

определенного уровня. Чтобы сделать это необходимо разместить в резервуаре поплавков, который при достижении жидкостью определенного уровня будет подавать сигнал на закрытие электрозадвижки. И наоборот, открывать поток, как только уровень воды будет снижен.

Из плюсов электрозадвижек можно выделить:

- монтаж в труднодоступных местах;
- возможность управлять задвижкой дистанционно;
- быстрое отпирание/запирание потока среды;

Минусом является только стоимость, однако во время эксплуатации все затраты быстро окупаются.

### Литература

1. Виды задвижек [Электронный ресурс]/ Трубопроводная арматура для профессионалов. – Режим доступа: [https://armstroy-nn.ru/useful\\_info/article/kakie-vidy-zadvizhek-byvayut/](https://armstroy-nn.ru/useful_info/article/kakie-vidy-zadvizhek-byvayut/). Дата доступа: 15.05.2022.

2. Принцип работы электрозадвижек для трубопроводов и область их применения [Электронный ресурс]/ Знаток тепла. – Режим доступа: <https://znatoktepla.ru/truby/printsip-raboty-elektrozadvizhek.html/>. Дата доступа: 15.05.2022.

**Породоразрушающие инструменты при бурении**  
Студенты гр. 10205120 Веремейчик П.А., Руляков И.С.,  
Научный руководитель – ст. пр. Куранова О.В.,  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Процесс сооружения направленной горной выработки большой длины и малого (по сравнению с длиной) диаметра— это бурение скважин. Начало скважины на поверхности земли называют устьем, дно — забоем. Нефть и газ добывают, используя скважины. Основные процессы их строительства — бурение и крепление. Необходимо осуществлять качественное строительство скважин во всех возрастающих объемах при кратном снижении сроков их проходки с целью обеспечить народное хозяйство страны нефтью и газом во всех возрастающих количествах при снижении трудоемкости и энергоемкости и капитальных затрат.

Бурение скважин — единственный источник результативной разведки и приращения запасов нефти и газа. Основной вид деформации, под действием которой породы в процессе бурения разрушаются — вдавливание. При бурении нефтяных и газовых скважин основным инструментом является долото, при помощи которого происходит разрушение горной породы на забое и образуется скважина. Современные шарошечные долота – это одна из разновидностей специального бурового оборудования. Используются они для разрушения горной породы в процессе бурения скважин. Причем разрушают они как мягкие, так и очень прочные горные породы.

Буровое долото испытывает при работе значительные статические и динамические осевые нагрузки и действие переменного крутящего момента. Поэтому их конструкция должна быть рассчитана на экономически обоснованный срок службы, так как долото является инструментом одноразового использования.

Шарошечные долота представляют собой наиболее универсальный породоразрушающий буровой инструмент, поскольку область их применения охватывает практически все многообразие горных пород: от очень мягких до весьма твердых. Шарошечные долота предназначены для сплошного бурения нефтяных, газовых и геологоразведочных скважин, а также скважин различного назначения в горнодобывающей промышленности и строительстве с очисткой забоя жидкостью или воздухом.

Для работы с более плотными или твердыми породами рекомендуется выбирать долота шарошечные с меньшим шагом зубьев и их высотой, что изначально гарантирует их большую долговечность и то есть защиту от поломок при бурении, а уменьшение шага зубьев обеспечивает лучший эффект и степень дробления.

Шарошечные долота для сплошного бурения конструктивно могут быть выполнены трехшарошечными, двухшарошечными и одношарошечными. Наибольшее применение при бурении скважин получили трехшарошечные долота.

Основные элементы шарошечных долот: корпус, шарошки, лапы с цапфами, опоры и промывочные устройства. Опора шарошек состоит из подшипников и торцовой пяты.

### Одношарошечные долота

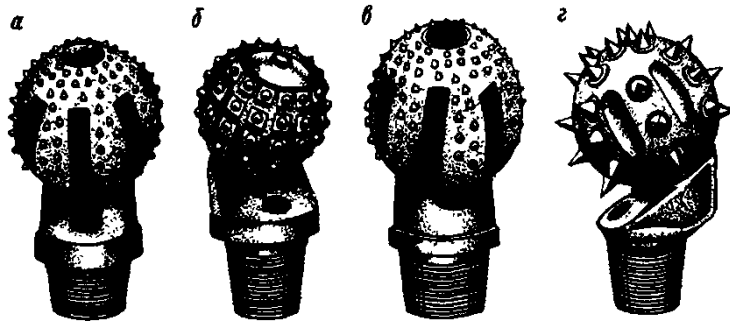


Рисунок 1. Модификация отечественных одношарошечных долот  
 а - основная (серийная); б - с кольцевыми расточками на шарошке; в - с нижней промывкой; г - с коническими зубками

Все они относятся к одному классу (с твердосплавным вооружением) и к одному типу (СЗ), предназначены для бурения пород средней твердости (доломитов, конгломератов, известняков и других хрупких пород). Одношарошечные долота состоят из корпуса, выполненного вместе с цапфой, на которой монтируется шарошка сферической формы. По ГОСТ 20692-75 унифицированные конструкции одношарошечных долот должны выпускаться диаметрами 139,7; 165,1; 190,5; 215,9 и 244,5 мм.

**Двухшарошечные долота** разрабатываются в основном для бурения геологоразведочных скважин. Они выпускаются диаметром 59 - 151 мм.

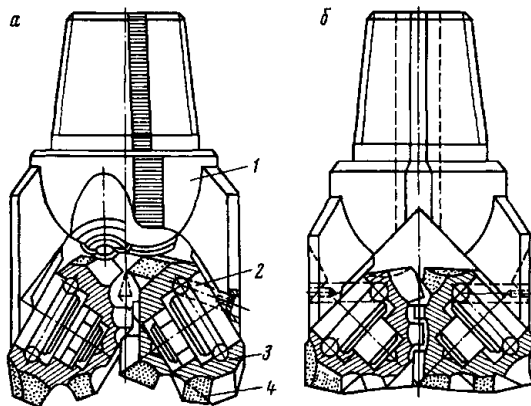


Рисунок 2. Двухшарошечные долота  
 а - В112МГ; 1 - секция (лапа); 2 - узел опор; 3 - шарошка; 4 - вооружение; б - 2В93С

На рис. 3 изображен пример **трёхшарошечного долота** для сплошного бурения в очень крепких породах: 1 — наружная конусная соединительная резьба (ниппель); 2 — секция (лапа) долота; 3 — каналы в лапе и цапфе для продувки опоры; 4 — цапфа лапы; 5 — твердосплавные зубки с полусферической рабочей частью; 6 — замковый палец; 7 — шарошки; 8 — подшипники качения; 9 — центральный канал для продувки забоя и шарошек.

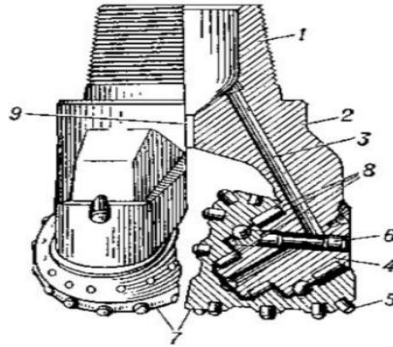


Рисунок 3. Трёхшарошечные долота

По конструкции шарошечные долота делят на:

- секционные;
- корпусные.

В том или ином виде они выполняются в зависимости от диаметра. Для большого диаметра бурения используются долота корпусные, цельнолитые, а для скважин небольшого диаметра используются секционные долота, которые сварены из двух или трех секций.

Кроме того, соединительная резьба у секционных долот наружная конусная (ниппель), а у корпусных внутренняя конусная (муфта).

По принципу воздействия на горную породу шарошечные долота делят на:

- дробящие;
- дробящие— скалывающие.

К основным техническим характеристикам долот шарошечных относят:

во-первых, частоту вращения, что составляет величину до 250 об/минуту;

во-вторых, количество самих шарошек, которое может доходить до 6 шт. Но самыми популярными и практичными остаются 3-х шарошечные аналоги.

### Расчет оптимальной нагрузки на долото

На основании анализа результатов большого числа научно-исследовательских работ, посвященных изучению влияния осевой нагрузки на механическую скорость бурения, оптимальная нагрузка для всех разновидностей породоразрушающих инструментов при вращательном бурении определяется по формуле:

$$G_g = aP_{\text{ш}}S_t, \text{ кН},$$

где  $a = 0,47- 0,97$  - коэффициент, учитывающий влияние забойных условий на твердость горных пород при данном способе бурения и тип породоразрушающего инструмента, берем  $a = 0,7$ ;

$P_{\text{ш}}$ -твердость разбуриваемых горных пород в условиях всестороннего сжатия, принимаем по справочнику для пород средней твердости  $P_{\text{ш}} = 50\text{кН/м}^2 = 50000 \text{ Н/м}^2 = 50000 \text{ Па} = 50 \text{ МПа}$ ;

$S_t$  - площадь контакта зубьев долота с забоем,  $\text{м}^2$ , долото опирается одновременно на 6 зубьев, т.е. по 2 на каждой шарошке в единицу времени, для долота диаметром 295,3 мм принимаем  $0,00083 \text{ м}^2$ .

Значения подставляем в формулу:

$$G_g = 0,7 * 50 * 10^6 * 0,00083 = 290\text{кН}.$$

Таким образом, оптимальная нагрузка 290 кН.

Широкое повсеместное внедрение шарошечных долот обусловлено рядом их существенных преимуществ:

- зубцы шарошки поочередно и лишь кратковременно взаимодействуют с забоем, что при большом количестве рабочих элементов обеспечивает большую долговечность вооружения долота;
- использование опор качения и скольжения позволяет значительно снизить крутящий момент, требуемый для вращения долота на забое.
- возможность варьирования механизмом взаимодействия долот с забоем, что позволяет реализовать наиболее эффективный способ разрушения горной породы. Отсюда и широкая гамма типов долот для бурения пород от самых мягких до самых твердых.

Также есть и недостатки:

- образование на забое скважины большого количества пыли и, в следствие этого, значительный расход энергии на разрушение породы.
- большая масса станков и низкая долговечность шарошек.

Годом первого появления шарошечных долот - этих основных «помощников» и «участников» любого вращательного бурильного процесса является 1909. С тех пор они претерпели множество различных изменений, но от этого не стали более или менее востребованными. И по сей день, долота шарошечные являются «альфой и омегой» всей отрасли вращательного бурения.

#### Литература

1. <https://works.doklad.ru/view/UtjpFXsCQqk.html>
2. [https://studref.com/362192/tehnika/stanki\\_sharoshechnogo\\_bureniya](https://studref.com/362192/tehnika/stanki_sharoshechnogo_bureniya)
3. <https://official.satbayev.university/download/document/15190/5B072400-%20Дауысова%20Диана.pdf>
4. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20398>
5. <https://tekhnosfera.com/povyshenie-dolgovechnosti-burovyh-sharoshechnyh-dolot-na-osnove-sovershenstvovaniya-tehnologii-sborki-i-uprochneniya-shar>
6. <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-ustalostnoy-prochnosti-kak-osnovnogo-faktora-stoykosti-sharoshechnyh-dolot/viewer>
7. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Долото\\_шарошечное](https://ru.wikipedia.org/wiki/Долото_шарошечное)

#### **Газопламенное напыление в горнодобывающей промышленности**

Студенты гр. 10205120 Голиков Д.Д., Осадчий А. Д.,  
 Научный руководитель – ст. пр. Куранова О.В.,  
 Белорусский национальный технический университет  
 Минск, Беларусь

Процесс нанесения покрытия на поверхность детали с помощью высокотемпературной скоростной струи, содержащей частицы порошка или капли расплавленного напыляемого материала, осаждающиеся на основном металле при ударном столкновении с его поверхностью является процессом напыления. Его открытие связывают с первым газотермическим покрытием, полученным в начале XX в. М. У. Шоопом, который распылил