**BULLETIN** OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 1, Number 353 (2015), 47 – 50

# DIMENSIONAL CONNECTIONS ENSURING THE WORKING CAPACITY AND PERFORMANCE OF DRILL BITS

**T. M. Mendebayev, A. Z. Gabdullina, U. S. Rakhimova**

Kazakh national technical university after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: aiman.22.66@mail.ru

**Key words:** drilling, roller bit, crown, rate of penetration, industrial enterprise.

**Abstract**. The article describes the various names of drill bits for processing rocks. Technological features of their production, taking into account the dimensional connections ensuring working capacity and performance of drill bits.

УДК 621.2.002; 621.002.2

# РАЗМЕРНЫЕ СВЯЗИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БУРОВЫХ ДОЛОТ

**Т. М. Мендебаев, А. З. Габдуллина, У. С. Рахимова**

Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** бурение, шарошечные долота, коронка, скорость проходки, промышленное предприятие.

**Аннотация.** В статье приведены различные наименования буровых долот для обработки горных пород. Рассмотрены технологические особенности их изготовления с учетом размерных связей, обеспечивающих технологичность и работоспособность буровых долот.

Добыча полезных ископаемых – руды, нефти, газа – обуславливает необходимость выполнения большого объема разведочного и эксплуатационного бурения скважин, включая бурение многочисленных взрывных скважин в породах высокой крепости для добычи металлических руд. Затраты на буровые работы составляют до 30 % всех затрат, приходящих на 1 т полезного ископаемого. При этом наиболее распространенным буровым инструментом являются трехшарошечные буровые долота, которые в объеме выпуска шарошечных долот составляют порядка 97 % [1].

Эффективным способом увеличения скорости проходки скважин является повышение работоспособности бурового инструмента, которая значительно зависит от качества изготовления долота, от достижения требований точности положения шарошек и расположенных на них зубков относительно основных баз долота, по которым оно присоединяется к бурильной колонне.

Долото – основной вид породоразрушающего инструмента, применяемого при роторном бурении взрывных и геологоразведочных скважин. По характеру разрушения горной породы долота делятся на лопастные, шарошечные, алмазные и долота типа ИСМ. Лопастные долота разрушают породу резанием и скалыванием, шарошечные – дроблением и скалыванием, алмазные и долота типа ИСМ – истиранием и резанием. По назначению долота делятся на три класса: для бескернового бурения, колонкового бурения и для специальных целей.

*Шарошечные долота* с коническими шарошками применяют в породах любой крепости, но наиболее успешно – в породах крепостью $f$ = 5–9 по шкале проф. М.М.Протодъяконова, когда рациональным осевым усилием на долото является $P_{ос.}$ = 70–80 кН.

Трехшарочное долото (рисунок 1) является одним из основных породоразрушающих инструментов. Корпус его сваривается из трех секций (лап), которые вместе с подшипниками образуют опоры долота. При сборке в опоры закладываются графитовая смазка или технический вазелин. Шарошки *1* и цапфы долота выполняются из высоколегированных сталей с последующей термообработкой и цементацией. Корпус долота имеет присоединительную резьбу *8* и каналы для прохода промывочной жидкости [3].

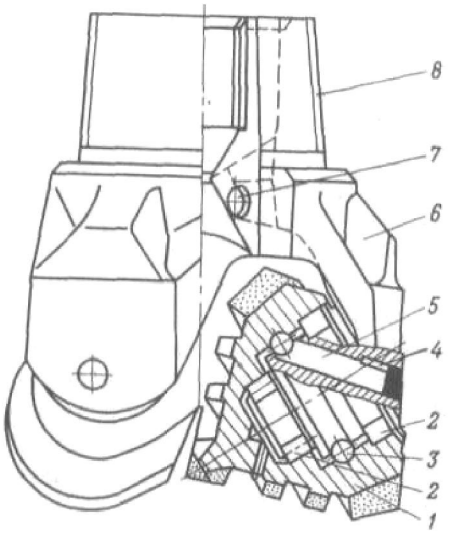


Рисунок 1 – Схема конструкции трехшарошечного секционного долота с фрезерованными зубьями, наплавленными твердым сплавом: 1 – шарошка; 2 – ролики; 3 – шарик; 4, 7 – штифты; 5 – палец; 6 – лапа; 8 – базовая присоединительная резьба, расположенная на ниппельной части долота

Для бурения пород средней и высокой крепости $f$ = 10–12 применяют долота, шарошки которых имеют вставные твердосплавные зубки, рациональным осевым усилием на долото является $P_{ос.}$= 90–110 кН. Шарошки вооружают также стальными фрезерованными зубьями, наплавленными твердым сплавом. В этом случае корпус шарошки и ее зубки представляют собой цельную деталь, сложной геометрии, которую изготавливают на современных многокоординатных станках с ЧПУ. Высота зубьев шарошек, угол их заострения и шаг зависят от твердости разбуриваемых пород. В мягких породах используются долота с крупными зубками, имеющими малые углы заострения и большой шаг.

С повышением твердости пород зубки выполняют более мелкими, с меньшим шагом и большими углами заострения.

Установлено, что основные параметры точности трехшарошечных буровых долот – разновысотность зубков, их радиальное биение и смещение вершин конусов шарошек относительно оси базовой резьбы определяет система взаимосвязанных пространственных размерных связей, формируемых на операциях технологических процессов изготовления деталей долота, на операции общей сборки и последующей обработки ниппельной части долота.

Выявленные пространственные размерные связи, определяющие разновысотность зубков трехшарошечных буровых долот (рисунок 2), показывают влияние точности изготовления комплектующих деталей долота, влияние погрешности базирования трех соединяемых секций и точности, достигаемой на операции нарезания базовой резьбы и опорного торца, на величину разновысотности зубков долота.

$$A_{\Delta} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 \qquad (1)$$

Положение зубков по высоте на каждой из трех шарошек определяет замыкающее звено $A_{\Delta}^{I}; A_{\Delta}^{II}; A_{\Delta}^{III}$ соответствующей размерной цепи (1), где верхние индексы обозначают номер шарошки [2]. Разновысотность зубков долота $B_{\Delta}$ формируется как наибольшая разность $B_{\Delta нб} \in \left\{B_{\Delta}^{I,II}; B_{\Delta}^{I,III}; B_{\Delta}^{II,III}\right\}$ у трех соединенных шарошек 1, 2, 3, где: $B_{\Delta}^{I,II} = A_{\Delta}^{I} - A_{\Delta}^{II}$; или $B_{\Delta}^{I,III} = A_{\Delta}^{I} - A_{\Delta}^{III}$ или $B_{\Delta}^{II,III} = A_{\Delta}^{II} - A_{\Delta}^{III}$ .

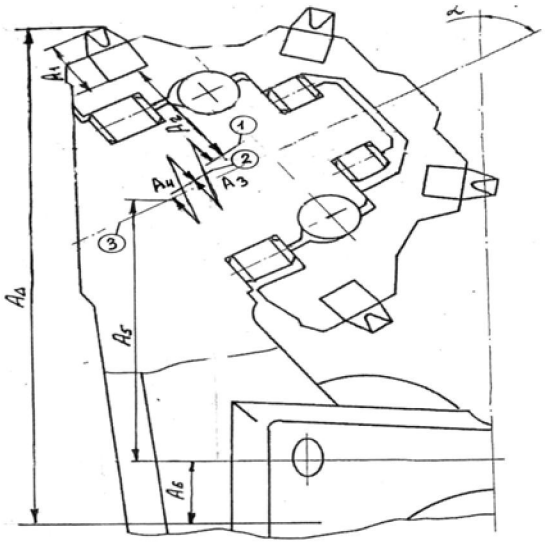


Рисунок 2 – Схема размерной цепи трехшарошечного бурового долота, определяющей осевое положение зубков: $A_1$ – высота зубка; $A_2$ – расстояние от торца зубка до оси 1 отверстия шаршки; $A_3$ – соосность оси отверстия шарошки 1 с осью опорной ступени цапфы 2; $A_4$ – соосность оси 2 с осью цапфы 3; $A_5$ – расстояние от оси ступени цапфы до оси штифтового базового отверстия, $A_6$ – расстояние от оси отверстия до упорного торца долота

Для расчета каждую из пространственных цепей $A_\Delta^I; A_\Delta^{II}; A_\Delta^{III}$ следует представить как три плоские $A_{\Delta x}$, $A_{\Delta y}$ , $A_{\Delta z}$, для чего все составляющие звенья $A_i$ необходимо спроектировать на три координатные оси $0X$ , $0Y$ , $0Z$: $\begin{vmatrix} A_{xi} \\ A_{yi} \\ A_{zi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A_i \cdot Cos\alpha_i \\ A_i \cdot Cos\beta_i \\ A_i \cdot Cos\gamma_i \end{vmatrix}$ и суммировать $\begin{vmatrix} A_{\Delta x} \\ A_{\Delta y} \\ A_{\Delta z} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{i=m-1} A_{xi} \\ \sum_{i=1}^{i=m-1} A_{yi} \\ \sum_{i=1}^{i=m-1} A_{zi} \end{vmatrix}$,

$A_\Delta = \sqrt{A_{\Delta x}^2 + A_{\Delta y}^2 + A_{\Delta z}^2}$ .

Математическое описание и моделирование схем базирования соединяемых секций трехшарошечных долот позволило выявить причины формирования составляющих погрешности базирования лап $\omega_y = (a_y, b_y, c_y, \lambda_y, \beta_y, \gamma_y)$, где $(a_y, b_y, c_y)$ - параметры смещение, $(\lambda_y, \beta_y, \gamma_y)$ - параметры поворота.

Это позволило рассчитать отклонения рабочих поверхностей шарошек, обусловленные погрешностью установки лап при реализации двух технологий сборки – при использовании сборочных баз в виде двугранного угла и в виде специально-обрабатываемой спинки лапы.

Выявлены пространственные размерные связи, определяющие радиальное биение зубков

$$Б_\Delta = Б_1 + Б_2 + Б_3 + Б_4 + Б_5 + Б_6 + Б_7 \quad (2)$$

и смещение вершин конусов шарошек относительно оси долота,

$$Г_\Delta = Г_1 + Г_2 + Г_3 + Г_4 + Г_5 + Г_6 \quad (3)$$

которые позволяют установить источники возникновения отклонений, как на этапах механической обработки деталей, так и в процессе узловой сборки шарошек и общей сборки долота [2].

При соединении трех секций происходит формирование смещений вершин конусов по разную сторону относительно оси базовой резьбовой поверхности (рисунок 3).

Положение вершин конусов каждой из трех шарошек по горизонтали определяется как замыкающее звено $Г_\Delta^I; Г_\Delta^{II}; Г_\Delta^{III}$ соответствующей размерной цепи (3), где верхние индексы обозначают номер шарошки. Максимальное смещение вершин конусов $Г_{\Delta нб}$ определяется наибольшим значением замыкающего звена $Г_{\Delta нб} \in \{Г_\Delta^I; Г_\Delta^{II}; Г_\Delta^{III}\}$ Согласно расчетов, диаметр окружности, в пределах которой происходит смещение вершин конусов трех шарошек, составляет $\varnothing = 2Г_{\Delta нб} = 2{,}4$ мм, что отвечает требованиям точности сборки рассматриваемых долот.

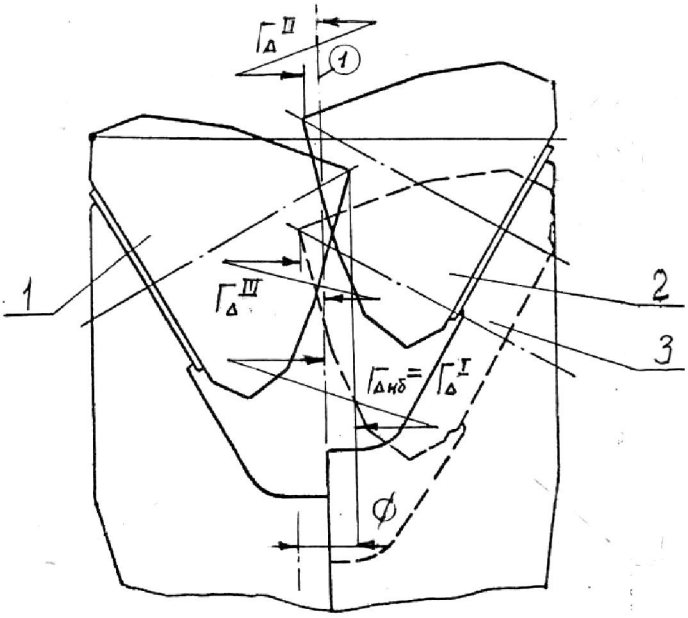


Рисунок 3 – Схема смещений вершин конусов шарошек по разную сторону относительно оси базовой резьбовой поверхности долота:

1, 2, 3 – шарошки;

*1* – ось базовой резьбовой поверхности;

$\Gamma_{\Delta}^{I}$ – смещение вершины первой шарошки 1, $\Gamma_{\Delta}^{I} = \Gamma_{\Delta нб}$;

$\Gamma_{\Delta}^{I}$ – смещение вершины второй шарошки 2;

$\Gamma_{\Delta}^{I}$ – смещение вершины третей шарошки 3

Проведенные исследования показывают, что нормы точности на основные параметры долот – на величину разновысотности зубков, на их радиальное биение и на смещение вершин конусов шарошек следует назначать не только с учетом размеров долот, но и с учетом их типов, определяемых служебным назначение изделия.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Махненко А.Н. Изготовление буровых долот на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах с резьбонакатным инструментом. Хостикоев М.З., Махненко А.Н. / Горный информационно-аналитический бюллетень. – М., 2011. – № 4. – С. 322-323.

[2] Кардыш В.Г. Повышение эффективности работы станков. – М.: Недра, 1980. – С. 97-101.

[3] Мендебаев Т.Н. и др. Компоновка секционного гидробура для сооружения скважин // Мат-лы междун. научно-практ. конф. «Перспективы развития машиностроения и транспорта в XXI веке». – Семей, 2014. – С. 209-213.

[4] Музапаров М.Ж. Направленное бурение. – Т. 1. – Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2001. – 205 с.

**REFERENCES**

[1] Makhnenko A.N. Manufacturer of drill bits for CNC machines and machining centers with thread rolling tool. The Khostikoyev M.H., Makhnenko A.N. Mining information and analytical Bulletin. M., 2011. N 4. P. 322-323.

[2] Kurdish Century. The efficiency of the machines. M.: Nedra, 1980. P. 97-101.

[3] Mendeleev I.E. and other. Layout section hydrodrill for the construction of wells. Materials of international scientific-practical conference "Prospects of development of engineering and transport in the twenty-first century". Semei, 2014. P. 209-213.

[4] Muzafarov M.J. Directional drilling. Vol. 1. Tutorial. Almaty: KazNTU, 2001. 205 p.

## БҰРҒЫ ҚАШАУЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫЛЫҒЫН ЖӘНЕ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ӨЛШЕМ БАЙЛАНЫСТАРЫ АРҚЫЛЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

**Т. М. Мендебаев, А. З. Габдуллина, У. С. Рахимова**

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** бұрғылау, қашаутас, тістің қабы, бұрғылау жылдамдығы, өндірістік ұжым.

**Аннотация.** Ғылыми мақалада тау-кен жыныстарын үгітіп өңдейтін неше түрлі қашаулардың құрылымдары келтірілген. Мұнда өңдеу технологияларының ерекшеліктерін өлшемдік тізбектер теорияларын қолданып, қашаулардың технологиялылықтары мен жұмысқа сенімділіктерін қамтамасыз ету көзделген.

*Поступила 15.01.2015 г.*