	
76,0 A-C74Z R306	76,0 – диаметр долота, мм; А – продуктовая линия; С – центральная промывка; 74 – крепкие породы по IADC; Z – сферический зубок (отличный от клиновидного и конического); R306 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	93,0 A-C31 R307	93,0 – диаметр долота, мм; А – продуктовая линия; С – центральная промывка; 31 – твердые породы по IADC; R306 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
215,9 V-NL63Y R276	215,9 – диаметр долота, мм; V – продуктовая линия; N – удлиненные насадки; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; 63 – твердые абразивные породы по IADC; Y – конический зубок; R276 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	444,5 V-K11TG R130	444,5 – диаметр долота, мм; V – продуктовая линия; K – комбинированная (боковая и центральная) промывка; 11 – мягкие породы по IADC; T – усиленная объемная наплавка зубьев; G – дополнительное армирование твердосплавными зубками обратного конуса шарошки; R130 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
311,1 N-43X R102M	311,1 – диаметр долота, мм; N – продуктовая линия; 43 – очень мягкие абразивные породы по IADC; X – клиновидный зубок; R102M – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	215,9 N-N21 R163	215,9 – диаметр долота, мм; N – продуктовая линия; N – удлиненные насадки; 21 – средние породы по IADC; R163 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
215,9 VU-LS43Z R206	215,9 – диаметр долота, мм; VU – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 43 – очень мягкие абразивные породы по IADC; Z – ковшеобразный зубок (отличный от клиновидного и конического); R206 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	215,9 VU-LS21 R190	215,9 – диаметр долота, мм; VU – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 21 – средние породы по IADC; R190 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя

215,9 NU-62X R05	215,9 – диаметр долота, мм; NU – продуктовая линия; 62 – твердые абразивные породы по IADC; X – клиновидный зубок; R05 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	215,9 NU-LS11TG R183	215,9 – диаметр долота, мм; NU – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 11 – мягкие породы по IADC; T – усиленная объемная наплавка зубьев; G – дополнительное армирование твердосплавными зубками обратного конуса шарошки; R183 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
165,1 AU-L51X R111	165,1 – диаметр долота, мм; AU – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; 51 – мягкие абразивные породы по IADC; X – клиновидный зубок; R111 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	200,0 AU-11T R133	200,0 – диаметр долота, мм; AU – продуктовая линия; 11 – мягкие породы по IADC; T – усиленная объемная наплавка зубьев; R133 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
124,0 AUP LS54X R413	124,0 – диаметр долота, мм; AUP – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 54 – средние абразивные породы по IADC; X – клиновидный зубок; R413 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя	215,9 AUL LS13TG R415	215,9 – диаметр долота, мм; AUL – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 13 – мягкие средние породы по IADC; T – усиленная объемная наплавка зубьев; G – дополнительное армирование твердосплавными зубками обратного конуса шарошки; R415 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя
311,1 AUL LS83Y R299	311,1 – диаметр долота, мм; AUL – продуктовая линия; L – наплавка козырька и набегающей грани лапы; S – армирование спинки лапы твердосплавными зубками; 83 – очень крепкие породы по IADC; Y – конический зубок; R299 – порядковый номер конструкции завода-изготовителя		

ОДНОШАРОШЕЧНЫЕ ДОЛОТА

Конструктивная схема одношарошечного долота показана на рис. 33, а его общий вид приведен на рис. 34, 35. Сферическая шарошка оснащена твердосплавными шты-

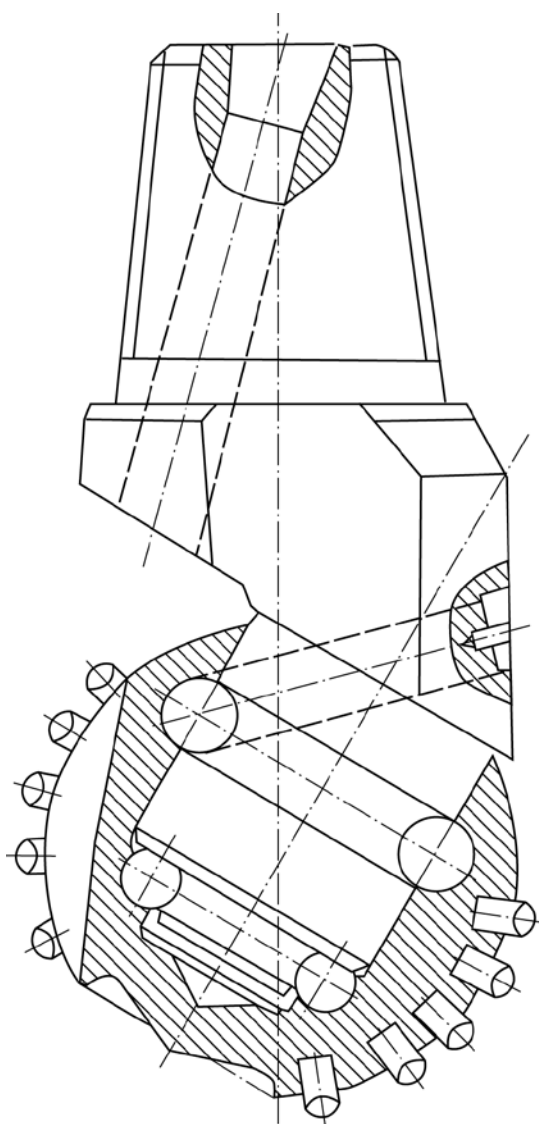


Рис. 33. Схема одношарошечного долота



Рис. 34. Общий вид одношарошечного долота с открытой опорой

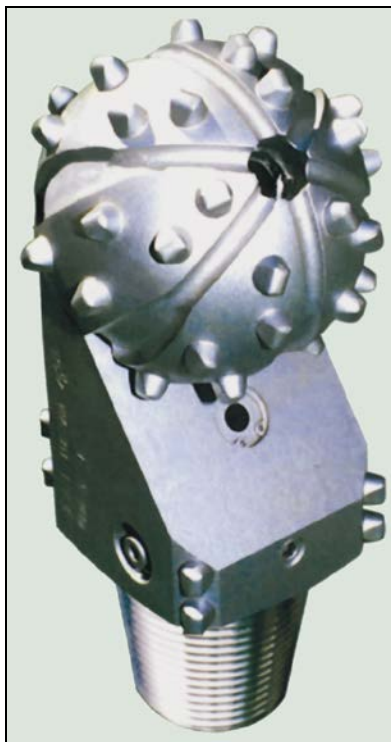


Рис. 35. Общий вид одношарошечного долота с герметизированной масломполненной опорой

рями. Центр сферы располагается в точке пересечения осей. Ось шарошки наклонена под углом 30° к оси долота. Промывка осуществляется через отверстие в корпусе долота. Опора долота гораздо больше, чем в трехшарошечных долотах, и состоит из цапфы и трех подшипников: скольжения, шарикового и шарикового замкового.

Одношарошечные долота выпускают диаметрами 138– 216 мм. Они предназначены для низкооборотного бурения в породах средней твердости. Поскольку часть зубков при бурении находится в постоянном контакте с породой, серийное одношарошечное долото относится к долотам режуще-скалывающего действия.

СИСТЕМА КОДИРОВАНИЯ ИЗНОСА ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ, ПРИНЯТАЯ В РОССИИ

Система кодирования износа шарошечных долот, применяемая в России, разработана ВНИИБТ, бывшим главным научно-исследовательским институтом буровой техники в СССР. Система оценивает износ шарошечных долот по четырем направлениям: износу вооружения, износу опор, износу диаметра и аварийный износ.

Износ вооружения (хотя бы одного венца):

V1 – уменьшение высоты зубцов на 1/4;

V2 – уменьшение высоты зубцов на 1/2 (2/4);

V3 – уменьшение высоты зубцов на 3/4;

V4 – уменьшение высоты зубцов на 4/4 (полностью).

При наличии скола фрезерованных зубцов, скола и выпадения твердосплавных зубцов добавляется индекс С. Общее количество (в %) сколотых фрезерованных зубцов и выпавших твердосплавных зубцов записывается в скобках. Например: С(20).

При закруглении зубцов периферийных венцов добавляется индекс Р. Например: С(20)Р.

Износ опоры (хотя бы одной шарошки):

П1 – износ небольшой: «качка» торца шарошки относительно оси цапфы невелика (например, до 2 мм для долота диаметром 190–214 мм; до 4 мм для долот диаметром 243–295 мм); тела качения не обнажены;

П2 – износ средний: «качка» торца шарошки большая (например, до 5 мм для долот диаметром 190–214 мм, до 8 мм для долот диаметром 243–295 мм); тела качения не обнажены;

П3 – износ большой: «качка» торца шарошки значительная (например, 5 мм для долот диаметром 190–214 мм; больше 8 мм для долот диаметром 243–295 мм); значительный износ или разрушение части тел качения; имеется опасность их выпадения; «заедание» шарошки при вращении от руки;

П4 – отказ (разрушение) опор: разрушение и поворот роликов; разрушение шариков, козырьков лап и тыльной части шарошек с выпадением тел качения; трещины и «лыски» на шарошках.

В случае повреждения узла герметизации маслonaполненной опоры (выход из строя уплотнения или его выпадение) добавляется индекс У, количество поврежденных узлов указывается в скобках. Например: У(2).

В случае заклинивания, шарошек добавляется индекс К, количество заклиненных шарошек указывается в скобках. Например: К(2).

В случае повреждения гидромониторного узла (разрыв гнезда, выпадение насадок) добавляется индекс Г, количество поврежденных узлов указывается в скобках. Например: Г(3).

Износ по диаметру. Уменьшение диаметра долота обозначается индексом Д и выражается в мм. Например: Д6.

Аварийный износ:

А_в – «оставление» вершин шарошек на забое;

А_ш – «оставление» шарошек на забое;

А_с – «оставление» секций на забое;

А_ц – «оставление» цапфы с шарошкой на забое.

Количество «оставленных» на забое лап, шарошек и их вершин указывается римскими цифрами в скобках. Например: А_в(I); А_ш(I, II); А_с(I); А_ц(III).

Примеры применения кода для оценки износа долот

1. Вооружение «сработано» на 10 %, опоры имеют средний износ, «заклинены» две шарошки, диаметр долота сохранился:

В1П2К(2)Д0.

2. Вооружение изношено на 3/4, 50 % зубцов имеют сколы, калибрующие кромки зубцов периферийных венцов закруглены, опоры имеют большой износ, «качка» торца шарошки 10 мм, диаметр долота уменьшился на 7 мм:

В3С(50)РПЗД7.

3. Вооружение «сработано» полностью, опора разрушена, часть тел качения выпала, первая шарошка «оставлена» на забое:

В4П4А_ш(I).

4. В скважине оставлены все шарошки:

А_ш(III).

Примеры записи износа долот с помощью кода в буровом журнале и суточном рапорте:

269,9 С-ГНУ № 8639 – В2С(30)РПЗД6Г(2)УЗ;

190,5 С-ГВ № 1642 – В1П1К(I)А_в(I)Д0;

215,9 С-ГВ № 2894 – В4П4А_с(II);

244,5 Т-ЦВ № 6785 – В2П3А_ц(I);

244,5 С-ГН № 9735 – В1П2К(2)Д3Г(1).

В современной России работают зарубежные фирмы, а наши буровые предприятия используют импортные буровые долота, чаще с инженерным сопровождением. В связи с этим возникла потребность в оценке износа по системе IADC, применяемой за рубежом.

КОДИРОВАНИЕ ИЗНОСА ШАРОШЕЧНЫХ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ПО КОДАМ IADC

25 лет назад Международная ассоциация буровых подрядчиков (IADC) ввела стандартизированную систему описания износа породоразрушающих инструментов всех видов, в том числе и шарошечных долот.

За рубежом износ долот кодируют по трем параметрам: износ вооружения, износ опор, износ диаметра. Кроме того, в примечаниях приводятся повреждения других видов, причины подъема долота и прочие сведения (рис. 36, 37).

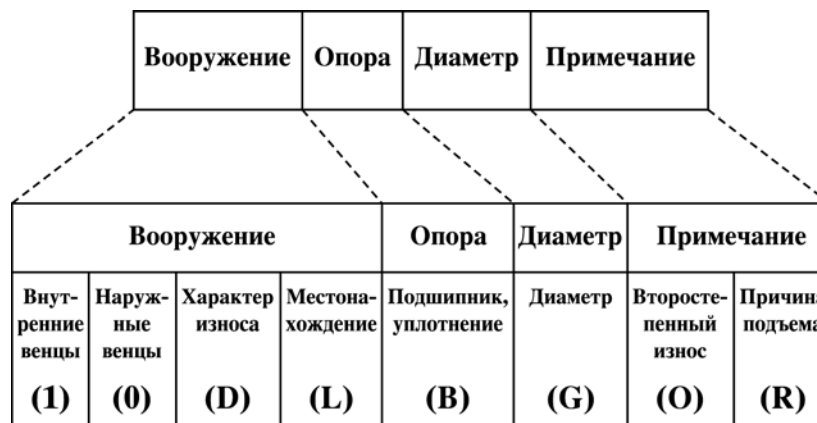


Рис. 36. Структурная схема кодирования износа долот по IADC

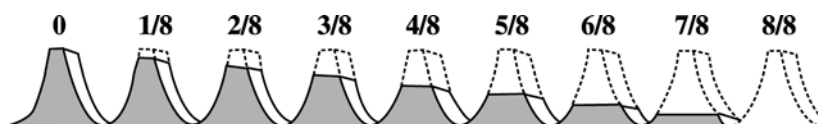


Рис. 37. Схема оценки износа вооружения долот с фрезерованным вооружением

1. Износ вооружения:

(I) – износ внутренних венцов;

(O) – износ наружных венцов;

(D) – характер износа;

(L) – местонахождение.

Пример определения кода износа твердосплавного (штыревого) вооружения:

$$(П_u \times 8) + (П_i \times К_i) = К_d,$$

где $П_u$ – количество сломанных и/или утерянных зубков, в долях; 8 – оценка их износа (8/8); $П_i$ – количество изношенных (вследствие истирания) зубков в долях; $К_i$ – оценка их износа, в восьмых долях высоты зубка; $К_d$ – код износа.

Например, у долота отсутствует половина зубков вследствие слома или утери, тогда остальные зубки имеют 50%-ный износ по высоте (4/8) вследствие истирания, код износа такого долота равен шести (6), т.е.

$$(0,5 \times 8) + (0,5 \times 4) = 6.$$

D – характер износа:

BC – слом шарошки;

CR – кернение долота;

LN – потеря насадки;

RO – кольцевой износ;

BF – отлом алмаза, пластины;

CT – скол зубков;

LT – потеря зубков (резцов);

SD – повреждение козырька;

BT – скол зубков (резцов);

ER – эрозия;

OC – эксцентричный износ;

SS – самозатачивание зубков;

BU – образование сальника;
FC – затупление вершины зубка;
PB – механическое повреждение при спуско-подъемных операциях (СПО);
TR – трекинг;
CC – трещина в шарошке;
HC – трещины перегрева;
PN – закупорка насадки;
WO – промыв инструмента;
CD – истирание заклиненной шарошки
JD – металл на забое; (промывочного канала);
WT – износ зубков (резцов);
CI – взаимозацепление шарошек;
LC – потеря шарошки;
RG – износ по диаметру;
NO – отсутствие износа.
L – местонахождение износа;
N – носовой венец (центральный);
M – средние венцы;
G – наружный венец;
A – все венцы.

Шарошка №: 1; 2; 3.

2. Износ опоры (В) – износ подшипников или уплотнений.

Открытая опора:

0 – ресурс опоры не использован;

8 – ресурс использован полностью (шарошка заклинена или утеряна).

Герметизированная опора:

E – работоспособная опора (уплотнение);

F – отказ уплотнений (разрушены, утеряны);

N – невозможность определения состояния опоры (уплотнения).

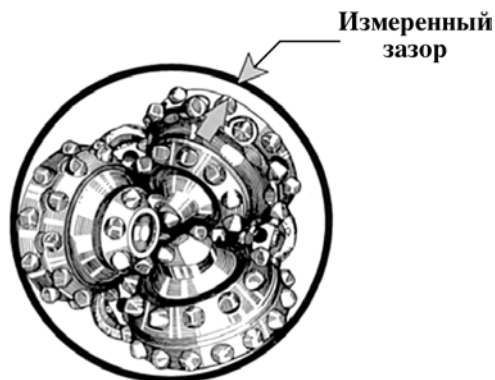
3. Износ долота по диаметру:

G – уменьшение диаметра долота, в долях дюйма (1/16 (1,5875 мм)).

При оценке износа по диаметру применяют специальный шаблон (измерительный инструмент) и правило 2/3.

Износ по диаметру равен зазору, измеренному при помощи шаблона (рис. 38) и умноженному на 2/3 (0,75).

Рис. 38. Схема измерения износа по диаметру



4. Примечание:

О – второстепенный износ; описываются любые другие виды износа долота в дополнение к ранее приведенным в колонке D;

R – причина подъема долота:

BNA – смена компоновки низа буровой колонны (КНБК);

RIG – ремонт бурового оборудования;

HR – подъем по времени;

DST – пластовые испытания;

CM – обработка бурового раствора;

TD – проектный забой (колонна);

LIH – потеря инструмента на забое;

DTF – отказ инструмента;

CP – отбор керна;

TQ – рост момента;

LOG – геофизическое исследование скважин (ГИС);

FM – смена геологической обстановки;

PP – изменение давления на стояке;

TW – отворот инструмента (трубы);

DP – разбуривание цементного стакана;

HP – авария;

PR – падение механической скорости проходки;

WC – погодные условия;

DSF – повреждение буровой колонны.

Приведем практические примеры описания износа шарошечных долот по кодам IADC.

Пример 1. Долото выглядит изношенным в процессе бурения пород тверже предела, на который это долото было рассчитано (рис. 39). На этот факт указывают сильный износ зубков внутреннего ряда, а также подъем по причине падения механической скорости, вызванной сломом зубков при бурении слишком твердых для данного долота пород. Слишком высокая осевая нагрузка на долото также может привести к подобному внешнему виду долота после подъема. Правильным подбор долота был в случае, если долбление продолжалось не слишком долго, и при этом отсутствуют второстепенные характеристики износа, сос-



Рис. 39. Общий вид отработанного долота, описанного в примере 1

тояние уплотнения рабочее, и долото не изношено по диаметру. Однако если долбление продолжалось по времени меньше ожидаемого, подбор долота был ошибочным. Долото могло быть слишком «мягким» для пород данного типа, либо осевая нагрузка превышала допустимые значения. Далее приведена оценка его износа по коду IADC: 7.1.BT.M.E.I.WT.PR.

Пример 2. Долото выглядит изношенным в процессе бурения пород тверже предела, на который это долото было рассчитано (рис. 40). На этот факт указывают сильный износ зубков внутреннего ряда, а также подъем по причине падения механической скорости, вызванной сломом зубков при бурении слишком твердых для данного долота пород. Слишком высокая осевая нагрузка на долото также



Рис. 40. Общий вид отработанного долота, описанного в примере 2

может привести к подобному внешнему виду долота после подъема. Правильным подбор долота был в случае, если долбление продолжалось не слишком долго, и при этом отсутствуют второстепенные характеристики износа, состояние уплотнения рабочее, и долото не изношено по диаметру. Однако если долбление продолжалось по времени меньше ожидаемого, подбор долота был ошибочным. Долото могло быть слишком «мягким» для пород данного типа, либо осевая нагрузка превышала допустимые значения. Далее приведена оценка его износа по коду IADC: 5.8.WT.A.3.2.FC.HRS.



АЛМАЗНЫЕ ДОЛОТА, ДОЛОТА ИСМ И РДС

АЛМАЗНЫЕ ДОЛОТА

Главной особенностью алмазных (классических) долот является наличие в них алмазных режущих элементов (натуральных или искусственных алмазов). В буровых долотах обычно используют наименее ценную разновидность натуральных алмазов – борт, баллас и карбонадо. В производстве долот используют только карбонадо (бразильские технические алмазы) или черные алмазы.

Перед использованием в буровых долотах природные алмазы обычно окатывают путем трения алмаза об алмаз. В результате такой обработки получают более прочные овалитованные алмазы, подверженные раскалыванию в меньшей мере, чем остроугольные.

Искусственные (синтетические) алмазы по прочности близки к естественным алмазам.

Технические показатели алмазных долот во многом зависят от качества и размеров алмазов. Качество алмазов определяют группой и категорией. К высшей группе и категории относятся крупные алмазы диаметром 2–3 мм (от 3 до 12 зерен на карат) и мелкие (до 1000 зерен на карат). Карат равен 0,2 г.

Схемы конструкции алмазных (классических) долот отечественного производства приведены на рис. 41.

Стальной корпус с присоединительной резьбой по всей поверхности контакта спаян с матрицей. Матрицы изготавливают из композиционного материала, называемого шихтой, состоящей из кобальта и зерен карбида вольфрама, являющегося основным износостойким компонентом. Промывочные отверстия в матрице выходят на торцовую часть долота и переходят в промывочные каналы. Последние делят поверхность матрицы на секторы. На рабочей и

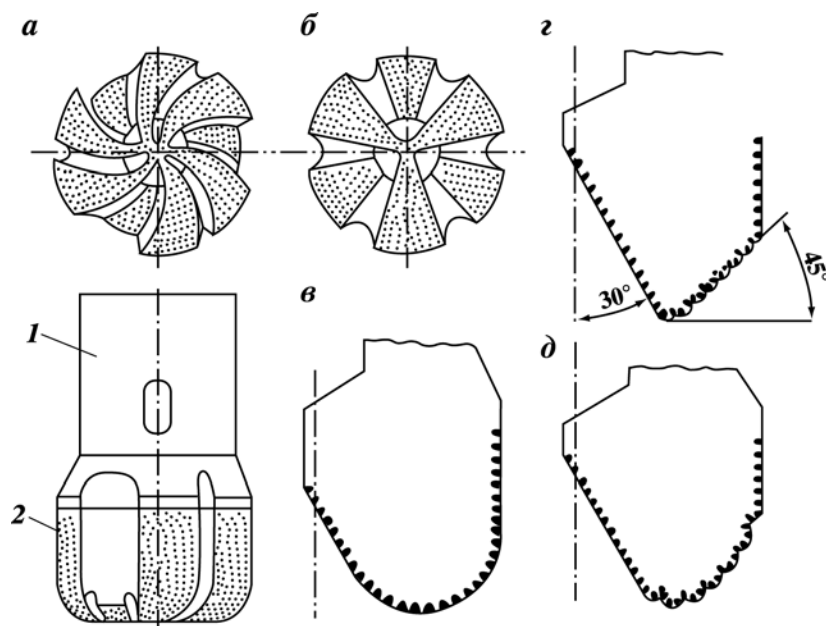


Рис. 41. Схемы конструкций алмазных (классических) долот различных типов (а, б) и профили рабочих поверхностей (в, г, д):
 а – спирального; б – радиального; в – гладкий профиль (ДР, ДС, ДЛС); г – система крупных торовидных профилей (ДК, ДИ, ДУ); д – система мелких торовидных профилей (ДР, ДИ); 1 – стальной корпус; 2 – твердосплавная матрица

калибрующей поверхностях секторов матрицы по определенной схеме размещены и закреплены алмазы. Алмазы закрепляют в процессе изготовления матрицы методами порошковой металлургии. После изготовления долота вылет алмазов над рабочей поверхностью матрицы должен составлять 0,10–0,25 их диаметра.

По форме и направлению пазов, промывочных каналов, рабочих органов и всей рабочей части выделяют алмазные долота двух типов, производимых в России: долота спиральные (ДС) (см. рис. 41, а) и радиальные (ДР) (см. рис. 41, б).

По размещению алмазов в матрице различают долота с поверхностной вставкой алмазов (однослойные) (рис. 42) и импрегнированные (рис. 43).



Рис. 42. Общий вид однослойного алмазного долота, оснащенного крупными натуральными алмазами



Рис. 43. Общий вид импрегнированного алмазного долота

Долота с поверхностной вставкой алмазов получают при однослойной укладке относительно крупных алмазов в специальную огнеупорную форму, а импрегнированные – равномерным перемешиванием мелких и невысокого качества алмазов в поверхностном слое толщиной от 6 до 10 мм.

Диаметры алмазных долот несколько (примерно на 2 мм) меньше диаметров шарошечных долот.

По профилю рабочих поверхностей алмазные долота подразделяются на:

- долота с системой мелких торовидных выступов (ДР, ДИ) (см. рис. 41, д);
- долота с системой крупных торовидных выступов (ДК, ДИ, ДУ) (см. рис. 41, з);
- долота с гладким профилем рабочих поверхностей (ДР, ДО, ДЛС) (см. рис. 41, в).

По способу армирования изготавливаются алмазные долота трех модификаций:

- однослойные долота (ДЛ, ДР);
- импрегнированные долота (ДИ, ДКСИ);
- комбинированные долота с однослойным и импрегнированным армированием (ДУ, ДУС).

Примеры условной записи (шифра) алмазных долот:

ДК-212М6:

- Д – обозначение алмазного долота;
- К – долото со ступенчатым профилем;
- 212 – номинальный диаметр, мм;
- М – для мягких пород (выполняется однослойным);
- 6 – номер модели;

ДИ-188С6:

- Д – обозначение алмазного долота;
- И – импрегнированное долото;
- 188 – номинальный диаметр долота, мм;
- С – для средних пород;
- 6 – номер модели;

ДР-159СТ1:

- Д – обозначение алмазного долота;
- Р – радиальное долото;
- 159 – номинальный диаметр, мм;
- СТ – для среднетвердых пород (выполняются только однослойными);
- 1 – номер модели;

ДКС-138С:

- Д – обозначение алмазного долота;
- К – долото со ступенчатым профилем;
- С – долото с синтетическими алмазами;
- 138 – номинальный диаметр, мм;
- С – для средних пород;

ДЛС-267С1:

- Д – обозначение алмазного долота;
- Л – однослойное радиальное лопастное;
- 267 – номинальный диаметр, мм;
- С – для средних пород;
- 1 – номер модели.

КОДИРОВАНИЕ ИЗНОСА АЛМАЗНЫХ (КЛАССИЧЕСКИХ) ДОЛОТ

Кодирование износа проводится по системе, принятой в России (ВНИИБТ). Виды износа алмазных долот записывают буквой и цифрами, обозначающими расположение и размер выработки.

Буквами обозначают вид и форму износа:

О – обнажение алмазов;

Ц – выработка в центральной части долота;

Т – кольцевая выработка на торцевой рабочей поверхности;

П – выработка периферийной рабочей поверхности;

d – износ кернообразующего отведения бурильной головки;

D – износ по диаметру.

Результаты общего состояния долота записывают словами: «в работе» или «отработано».

«В работе» – это значит, что долото после очередного рейса осталось работоспособным и может быть использовано повторно.

«Отработано» – долото непригодно для дальнейшего использования из-за:

– выработки в центральной части долота;

– кольцевой выработки в центральной, торцевой или периферийной частях долота;

– износа долота по диаметру более чем на 3 мм;

– выпадения алмазов в результате эрозионного износа матрицы долота;

– других видов износа.

Примеры записи видов износа алмазных долот:

Ц40×20 – выработка в центральной части долота диаметром 40 мм и глубиной 20 мм;

Т140×150×5 – кольцевая выработка на торцевой поверхности долота между диаметрами 140 и 150 мм глубиной 5 мм;

П208×35 – выработка периферийной части долота от края долота до диаметра 208 мм глубиной 35 мм;

О^{1/2}.Д212.d82 – обнажение зерен алмазов торцевой поверхности на 0,5 размера зерна, износ долота по диаметру до 212 мм, увеличение диаметра кернообразующего отверстия до 82 мм.

Примеры записи износа алмазных долот в буровом журнале:

отработано, Д212Т140×150×5 – долото непригодно к дальнейшему использованию, долото по диаметру сработано до 212 мм (номинальный диаметр был 214,3 мм), на торцевой поверхности образовалась кольцевая выработка между диаметрами 140 и 150 мм глубиной 5 мм;

в работе, Д214,3Т140×150×2Т70×80×1 – долото пригодно к дальнейшему использованию, диаметр долота не изменен, имеет две торцовые выработки: первую между диаметрами 140 и 150 мм глубиной 2 мм; вторую между диаметрами 70 и 80 мм глубиной 1 мм.

ДОЛОТА ИСМ

Конструкция долота ИСМ, разработанного Украинским научно-исследовательским институтом сверхтвердых материалов, приведена на рис. 44, 45, 46.



Рис. 44. Общий вид долота ИСМ радиального типа



Рис. 45. Общий вид долота ИСМ торцового типа

Рис. 46. Общий вид долота ИСМ секторного типа



Стальной корпус с присоединительной замковой резьбой на торцевой профильной рабочей поверхности и калибрующей поверхности имеет вставки из сверхтвёрдого материала «Славутич», обладающего высокой износостойкостью. Вылет вставок над рабочей поверхностью корпуса составляет 3–5 мм. На калибрующей поверхности вставки утоплены, т.е. их вылет равен 0. Для оснащения долот применяют цилиндрические вставки диаметром 8–12 мм с плоскими, полусферическими и клиновыми рабочими торцами.

Рабочие элементы крепятся к стальному корпусу методом пайки.

На обратном конусе вставки размещены по спирали, на его поверхности проточена спиральная канавка для дополнительной циркуляции бурового раствора, выноса шлама и охлаждения вставок.

Буровой раствор из промывочных отверстий поступает в основные и дополнительные промывочные каналы. Основные промывочные каналы делят всю рабочую и калибрующую поверхность долота на секторы.

Долота ИСМ могут быть как с обычной промывкой (отверстия без насадок), так и гидромониторными (с насадками). При этом насадки изготавливаются из твёрдого сплава согласно ТУ

88 УССР ИСМ-472–75 и ГОСТ 3882–74. Их форма обычно такая же, как и форма насадок для шарошечных долот.

Долота ИСМ с обычной промывкой используют, как правило, при турбинном бурении, а гидромониторные – при роторном способе бурения.

Форма рабочей поверхности вставок марки «Славутич» и количество вставок определяются физико-механическими свойствами горных пород.

Долота ИСМ выпускаются трех разновидностей: режущие, торцовые и истирающие.

Режущие долота ИСМ предназначены для бурения в мягких и средних пластичных породах (см. рис. 44). Количество вставок минимально возможное, обеспечивающее не более чем полутора кратное перекрытие забоя. Это позволяет при относительно небольших нагрузках на долото создавать значительные удельные нагрузки. Общее содержание вставок марки «Славутич» в долоте режущей разновидности в 6–10 раз меньше, чем в истирающем ИСМ. Оно возрастает от центра к периферии долота.

Форма рабочей части лопасти может быть либо выпуклой, либо выпукло-вогнутой.

Торцовые долота ИСМ (см. рис. 45) предназначены для забуривания нового ствола при бурении направленных скважин, а также для ликвидации аварий. Кроме того, они применяются в среднемягких горных породах.

Истирающие долота ИСМ (см. рис. 45) предназначены для бурения мягких и средних малоабразивных пород. Они могут быть либо радиальными, либо секторными. Первая конструкция применяется для турбинного бурения, вторая – для роторного и турбинного.

Секторные долота имеют комбинированное вооружение. Их наружный ступенчатый корпус оснащен вставками с клиновидной рабочей головкой, а внутренний – вставками с круглой рабочей головкой. Такое вооружение применяется в долотах, предназначенных для бурения пород перемежающейся твердости.

Примеры условной записи долот ИСМ:

ИСМ-188-РГ-10:

ИСМ – вид долота;

188 – номинальный диаметр, мм;

Р – режущее;

Г – гидромониторное;

10 – номер модели;
ИСМ-292-А-МС:
ИСМ – вид долота;
292 – номинальный диаметр, мм;
А – для аварийных работ;
МС – мягкие и средние породы.
ИСМ-267-МС-2:
ИСМ – вид долота;
267 – номинальный диаметр, мм;
МС – мягкие и средние породы;
2 – номер модели.

ДОЛОТА PDC

Общий вид долота PDC (P – polycrystalline, D – diamond, C – cutter) представлен на рис. 47. Долото состоит из корпуса с соединительной замковой резьбой и рабочей части долота – матрицы с лопастями, оснащенными резцами. В матрице между лопастями в промывочных каналах смонтированы гидромониторные промывочные узлы.

Резцы долот PDC двухкомпонентные. Тело резца состоит из прессованного карбида вольфрама. Рабочая кромка резца упрочнена поликристаллическими синтетическими алмазами толщиной 0,5–0,7 мм.

Упрочнение резцов поликристаллическими алмазами повышает износостойкость резцов, а наличие карбидовольфрамового тела (подкладки) увеличивает пластичность резцов в целом (рис. 48).

Размеры резцов и их формы показаны на рис. 49, 50.

Резцы вручную впаиваются в гнезда лопастей специальным припоем, как показано на рис. 51, 52.

После оснащения лопастей резцами проводят балансировку долота на специальном стенде, добиваясь минимального дисбаланса сил, действующих на долото при разрушении горной породы. При балансировке минимизируются вибрации долота, что приводит к увеличению скорости бурения, срока службы долота и достижению высокого экономического эффекта.



Рис. 47. Общий вид долота PDC

Долота PDC изготавливают двух видов: долота с цельным стальным корпусом и матричные, с твердосплавной матрицей, припаянной к стальному корпусу.

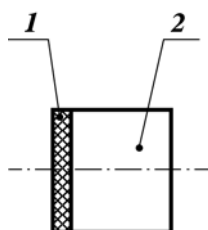


Рис. 48. Схема резца долота PDC:
1 – алмазный слой; 2 – твердосплавная основа

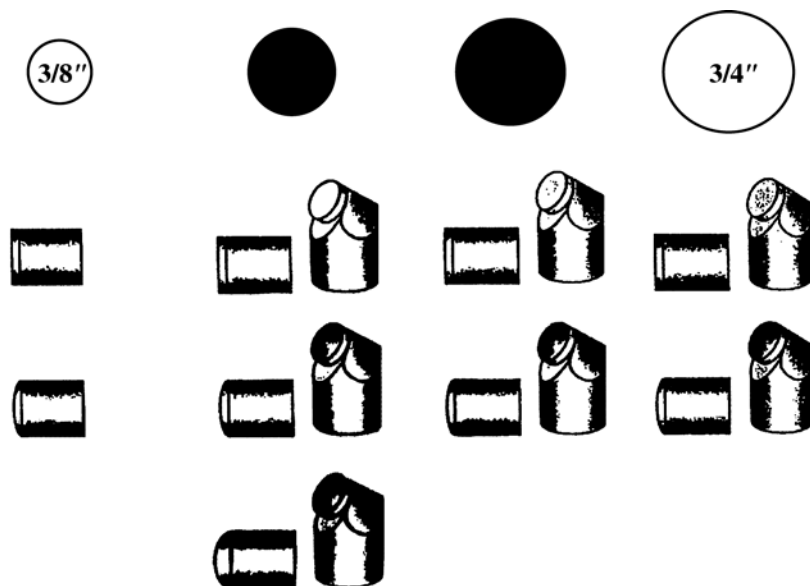


Рис. 49. Формы резцов долот PDC

В долотах PDC первого вида целиковый корпус изготавливается резанием на специальных станках, там же высверливаются гнезда под резцы, в которые их впаивают по специальной технологии. При работе таких долот вместе с резцами изнашивается корпус долота, который не подлежит реставрации.

В матричных долотах корпус с присоединительной резьбой изготавливается из стали резанием, а импрегнированная матрица — методом порошковой металлургии, т.е. в

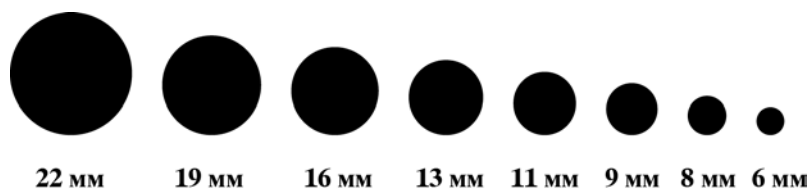


Рис. 50. Диаметры резцов долот PDC

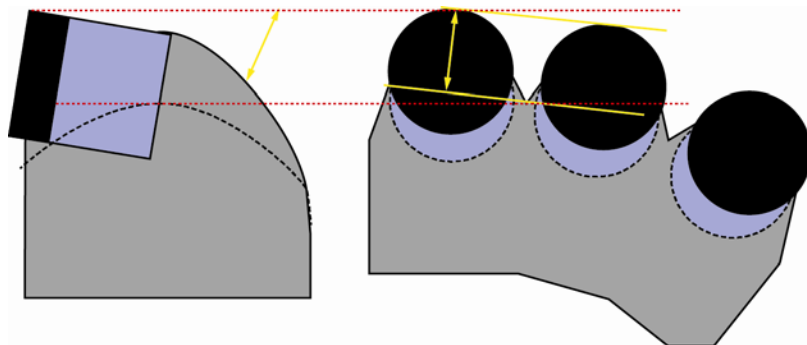


Рис. 51. Положение резца в лопасти долота PDC



Рис. 52. Общий вид готового к работе долота PDC

водородной печи шихта (смесь порошкообразного карбида вольфрама и кобальта) спекается при температуре 1300 °С.

В форму под матрицу (опоку) по шаблону в места, предназначенные под резцы, вставляют графитовые стержни. После спекания матрицы стержни извлекают, а на их место впаивают резцы. Готовую матрицу по всей плоскости припаивают к стальному корпусу. После этого долото балансируется. При работе таких долот импрегнированная матрица не изнашивается. Изнашиваются

в

ос-

новном резцы. Поэтому такие долота подлежат реставрации.

При реставрации изношенные резцы выпаивают, а на их место впаивают новые. За счет реставрации существенно снижается стоимость таких долот.

Особую группу долот PDC составляют бицентричные долота (рис. 53, 54).

Особенность работы бицентричных долот заключается в том, что при бурении они образуют новый ствол большего диаметра, чем проходной ствол.

Схемы спуска и бурения бицентричными буровыми долотами показаны на рис. 55, 56, 57, 58.



Рис. 53. Общий вид бицентричного долота



Рис. 54. Элементы бицентричного долота

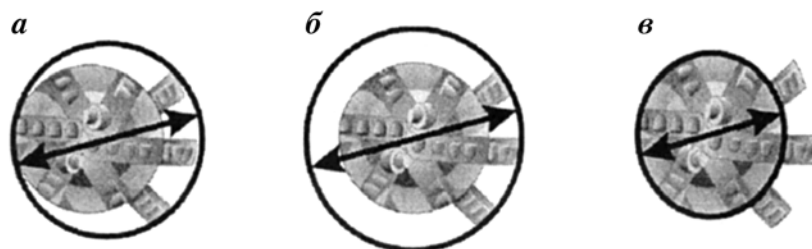


Рис. 55. Схемы формирования диаметра скважины бицентричным долотом:
 а – проходной диаметр; б – разбуриваемый диаметр; в – диаметр «пилота»

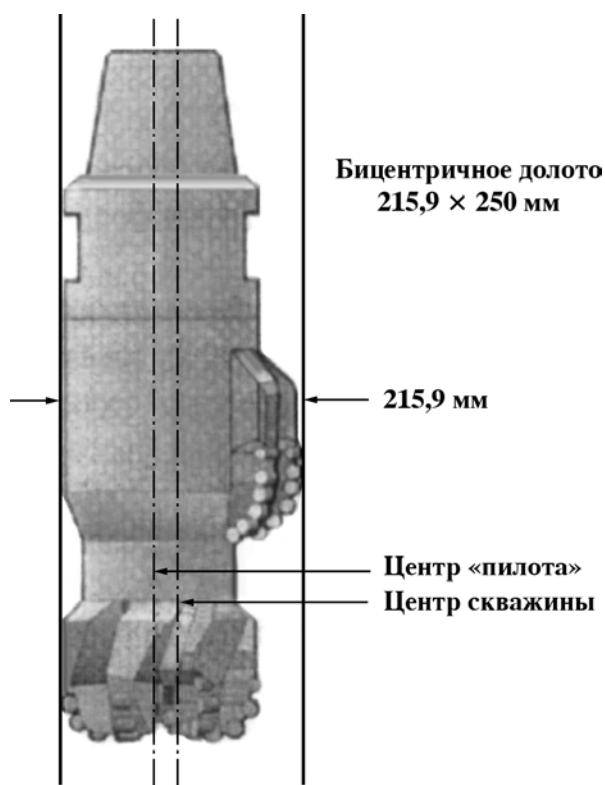


Рис. 56. Схема спуска бицентричного долота в скважину

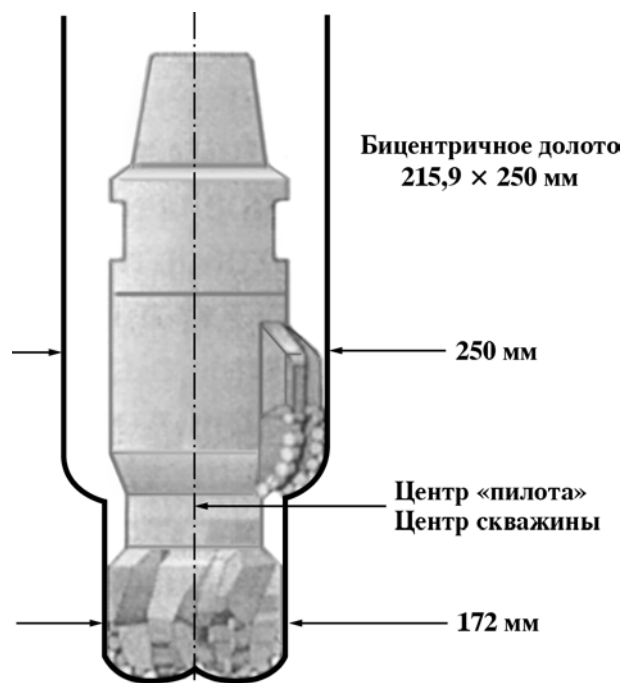


Рис. 57. Схема бурения скважины бицентричным долотом

Бицентричные долота используют при бурении вторых стволов, при необходимости намывки гравийных фильтров в зоне продуктивного пласта.

В последние годы буровые долота PDC получили широкое применение во всем мире, в том числе и в России за счет их высокой стойкости (тысячи метров на долото) и высоких механических скоростей бурения. На сегодня в России имеется шесть производителей породоразрушающих инструментов PDC: ООО «Азимут», ООО НПП «Буринтех», ОАО НПП «Бурсервис», ОАО «Волгабурмаш», ЗАО «Проммашсервис», СП ЗАО «Удол», что указывает на повышенный спрос данного инструмента.

Основными мировыми производителями породоразрушающих инструментов PDC являются фирмы США и Китая. Они же являются изготовителями шарошечных и

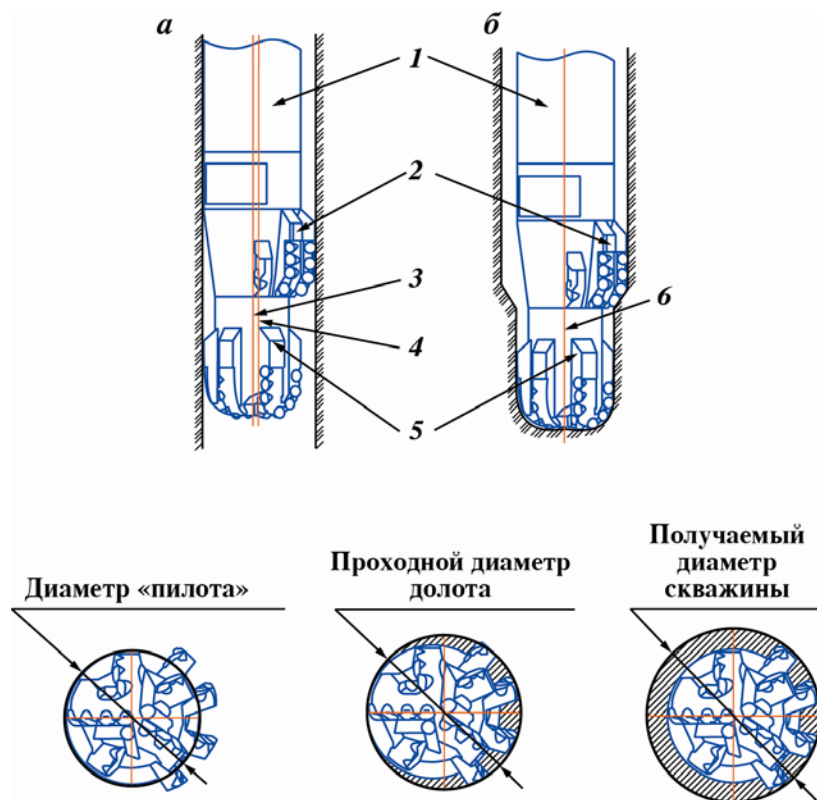


Рис. 58. Схема работы бицентричного долота:

a – при спуско-подъемных операциях; *б* – при бурении; 1 – гидравлический забойный двигатель; 2 – расширитель; 3 – ось «пилота»; 4 – ось скважины; 5 – «пилот»; 6 – оси «пилота» и скважины (совпадают)

алмазных (классических) породоразрушающих инструментов.

Буровые долота PDC классифицируют по системе IADC (табл. 5).

Пример условной записи долота PDC S121:

S – стальной корпус;

1 – для мягких пород;

2 – диаметр резцов 19 мм;

1 – короткий профиль.

Таблица 5

Классификация долот PDC по коду IADC

Тип корпуса	Тип горных пород		Диаметр резцов, мм		Тип профиля долота
М – матричный корпус	1	Очень мягкие	2 3 4	19 13 8	1 – короткий «рыбий хвост»
	2	Мягкие	2 3 4	19 13 8	2 – короткий профиль
S – стальной корпус	3	Мягкие средние	2 3 4	19 13 8	3 – средний профиль
	4	Средние	2 3 4	19 13 8	4 – длинный профиль

В связи с широким применением буровых долот PDC в России приведем некоторые общие рекомендации по их эксплуатации:

по осевой нагрузке:

0,25–1,0 тс на 1 дюйм диаметра долота (но не более 1,1 тс) при бурении в мягких породах;

0,5–1,1 тс на 1 дюйм диаметра долота (но не более 1,4 тс) при бурении в породах средней твердости;

0,7–1,8 тс на 1 дюйм диаметра долота (но не более 2,0 тс) при бурении в твердых породах;

0,9–1,8 тс на 1 дюйм диаметра долота (но не более 2,0 тс) при бурении в крепких породах.

по частоте вращения:

100–180 об/мин в неабразивных породах;

60–80 об/мин в абразивных породах;

по гидравлической мощности, подводимой к долоту, на 1 дюйм² площади забоя скважины:

2–7 л/с на 1 дюйм² площади забоя при использовании бурового раствора на водной основе;

1–5 л/с на 1 дюйм² площади забоя при использовании бурового раствора на нефтяной основе.

В табл. 6 приведены рекомендуемые подачи бурового раствора для буровых долот различных диаметров.

Таблица 6

Диаметр долота PDC,	Подача насоса,	Удельный расход на 1" диа-
---------------------	----------------	----------------------------

дюйм (мм)	л/мин	метра долота, л/мин
17 1/2 (444,5)	3 000–4 000	170–230
12 1/4 (331,1)	2 300–2 800	190–230
8 1/2 (215,9)	1 200–1 500	140–180
6 (152,4)	600–800	100–135

КОДИРОВАНИЕ ИЗНОСА ДОЛОТ PDC

Очень важно ввести аналогичную систему описания износа и для долот с неподвижными резцами, т.е. всех не шарошечных (безопорных).

В 1987 г. такая система была разработана подкомитетом по буровым долотам Международной ассоциации буровых подрядчиков. В 1991 г. система была отредактирована. Систему описания износа можно применять для не шарошечных долот всех типов, включая долота с природными поликристаллическими (PDC) и термостойкими поликристаллическими (TSP) алмазами, а также импрегнированные бурильные головки и долота безопорные, не оснащенные алмазным вооружением (ИСМ).

Система описания износа едина для буровых долот и бурильных головок всех конструкций. Таблица описания износа долот стандарта IADC включает коды для обозначения износа шарошечных долот и долот с неподвижными резцами. Параметры износа вносятся в соответствующие восемь колонок.

Табл. 7 аналогична схеме кодирования износа шарошечных долот по системе IADC (см. рис. 36):

Таблица 7

Кодирование износа безопорных долот по IADC

Таблица описания износа долот стандарта IADC							
Вооружение				В	G	Примечание	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
2	6			X			

колонки 1–4 – код износа вооружения («Вооружение»);

колонка 5 (В) – код износа опоры («Подшипник, уплотнение»), так как в безопорных долотах (долотах с неподвижными резцами) нет опор, в этой колонке всегда ставится знак «X»;

колонка 6 (G) – износ долота по диаметру («Диаметр»);
колонки 7 и 8 – второстепенный износ (или вторичные характеристики износа) и причина подъема («Второстепенный износ» и «Причина подъема»).

Степень износа внутренних и внешних рядов вооружения долота с поверхностно-вставленными алмазами определяется при помощи линейной шкалы от 0 до 8, аналогично шарошечным долотам. Цифры увеличиваются с ростом степени износа: 0 означает отсутствие износа, 8 – полный износ, 4 – 50%-ный износ.

Износ резца долота PDC определяется по линейной шкале от 1 до 8 от края до края алмазной пластины, независимо от формы, размера, типа или вылета резца.

Степень износа резцов схематично показана на рис. 59. Для определения степени износа записывают среднюю величину износа каждого сектора.

Как показано (см. рис. 59), 2/3 радиуса представлено внутренними рядами. Пять резцов имеют степень износа «2».

Проведем расчет путем определения средней степени износа для каждого резца в группе из пяти:

$$(4 + 3 + 2 + 1 + 0) / 5 = 2.$$

Для сектора «Внешние ряды» степень износа рассчитывается аналогично:

$$(5 + 6 + 7) / 3 = 6.$$

Таким образом, степень износа внешних рядов – «6».

Цифры вносят в таблицу описания износа долот стандарта IADC (см. табл. 7).

В колонках 3 и 7 указывают характеристики износа, т.е. наиболее заметные изменения физического состояния применяемого долота по сравнению с новым, используя двухбуквенные коды (табл. 8). На рис. 60 и 61 показаны характеристики износа.

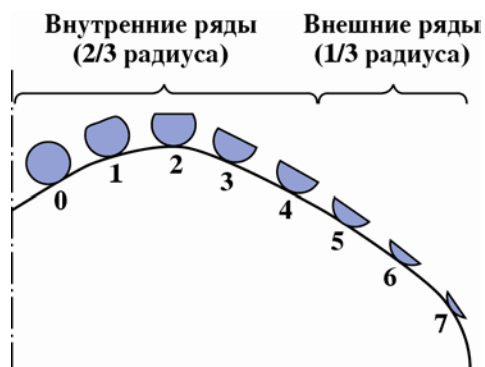


Рис. 59. Схема износа вооружения (внутренние и наружные венцы) (для бурильной головки осевая линия будет проходить по внутреннему диаметру)

Таблица 8

Кодирование износа безопорных долот по IADC

Таблица описания износа долот стандарта IADC							
Вооружение				В	G	Примечание	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
		WT		X		RO	

Примечания: 1. В колонке «Местонахождение» укажите номер (а) шарошки (шарошек). 2. При отсутствии износа поставьте Л/О в колонке «Описание износа». 3. При отсутствии второстепенного износа поставьте Л/О в колонке «Второстепенный износ».

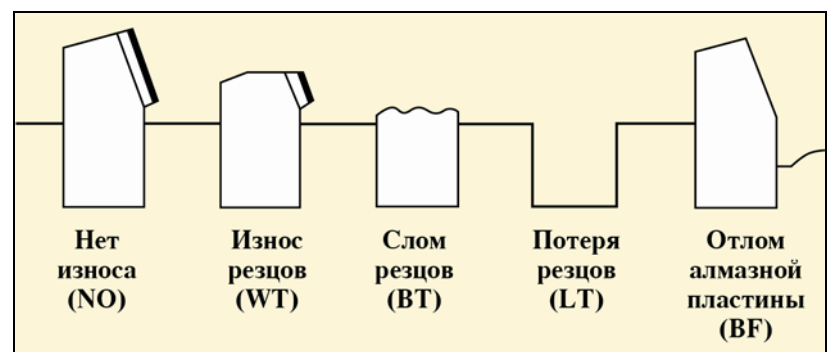


Рис. 60. Формы износа твердосплавных резцов, запрессованных в тело полости долота

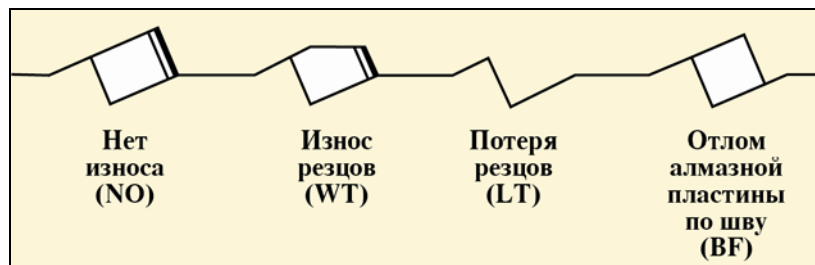


Рис. 61. Формы износа твердосплавных резцов

Кодовые обозначения типов второстепенного износа:

- *BC – слом шарошки;
- CR – кернение долота;
- LN – потеря насадки;
- RO – кольцевой износ;
- BF – отлом алмазной пластины по шву;
- CT – скол зубков (резцов);
- LT – потеря зубков (резцов);
- SD – повреждение козырька;
- BT – скол зубков (резцов);
- ER – эрозия;
- OC – эксцентричный износ;
- SS – самозатачивание резцов;
- BU – образование сальника;
- FC – затупление вершушек резцов;
- PB – механическое повреждение при СПО;
- TR – трекинг;
- *CC – трещина в шарошке;
- HC – трещины перегрева;
- PN – закупорка насадки;
- WO – промыв инструмента;
- *CD – истирание заклиненной шарошки (промывочного канала);
- JD – металл на забое;
- WT – износ зубков (резцов);
- CI – взаимозацепление шарошек;
- *LC – потеря шарошки;
- RG – износ по диаметру;
- NO – отсутствие износа;



Рис. 62. Износ резцов (WT)

RR – подлежит повторному спуску;

NR – не подлежит повторному спуску.

Примеры описания износа долот PDC показаны на рис. 62, 63, 64.

В колонке «Местонахождение» указывается местоположение износа вооружения, описанного в колонке 3.



Рис. 63. Скол резцов (BT)



Рис. 64. Кернение долота (CR)

На рис. 65 показаны четыре существующих профиля долота с неподвижными резцами и коды для описания местоположения износа. Один (или больше) из этих кодов используют при указании местоположения характеристики износа.

В колонке G указывают износ диаметра долота по калибру. Буква I означает сохранение диаметра. Уменьшение наружного диаметра измеряется в 1/16".

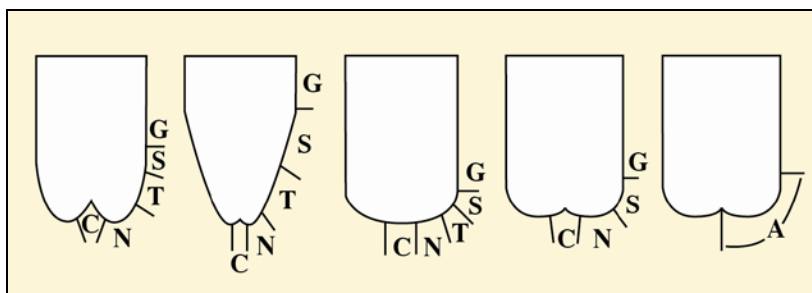


Рис. 65. Профили долот с неподвижными резцами:

C – конусный сектор; N – торцевой сектор; T – крыло; S – плечевой сектор; G – наружный диаметр; A – все участки

Приведем обозначения износа долот с фиксированными резцами:

I – сохранение диаметра;
1/16 – износ по диаметру до 1/16";
2/16 – износ по диаметру от 1/16" до 1/8";
3/16 – износ по диаметру от 1/8" до 3/16";
4/16 – износ по диаметру от 3/16" до 1/4".
Кодовые обозначения причин подъема долота:
BHA – смена КНБК;
DMF – отказ забойного двигателя;
DSF – повреждение бурильной колонны;
DST – испытания пластов;
DTF – отказ инструмента;
LOG – ГИС (каротаж, инклинометр);
RIG – ремонт бурового оборудования;
CM – обработка бурового раствора;
CP – отбор керна;
DP – разбуривание цементного стакана;
FM – смена геологической обстановки;
HP – авария;
HR – подъем по времени;
PP – изменение давления на стояке;
PR – падение скорости проходки;
TD – проектный забой (колонна);
TQ – рост крутящего момента;
TW – отворот инструмента (трубы);
WC – погодные условия;
WO – промыв бурильной колонны.

Приведем практические примеры описания износа долот с фиксированными резцами.

Пример 1. Долото R437GN применялось для горизонтального бурения глинистых сланцев. КНБК включала забойный двигатель 6 3/4" Mach 1 с фиксированным углом перекоса. Во время первого долбления было пробурено 118 м за 8,5 ч. Долото поднято с глубины 1433 м. Механическая скорость бурения составляла 13,9 м/ч. При обследовании долота после подъема не было обнаружено признаков износа (рис. 66).

Результаты обследования внесены в табл. 9.

Пример 2. Долото R437GN применялось при бурении интервала от хрупких до вязких глин и песчаника в го-



Рис. 66. Общий вид долота после подъема. Спецификация долота: тип R437GN; размер 8,5"; общая площадь потока 0,6

ризонтовой скважине. Было пробурено 387 м за 29,5 ч со средней механической скоростью 13,1 м/ч.

КНБК включала забойный двигатель 6 3/4" Mach 1 с изменяемым углом перекоса. Долото поднято с глубины 1820 м по причине низкой механической скорости бурения. После поднятия долота выяснилось, что снижение механической скорости бурения произошло по причине кернения долота и потери всех четырех насадок, а на оставшихся резцах не было обнаружено значительных признаков износа (рис. 67).

Таблица 9

Кодовое описание износа долота R437GN (пример 1)

Таблица описания износа долот стандарта IADC							
Вооружение				В	G	Примечание	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
0	0	NO	A	X	I	NO	TD



Рис. 67. Общий вид долота. Спецификация долота: тип R437GN; размер 8,5"; общая площадь потока 0,6

Результаты обследования внесены в табл. 10.

Пример 3. В районе Северного моря долото R435SG применялось на протяжении четырех СПО. Всего было пробурено 977 м за 166,3 ч в основном в соленых и агидритных породах (цехштейн). В трех из четырех спусков КНБК включала забойный двигатель Mach 1 DTU (210–320 об/мин). При обследовании после двух первых

Таблица 10

Кодовое описание износа долота R437GN (пример 2)

Таблица описания износа долот стандарта IADC							
Вооружение				В	G	Примечание	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
6	2	CR	C	X	T	LN	PR
Примечание. Хотя произошла потеря всех четырех насадок, в колонке «Описание износа» указано «Кернение долота» (CR), так как главной причиной потери насадок является кернение. Потеря насадок (LN) отмечена в колонке «Второстепенный износ».							

спусков не было выявлено существенного износа вооружения.

В колонке «Причина подъема» в обоих случаях было указано «Отказ инструмента» (DTF).

После третьего спуска (пробурено 389 м за 89,5 ч) долото было поднято по причине смены КНБК. При этом наблюдался равномерный износ $\pm 20\%$ внутренних и внешних рядов вооружения.

При обследовании долота после четвертого спуска было выявлено 50 % износа внутренних рядов и 60 % износа внешних рядов вооружения. Также наблюдались сильная эрозия и потеря резцов в секторе крыла (рис. 68).

Результаты обследования внесены в табл. 11.

Содержащуюся в описании износа информацию можно использовать для нескольких целей. С ее помощью изготовители долот могут проанализировать прочность конструкции и область применения своей продукции.

Буровики могут усовершенствовать программы бурения. Систему оценки можно компьютеризировать и создать всемирную базу данных с целью повышения эффек-



Рис. 68. Общий вид долота после четвертого спуска. Спецификация долота: тип R435SG; размер 12,25"; общая площадь потока 0,65–1,60
Таблица 11

Кодовое описание отработанного долота R435SG (пример 3)

Таблица описания износа долот стандарта IADC							
Вооружение				B	G	Примечание	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
0	0	NO	A	X	I	NO	DTF
<i>Спуск 1</i>							
0	0	NO	A	X	I	NO	DTF
<i>Спуск 2</i>							
0	0	NO	A	X	I	NO	DTF
<i>Спуск 3</i>							
0	0	NO	A	X	I	NO	DTF
<i>Спуск 4</i>							
0	0	NO	A	X	I	NO	DTF

тивности подбора долот для конкретных условий применения.

Основной причиной введения единой системы оценки является необходимость стандартизации сведений о долоте, независимо от места и конкретных условий его применения.



БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ

Породоразрушающий инструмент для бурения скважин кольцевым забоем называют бурильными головками.

Бурильные головки предназначены для бурения скважин с отбором керна. Они могут использоваться со стационарными либо съемными керноприемниками.

Бурильные головки могут быть шарошечными, лопастными, фрезерными, алмазными (классическими) ИСМ или PDC.

ШАРОШЕЧНЫЕ И ЛОПАСТНЫЕ БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ГОСТ 21210–75

Шарошечные бурильные головки (рис. 69) выполняются с одной, тремя, четырьмя, пятью, шестью, восемью и более рабочими органами. Шарошки в бурильной головке могут быть:

- коническими;
- одно-, двух-, или трехконусными;
- в виде усеченного конуса;
- цилиндрическими;
- цилиндроконическими;
- сферическими;
- чечевицеобразными.

Число и конструкция подшипников в опоре каждой шарошки также могут быть различными в зависимости, главным образом, от формы исполнения, габаритных размеров шарошки и бурильной головки.

Лопастные бурильные головки предназначены для отбора керна в мягких породах роторным способом в комплекте с несъемным керноприемником (табл. 12).

Промывочный узел состоит обычно из нескольких каналов, просверленных в лапах или корпусе бурильной го-

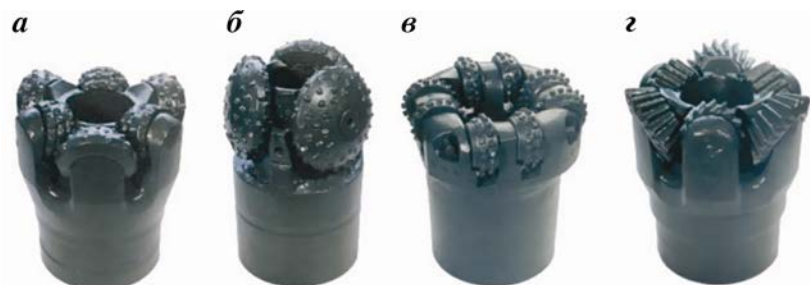


Рис. 69. Общий вид шарошечных бурильных головок:
а – ТКЗ; *б* – СЗ; *в* – МСЗ; *г* – СТ

ловки. Выходные промывочные отверстия во избежание размыва керна располагаются между шарошками подальше от центра.

Важными параметрами конструкции бурильной головки являются высота и коэффициент кернаприема.

Высотой кернаприема принято называть расстояние от зоны образования керна до кернарвателя, а коэффициентом кернаприема – отношение к этому расстоянию диаметра керна.

Таблица 12

Типы, область применения бурильных головок и исполнение их рабочей части по ГОСТ 21210–75

Тип	Область применения	Исполнение рабочей части
М	Бурение мягких устойчивых пород	Лопастные со вставными твердосплавными зубцами, с наплавкой твердого сплава и без наплавки
МСЗ	Бурение мягких пород с пропластками пород средней твердости	Шарошки со вставными твердосплавными зубцами
СЗ	Бурение пород средней твердости	
СТ	Бурение пород средней твердости с пропластками пород твердых	Шарошки со вставными твердосплавными зубцами или фрезерованными зубцами с наплавкой или без наплавки твердым сплавом
ТЗ	Бурение твердых пород	Шарошки со вставными твердосплавными зубцами
ТКЗ	Бурение твердых абразивных пород с пропластками пород крепких	

Пример условного обозначения бурильной головки для кернаприемных устройств без съемного кернаприемника (К) с

наружным диаметром $D = 139,7$ мм, внутренним диаметром $d = 52$ мм для бурения мягких пород:

К 139,7/52 М ГОСТ 21210–75.

Пример условного обозначения бурильной головки для керноприемных устройств со съемным керноприемником (КС) с наружным диаметром $D = 187,3$ мм, внутренним диаметром $d = 40$ мм для бурения пород средней твердости:

КС 187,3/40 СЗ ГОСТ 21210–75.

АЛМАЗНЫЕ БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ И БУРИЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ИСМ И РДС

Промышленностью выпускаются алмазные (классические) бурильные головки, оснащенные как природными, так и синтетическими алмазами (рис. 70, 71).

Бурильные головки первого класса изготавливаются трех разновидностей: однослойные радиальные, однослойные ступенчатые и импрегнированные.

Однослойные радиальные бурильные головки выпускаются серийно одного типа СТ двух модификаций в четырех моделях:

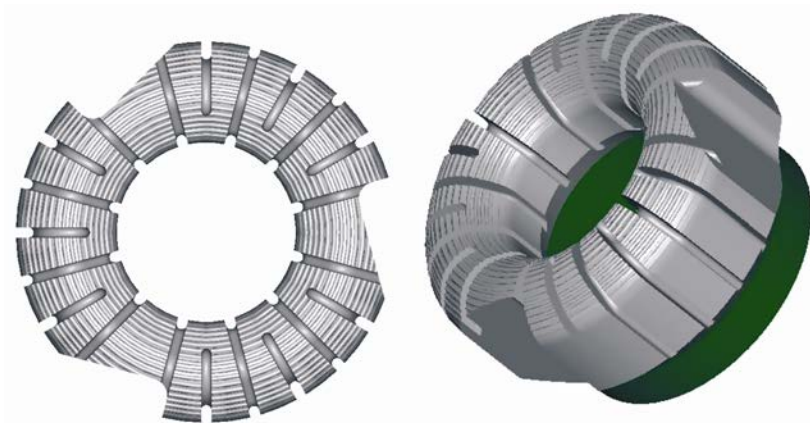


Рис. 70. Общий вид импрегнированной алмазной бурильной головки



Рис. 71. Общий вид однослойной алмазной бурильной головки

КР 159/67 СТ2;

КР 188/80 СТ2;

КР 212/80 СТ2;

КР 188/40 СТ1.

В записи бурильных головок приняты следующие обозначения:

К – бурильная головка;

Р – радиальная разновидность;

159/67 – номинальный наружный диаметр бурильной головки/диаметр керноприемного отверстия, мм;

СТ – тип бурильной головки;

2 – порядковый номер модификации.

Однослойные ступенчатые бурильные головки выпускаются двух типов М и С:

тип М – одной модификации 2 в одной модели:

КТ 188/40 М2;

типа С – двух модификаций 3 и 5 в двух моделях:

КТ 138/52 С3;

КТ 138/45 С5.

Импрегнированные бурильные головки выпускаются только типа С модификации 3 в двух моделях:

КИ 188/80 С3;

КИ 212/80 С3.

В бурильных головках обеих моделей с твердосплавной матрицей перемешаны алмазы XXXIV группы.

Бурильные головки второго класса с синтетическими алмазами изготавливаются двух разновидностей: однослойные и импрегнированные ступенчатые.

Они выпускаются только одного типа С и одной модификации 3.

Однослойные ступенчатые бурильные головки изготавливались в двух моделях:

КТС 188/80 СЗ;

КТС 212/80 СЗ.

Импрегнированные – в трех моделях:

КТСИ 138/52 СЗ;

КТСИ 188/8 СЗ;

КТСИ 212/80 СЗ.

Алмазные бурильные головки производятся в соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 39.026–76.

Бурильные головки для колонковых снарядов со съемным керноприемником изготавливаются с ниппельной наружной присоединительной резьбой, а бурильные головки для колонковых снарядов с несъемным керноприемником – с муфтовой внутренней резьбой.

ОСТ 39.026–76 также предусмотрено выполнение бурильных головок для колонковых снарядов со съемным керноприемником следующих семи размеров, мм:

185,7/40;

188,9/40;

211,1/60;

214,3/60;

242,1/60;

267,5/60;

292,9/60.

Бурильные головки размерами 185,7/40 и 188,9/40 выпускаются с ниппелем 3-147, размером 211,1/60 и 214,3/60 – с ниппелем 3-161, а остальные – с ниппелем 3-171.

Бурильные головки для керноприемных снарядов с несъемным керноприемником производятся следующих размеров, мм:

130,4/60;

138,1/60;

141,3/52;

147,6/52;

157,1/67;

163,5/67;

169,8/67;
185,7/80;
188,9/80;
195,3/80;
211,1/80;
214,3/80;
220,7/80;
242,1/100;
267,5/100;
292,9/100;
308,7/100;
317,6/100;
346,8/100.



Рис. 72. Общий вид бурильных головок ИСМ



Рис. 73. Общий вид бурильной головки PDC

Бурильные головки ИСМ, вооруженные вставками со сверхтвердым материалом «Славутич», выпускаются в настоящее время одной и той же разновидности (рис. 72) и одного типа МС.

Эти бурильные головки армируются вставками с материалом «Славутич» по наружной рабочей поверхности шести лопастевидных рабочих органов, составляющих единое целое с продолговатым полым корпусом, а также по внутренней центральной части, обеспечивающей образование керна.

Изготовление таких бурильных головок проводится в соответствии с ТУ 88 УССР ИСМ 472–76. Этими техническими условиями предусматривается изготовление бурильных головок под общим шифром ИСМ трех типов: М, МС и С.

Общий вид бурильных головок PDC представлен на рис. 73. Бурильные головки, как и буровые долота, имеют стальной корпус с присоединительной резьбой и рабочие органы в виде лопастей, оснащенные резцами из поликристаллических синтетических алмазов.

Бурильные головки могут быть цельнометаллические стальные и матричного типа, аналогично буровым долотам. Технология изготовления бурильных головок PDC аналогична технологии изготовления буровых долот.

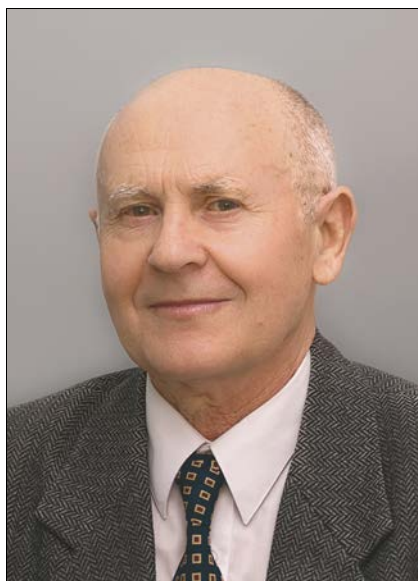
Бурильные головки PDC применяют для бурения с отбором керна в породах от мягких до средней твердости.

● ЛИТЕРАТУРА

1. *Абубакиров В.Ф., Буримов Ю.Г., Гноевых А.Н., Межлумов А.О., Близнюков В.Ю.* Буровое оборудование: Справочник: В 2 т. – Т. 2: Буровой инструмент. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2003. – 494 с.
2. *Волик Д.А.* Бурение скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые: Учеб. пособ. Ч. 1. – М.: Изд-во МГОУ, 2009. – 136 с.
3. *Волик Д.А., Логунов В.П.* Породоразрушающий инструмент. Учеб. пособ. – М.: МИНГ, 1988. – 56 с.
4. *ГОСТ 21210–75.* Головки бурильные для керноприемных устройств. Типы и основные размеры.
5. *ГОСТ 20692–75.* Долота шарошечные. Типы и основные размеры.
6. *Долота с фиксированными алмазосодержащими резцами.* Междунар. транслятор-справочник: Междунар. инженерная энциклопедия. Сер. Нефтегазовая техника и технология/Под ред. проф. В.Я. Кершенбаума. – М.: ООО «Национальный институт нефти и газа», Изд-во «Нефть и газ», 2011. – 452 с.
7. *Иогансен К.В.* Спутник буровика: Справочник. – М.: Недра, 1990. – 295 с.
8. *Масленников И.К.* Буровой инструмент. Справочник. – М.: Нед-ра, 1989. – 430 с.
9. *Шарошечные долота.* Междунар. транслятор-справочник: Междунар. инженерная энциклопедия. Сер. Нефтегазовая техника и технология/Под научной ред. акад. РИА В.Я. Кершенбаума, акад. РАПК А.В. Торгашова. – М.: АНО «Технонефтегаз», 2000. – 245 с.



ОБ АВТОРЕ



Волик Дмитрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Волик Дмитрий Алексеевич

БУРОВЫЕ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Редактор *Т.К. Рубинская*
Художник-график *М.С. Голубева*
Технический редактор *Г.В. Лехова*
Корректор *Е.М. Федорова*
Компьютерная верстка *Ю.А. Титова*

Подписано в печать . Формат 60×90 ¹/₁₆. Гарнитура «Петербург». Печать
офсетная. Печ. л. 6,0. Уч.-изд. л. 6,1. Тираж экз. Заказ

ISBN 978-5-91961-116-5





ДЛЯ ЗАМЕТОК