



УДК 622

ОДНОШАРОШЕЧНЫЙ БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ



SINGLE TORCH DRILLING TOOL

Жуков Виктор Андреевич

студент кафедры
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Самарский государственный
технический университет
cynbitim@mail.ru

Богомолов Родион Михайлович

доктор технических наук,
профессор кафедры
«Инженерная технология»,
Самарский государственный
технический университет
radion.bogomolov18.@mail.ru

Zhukov Viktor Andreevich

Student of the Department
«Drilling oil and gas wells»,
Samara State Technical University
cynbitim@mail.ru

Bogomolov Rodion Mikhailovich

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department
«Engineering Technology»,
Samara State Technical University
radion.bogomolov18.@mail.ru

Аннотация. Породоразрушающие элементы одношарошечных буровых долот со сферической шарошкой, двигаясь по сложным траекториям без отрыва от поверхности забоя разрушают породы со специфическими особенностями.

При работе на забое долот истирающее – режущего типа могут образовываться непрерывные кольцевые гребешки или уступы. При работе одношарошечных долот образование кольцевых гребешков невозможно и могут образовываться только отдельные целики породы. Разрушение указанных целиков происходит следующим образом. При подходе к узловой зоне перед элементом вооружения имеется участок забоя, ослабленный ранее прошедшим зубком. После сдвига выступающего целика породы, элемент некоторое время движется дальше относительно свободно, а затем снова резко нагружается при встрече со следующим выступающим участком забоя. Такое резкое нагружение и разгружение элементов вооружения способствует одновременно эффективности разрушения породы и затуплению, и выкрашиванию режущей кромки рабочей поверхности.

Ключевые слова: одношарошечный инструмент, порода, элемент, долото, разрушение.

Annotation. Rock-destroying elements of single-cone drill bits with a spherical cone, moving along complex trajectories without separation from the surface of the face, destroy rocks with specific features.

When working on the bottom of the chisel, abrasive – cutting type bits, continuous annular scallops or ledges may form. When single-cone bits work, the formation of annular scallops is impossible and only individual rock pillars can form. The destruction of these pillars occurs as follows. When approaching the nodal zone in front of the weapon element, there is a slaughter area weakened by a previously passed tooth. After the protruding pillar of the rock is shifted, the element moves relatively freely for some time, and then again sharply loads when it encounters the next protruding section of the face. Such a sharp loading and unloading of weapons elements contributes to the efficiency of rock destruction and blunting and chipping of the cutting edge of the working surface.

Keywords: single-cone tool, rock, element, chisel, destruction.

Траектории движения всех породоразрушающих элементов одношарошечного долота циклические, пространственные и замкнутые эпициклоидальными кривыми. Траектории отдельных элементов отличаются соотношением радиусов неподвижного и производящего кругов и величиной скольжения между ними, а их ориентации зависят от положения режущей кромки данного элемента на поверхности шарошки [1].

На рисунке 1 приведена фотография забоя, разбуренного одношарошечным долотом диаметром 140 мм. производства ОАО «Уралбурмаш».



Рисунок 1 – Фотография забоя одношарошечного долота 7В 140Т при бурении в песчанике



На рисунке 2 показано низкооборотное долото 1-190,5 СЗ-АУ [2, 3]. Герметизированная опора этого долота выполнена по схеме: «подшипник скольжения – замковый шариковый подшипник – подшипник скольжения – упорный шариковый подшипник – подшипник скольжения» и снабжена узлом принудительной компенсации расхождения смазки.



Рисунок 2 – Общий вид одношарошечного долота 1 – 190,5 СЗ – АУ

Наружная поверхность единственной шарошки представлена тремя ступенями сферических поверхностей, на которых расположено большое количество копытообразных твердосплавных зубков. Мощная опора и вооружение, значительная толщина стенок шарошки гарантируют высокоэффективную работу. Отсутствие обратных конусов у трех шарошек и спинок трех лап делают эти одношарошечные долота незаменимыми при быстром наборе кривизны в наклонном и горизонтальном бурении.

Основной недостаток одношарошечных долот – низкая стойкость вооружения. Даже при относительно малом затуплении заостренной кромки копытообразных зубков, мехскорость катастрофически снижалась.

Вскоре появилось одношарошечное долото [4], с повышенной производительностью долота за счет более равномерного распределения нагрузки на зубки. На рисунке 3 изображена схема одношарошечного долота.

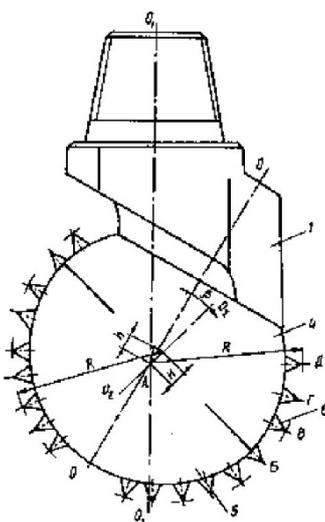


Рисунок 3 – Схема одношарошечного долота для изучения равномерности распределения нагрузки на отдельные зубки

Благодаря такому расположению полусфер в формировании полусферического забоя участвуют до 70 % зубков. При такой кинематике контактная нагрузка распределяется на большее количество зубков, что позволяет снизить интенсивность износа. Применение в бурении одношарошечных долот с таким расположением полусфер привело к повышению средней механической скорости бурения, но и такая конструкция не могла конкурировать с эффективностью трехшарошечных долот.

Было предложено комбинированное долото истирающее-режущего типа со сферической формой забоя [5]. На рисунке 4 показано такое долото, где 1 – корпус долота, 2 – цапфа, 3 – шарошка, 4 – режущая головка, 5 – подшипники.

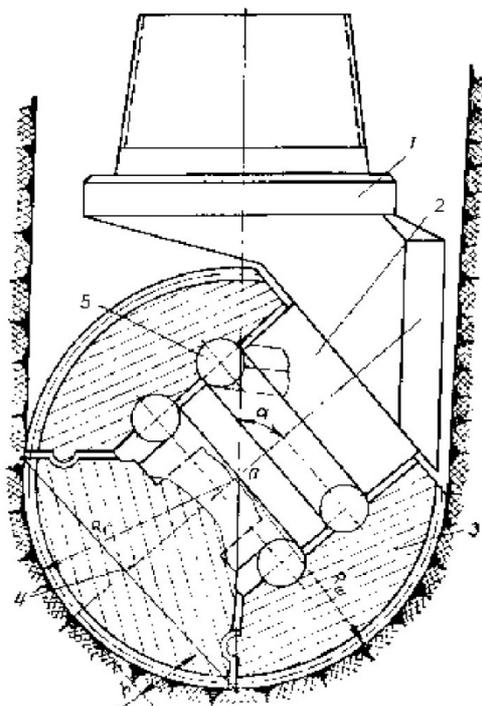


Рисунок 4 – Комбинированное одношарошечное долото

Поражение забоя долотом данной конструкции осуществляется комбинированно: режущей головкой, работающей как алмазная, и шарошкой. Но матрица алмазных резцов режущей головки в истирающее – режущем режиме работы истиралась, алмазы оголялись и выпадали. Механическая скорость бурения комбинированным долотом оставалась недостаточной.

В одношарошечном буровом долоте [6] (рис. 5) для вооружения шарошки использовались стандартные копытообразные зубки. Режущая кромка расположена со стороны плоской поверхности, а обратная сторона режущей кромки располагалась на выпуклой затупленной поверхности.

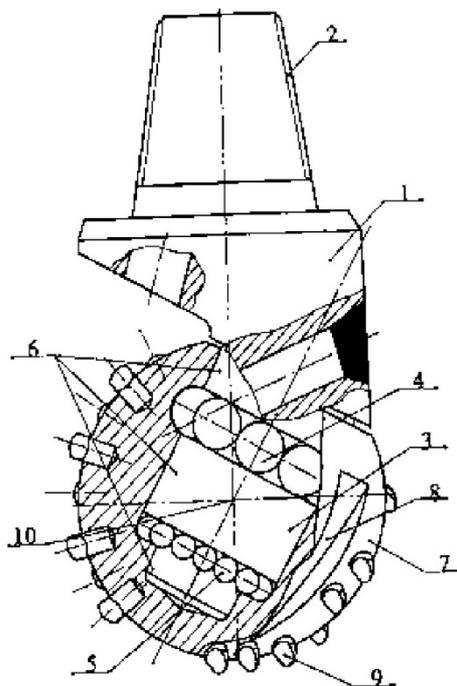


Рисунок 5 – Схема опоры одношарошечного долота:

- 1 – корпус долота с промывочным каналом, 2 – присоединительная резьба, 3 – цапфа,
- 4 – шариковый замковый подшипник, 5 – шариковый упорный подшипник, 6 – подшипники скольжения,
- 7 – сферическая шарошка, 8 – промывочные пазы на поверхности шарошки,
- 9 – зубок, закрепленный на теле шарошки, 10 – центр шарошки на пересечении оси цапфы и оси долота

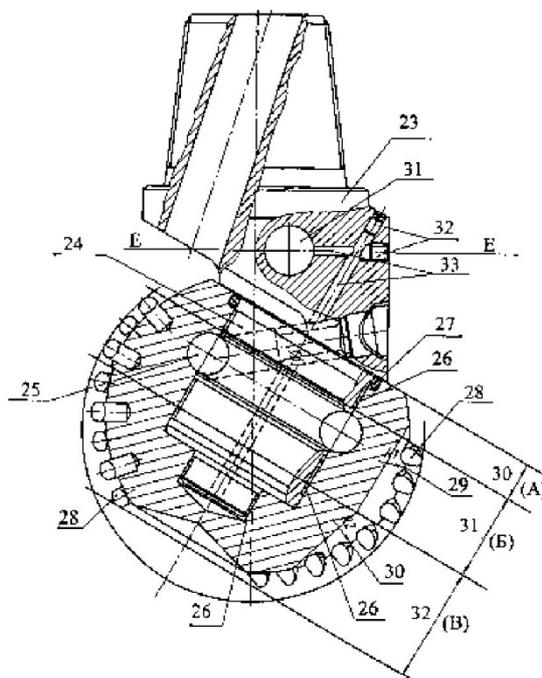


Рисунок 6 – Схема для изучения характера нагружения и расположения количеств зубков по различным зонам шарошки одношарошечного долота.

На рисунке 6 приведена схема серийного одношарошечного долота, где: 23 – корпус долота, 24 – цапфа, 25 – шариковый замковый подшипник, 26 – подшипники скольжения, 27 – уплотнительное кольцо, 28 – копытообразные твердосплавные зубки, 29 – первый пониженный радиусный уровень размещения зубков на сфере шарошки, 31 – место расположения узла компенсации смазки, 32 – герметизирующие заглушки, 33 – каналы для смазки.

Часть поверхности сферы шарошки в рабочем положении при работе долота находится выше пояса зубков, калибрующих диаметр скважины. Это нерабочая зона А, она зубками не оснащается. Зона Б оснащается зубками, калибрующими диаметр долота с максимальной линейной скоростью, оставляя на калибруемой стенке волнообразные, поднимающиеся и опускающиеся следы по глубине скважины. Количество зубков в этой зоне – 35–45 %. Последняя зона В на шарошке предназначена для разрушения центральной части забоя с замкнутыми кольцевыми пространственными следами от разворачивающихся при вращении шарошки рабочих кромок зубков. Их количество составляет 55–65 %.

Интенсивность разрушения породы на сферическом забое в зоне В зависит от положения режущей кромки. При встрече с породой обратной стороной зубок проскальзывает по забю, до того времени, когда он снова повернется навстречу породе плоской режущей кромкой. Поэтому в долоте [6] в центральной зоне В, на каждом венце зубки установлены друг за другом методом чередования: первый зубок обращен острой плоской стороной в направлении вращения шарошки, а следующий зубок обращен в сторону вращения тупой выпуклой стороной. Когда начинается разворот заостренной плоской режущей поверхности, другая половина зубков разворачивается с тупой стороны на острую, заостренную. При такой установке зубков эффективность разрушения и механическая скорость бурения возрастают.

Повышению скорости бурения, посвящено одношарошечное долото [7]. При росте поверхности притупления на кромке на 30 % механическая скорость снижается в 2 раза за счет уменьшения удельного давления под зубком и изменения его режущей способности. Изменение формы плоской набегающей грани на вогнутую (рис. 7.) позволило снизить темп затупления кромки при одинаковой высоте износа, по сравнению с серийным зубком.

Пересечение вогнутой поверхности зубка с его задней выпуклой поверхностью образовывало кольцевое ребро жесткости, упрочняющее вершину зубка (сечение А-А на рис. 7) Это компенсировало потерю прочности зубка за счет уменьшения сечения его вершины. Форма вогнутой поверхности способствовала естественному самозатачиванию режущей кромки при сходе по ней частиц шлама, снижая при этом темп прироста контактной поверхности. Изменение формы позволяло при создании достаточной прочности вершины уменьшить темп падения под зубком удельного давления, а значит повысить показатели работы долота.

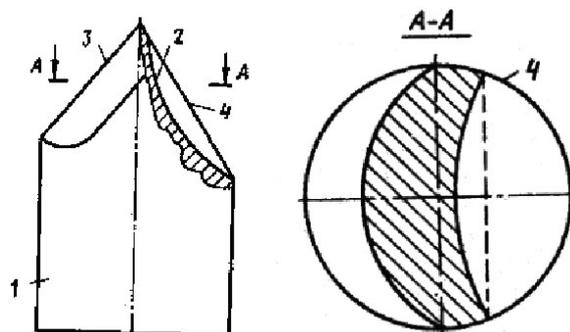


Рисунок 7 – Вид предложенного зубка и его сечение при износе

У одношарошечных долот есть общая особенность – следы зубков перекрещиваются, оставляя непораженные зоны на забое. Углубление долота возможно только после разрушения всех непораженных зон. Попытки решения этих проблем заняли десятки лет.

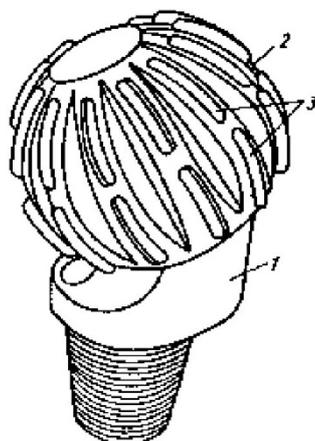


Рисунок 8 – Общий вид одношарошечного долота со схемой продольных удлиненных вставок на шарошках

Успешной попыткой решения проблем можно считать буровое одношарошечное долото [8] (рис. 8).

Целью этого изобретения является повышение эффективности работы долота путем исключения медленно поражаемых участков забоя, обеспечения самозатачивания режущей кромки породоразрушающих элементов и лучшего удаления с поверхности забоя разрушенной породы.

На эффективность бурения влияют повышение сохранности режущей кромки и минимальный темп прироста её контактной поверхности за счет непрерывного самозатачивания, облегченное удаление разрушенной породы по вогнутой поверхности.

Наличие современных суперстойких материалов для изготовления вставок, точного и высокопроизводительного химикотермического и механообрабатывающего оборудования с программным управлением сегодняшнего уровня в сочетании с приведенными в статье уникальными свойствами конструкции, предполагает уверенную необходимость проведения новых исследований и освоения в бурении инновационных и уникальных одношарошечных долот.

Литература

1. Зубарев А.В., Матвеев Г.И. Одношарошечные долота. – М. : «Недра», 1971.
2. ОАО «Волгабурмаш». Нефтепромысловое оборудование. – Design Studio WSOY Finland, 1996. – С. 31.
3. ОАО «Волгабурмаш». Нефтепромысловое оборудование. – Design Studio WSOY Finland, 1996. – С. 32.
4. Богомолов Р.М., Зубарев А.В. [и др.]. Одношарошечное долото. А.с. № 1583582, кл. Е 21 В 10/08. – 1987.
5. Богомолов Р.М., Поздняков В.И. [и др.]. Одношарошечное буровое долото. А.с. № 248586 кл. Е 21 В 9/08. – 1971.
6. Богомолов Р.М., Некрасов И.Н. [и др.]. Одношарошечное буровое долото. Патент РФ № 2470134 кл. Е 21 В 10/16. – 2011.
7. Богомолов Р.М., Злотников М.С. [и др.]. Буровое одношарошечное долото. А.с. № 1470926 кл. Е 21 В 10/16. – 1972.
8. Богомолов Р.М., Бутаков Л.Г. [и др.]. Буровое одношарошечное долото. А.с. № 1114779 кл. Е 21 В10/16. – 1984.



References

1. Zubarev A.V., Matveev G.I. Single-cone bits. – M. : Nedra, 1971.
2. OJSC Volgaburmash. Oilfield equipment. Design Studio WSOY Finland, 1996. – P. 31.
3. OJSC Volgaburmash. Oilfield equipment. Design Studio WSOY Finland, 1996. – P. 32.
4. Bogomolov R.M., Zubarev A.V. [et al.]. Single-cone chisel. A.S. № 1583582, class E 21 B 10/08. – 1987.
5. Bogomolov R.M., Pozdnyakov V.I. [et al.]. Single-cone drill bit. A.S. № 248586 cl. E 21 B 9/08. – 1971.
6. Bogomolov R.M., Nekrasov I.N. [et al.]. Single-cone drill bit. RF patent № 2470134 class. E 21 B 10/16. – 2011.
7. Bogomolov R.M., Zlotnikov M, S. etc. Drill single-cone bit. A.S. № 1470926 class E 21 B 10/16. – 1972.
8. Bogomolov R.M., Butakov L.G. etc. Drill single-cone bit. A.S. № 1114779 cells E 21 B10/16. – 1984.