



**SATBAYEV
UNIVERSITY**

SATBAYEV UNIVERSITY

**ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И
ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Зав.кафедрой ТМиО

канд.техн.наук, асоц. проф.

_____ К.К. Елемесов

«25» мая 2020 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Совершенствование конструкции трехшарошечного долота
диаметром 295,3мм. для бурения в породах средней твердости»

Специальность: 5В072400 – Технологические машины и оборудование
нефтегазовой отрасли

Выполнил:

Дауысова Д.Ж.

Научный руководитель:

к.т.н. проф. С.А. Заурбеков

«___» _____ 2020г

Алматы 2020

Satbayev university

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра Технологические машины и оборудование

5В-072400 - Технологические машины и оборудование

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТМиО

канд.техн.наук, ассоц. проф.

_____ К.К. Елемесов

«28» января 2020г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Дауысова Диана Жанкельдиевна

Тема: Совершенствование конструкции трехшарошечного долота диаметром 295,3мм. для бурения в породах средней твердости

Утверждена приказом Ректора Университета №762-б от «27» января 2020г.

Срок сдачи законченной работы «25» мая 2020г.

Исходные данные к дипломной работе: Совершенствование конструкции трехшарошечного долота диаметром 295,3 мм.

Краткое содержание дипломной работы:

а) обзор существующей конструкции трехшарошечного долота;

б) усовершенствование конструкции трехшарошечного долота;

в) расчетный раздел;

г) расчет экономической эффективности разработки

Рекомендуемая основная литература: из 30 наименований

АНДАТПА

Дипломдық жоба 41 парақта түсіндірме жазбасынан және А1 форматындағы 6 парақта графикалық бөлігінен тұрады.

Дипломдық жобада диаметрі 295,3 мм болатын шарошкалық қашаудың конструкциясы игерілген. Қашау туралы толық мәліметтер, жобалау мақсаты, құрылысы, техникалық сипаттамалары баяндалған.

Есептік бөлімде қашаудың технологиялық, конструктивтік есептеулер көрсетілген.

Жұмыс барысында шарошкалық қашаудың конструкциясының еңбек пен тіршілік қауіпсіздігі, техникалық қауіпсіздік пен қоршаған ортаны қорғау талаптарына сай болуы қарастырылып, экономикалық негіздер мен тиімділікті анықтау әдістемелері игерілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из пояснительной записки на 41 лист и графической части на 6 листах формата А1.

В данном дипломном проекте рассмотрена конструкция трехшарошечного долота диаметром 295,3 мм, также описаны назначение, устройство, технические характеристики долот.

В расчетной части приведены технологические, конструктивные и проверочные расчеты долота. Также рассмотрено соответствие конструкции долота с основными требованиями охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды, а также определена экономическая эффективность и целесообразность данного долота.

ANNOTATION

The thesis consists of an explanatory note of 41 sheets and a graphic part of 6 sheets of A1 format.

In accordance with the given tasks in the capstone project examined construction three-cone bit diameter 295,3mm. The project includes the following parts: the technical, design, ad hoc, operational part, labor protection and safety and the economic part.

Correspondence of the design of the bit with the basic requirements of labor protection, safety and environmental protection is considered, and the economic efficiency and feasibility of this bit are determined.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Обзор существующей конструкции трехшарошечного долота	6
1.1 Назначение и характеристика трехшарошечных долот	6
1.2 Особенности конструкций трехшарошечных долот	10
1.3 Рабочие элементы трехшарошечного долота	16
1.4 Особенности опор шарошечных долот	19
1.5 Материалы для изготовления шарошечных долот	21
2 Усовершенствование конструкции трехшарошечного долота	23
2.1 Усовершенствование вооружения шарошки долота 295,3 СЗ	23
3 Расчетный раздел	27
3.1 Расчет оптимальной нагрузки на долото	
3.2 Расчет осевой нагрузки на долото	29
3.3 Определение критической частоты вращения долота	29
3.4 Расчет момента и мощности на долоте	31
3.5 Выбор формы и длины породоразрушающих элементов долота	32
3.6 Выбор шага зубьев шарошечного долота	33
3.7 Расчет общего числа зубьев шарошек и критерии оценки вооружения.	34
3.8 Проверочный расчет вооружения долота на статистическую и усталостную прочность	36
4 Экономический раздел	37
4.1 Амортизационные отчисления	37
4.2 Затраты на обслуживание оборудования	38
4.3 Затраты на вспомогательные материалы	38
4.4 Затраты на ремонт	38
4.5 Затраты на инструмент	38
4.6 Амортизация по сопутствующим капитальным вложениям	39
4.7 Эксплуатационные затраты	39
4.8 Приведенные затраты	39
Заключение	41
Список использованной литературы	42

ВВЕДЕНИЕ

Нефтегазовая отрасль Казахстана в настоящее время, переживает мощный рост инвестиционной и производственной активности, в значительной мере влияющей на общую экономическую динамику развития Казахстана в связи с ростом объемов бурения и добычи углеводородов, строительства магистральных, в том числе и экспортных нефте- и газопроводов, морских портов и т.д..

Чтобы решить одну из поставленных задач по увеличению объемов работ по разведочному и эксплуатационному бурению, следует изучить и правильно использовать инструмент, применяемый в процессе проводки скважин.

Ввиду многообразия способов бурения и физико-механических свойств горных пород породоразрушающие инструменты изготавливаются различных типов по воздействию на горную породу и конструктивному исполнению.

Наибольшее распространение в практике буровых работ получили следующие типы долот:

- шарошечные долота дробяще-скалывающего и дробящего действия (применяются при бурении пород любой твердости);
- алмазные и твердосплавные буровые долота истирающего действия (применяются при бурении твердых, хрупких пород);
- лопастные долота режуще-скалывающего действия (используются для бурения мягких и пластичных пород).

Шарошечными долотами выполняется 80-85% от общего объема бурения скважин.

Шарошечные долота изготавливаются с различным числом шарошек: одно-, двух- и трехшарошечные для сплошного бурения и бурения с отбором керна.

Так как наиболее широкое применение в мировой практике получили трехшарошечные долота, настоящая работа посвящена изучению данного типа долота.

1 Обзор существующей конструкции трехшарошечного долота

1.1 Назначение и характеристика трехшарошечных долот

В процессе бурения нефтяных и газовых скважин для разрушения породы забоя используются следующие виды породоразрушающего инструмента:

- буровые долота для бурения скважин сплошным забоем;
- бурильные головки для бурения скважин кольцевым забоем;
- расширители для расширения ствола скважины;
- калибраторы, стабилизаторы, центраторы для выравнивания стенок скважины и центрирования бурильной колонны.

В настоящей работе рассмотрим только трехшарошечные долота для бурения скважин сплошным забоем.

Буровое долото – это инструмент, обеспечивающий разрушение горных пород и формирование забоя и стенок скважины в процессе бурения.

Шарошечное долото – породоразрушающий инструмент, рабочими органами которого являются шарошки, перекатывающиеся по забою скважины.

Шарошечные долота разделяются по количеству рабочих органов на:

- одношарошечные;
- двухшарошечные;
- трехшарошечные;
- четырехшарошечные;
- многошарошечные.

Наиболее широкое распространение получили трехшарошечные долота, на их долю приходится 90% всего объема проходки глубоких скважин.

Преимущества трехшарошечных долот, по сравнению с одно- и двухшарошечными – их устойчивость на забое, хорошая вписываемость шарошек в круглое поперечное сечение скважины, удовлетворительное самоцентрирование, хорошая калибровка стенок скважины в процессе бурения, относительно небольшое естественное искривление ствола скважины в процессе бурения.

В соответствии с классификацией по IADC (International Association of Drilling Contractors) - Международной ассоциации буровых подрядчиков трехшарошечные долота подразделяются на 2 класса, 8 групп и 32 типа, при этом каждый тип долот имеет порядка 9 модификаций.

Классификация шарошечных долот по IADC основана на четырехсимвольном коде, отражающем конструкцию долота и тип горных пород, для бурения которых оно предназначено. Первые три символа – цифровые, а четвертый – буквенный. Последовательность цифровых символов определяется как «серия – тип – опора / калибрующая поверхность». Четвертый буквенный символ определяется как «дополнительные характеристики».

Первая цифра кода – серия вооружения долота (1 – 8).

Восемь категорий серий вооружения соответствуют общей характеристике горных пород, для бурения которых предназначено долото.

Серии от 1 до 3 определяют долота с фрезерованным вооружением, а серии от 4 до 8 – долота с твердосплавным вооружением. Внутри групп фрезерованных и штыревых долот увеличение цифры серии означает увеличение твердости пород, для которых предназначено долото.

Вторая цифра кода – тип вооружения долота (1-4). Каждая серия разделена на 4 типа в зависимости от твердости разбуриваемых пород. Тип I означает, что долото предназначено для бурения наиболее мягких пород в пределах серии, а тип 4 указывает на то что, долото относится к наиболее твердым породам в пределах серии.

Третья цифра кода (1-7) характеризует конструкцию опоры и наличие (или отсутствие) твердосплавных вставок на калибрующих поверхностях шарошек.

- 1 – открытая (негерметизированная) опора;
- 2 – открытая опора для бурения с продувкой воздухом;
- 3 – открытая опора твердосплавные вставки калибрующих поверхностях шарошек;
- 4 – герметизированная опора на подшипниках качения;
- 5 – герметизированная опора на подшипниках качения твердосплавные вставки на калибрующих поверхностях шарошек;
- 6 – герметизированная опора на подшипниках скольжения;
- 7 – герметизированная опора подшипниках скольжения твердосплавные вставки на калибрующих поверхностях шарошек.

Категории 8 и 9 – резервные, для возможного использования в будущем. Четвертый буквенный символ кода - «дополнительные характеристики» (необязателен). Шестнадцать букв (А-Z) используются для обозначения специальных конструкций вооружения, опор, промывочных устройств и защиты корпусов долот.

Каждой модели трехшарошечного долота присваивается шифр. По шифру определяют разновидность, серию, тип, класс, модификацию и размер.

Например, запись долота 111 295,3 СЗ-ГВ-2 по ГОСТ 20692-75 расшифровывается как:

- 111 – обозначает количество рабочих органов (шарошек);
- 295,3 – номинальный размер (диаметр), мм;
- СЗ – тип долота для бурения средних абразивных пород (второго класса с твердосплавным вооружением);
- ГВ – серия долота, свидетельствующая одновременно о модификации по системе промывки (Г – гидромониторная или струйная) и по опоре (В – с двумя или более подшипниками качения);
- 2 – порядковый номер конструкции данной модели.

Трехшарошечные долота выпускаются в двух вариантах:

- секционные;
- корпусные.

Секционное трехшарошечное долото состоит из трех лап, соединенных между собой при помощи сварки. Каждая секция долота состоит из лапы с косой цапфой, на которой монтируется конусообразная шарошка на подшипниках опоры шарошки (рисунок 1.1).

Соединение секций между собой производится путем сопряжения плоских граней двухгранного угла $\gamma = 120^0$, которые, как правило, подвергаются шлифовке. Сопряжение секций при сварке осуществляется при помощи штифтов, под которые в каждой лапе высверливаются глухие отверстия. Присоединительная резьбовая головка выполнена ниппельной, правой и примыкает к упорному уступу (торцу). Лапа долота выполняется со спинкой, имеющей форму прилива, и козырьком, выступающим за основание цапфы. Козырек спинки лапы наплавляется твердым сплавом.

Трехшарошечные долота комплектуются многоконусными шарошками, на поверхности которых концентрическими рядами (венцами) располагается вооружение (зубья или зубки). Венец, расположенный у основания шарошки, называется периферийным. Нумерация венцов начинается с ее вершины, имеющей наименьшее число зубьев. Зубья одной шарошки заходят во впадины смежной шарошки и обеспечивается эффект самоочистения долота.

Шарошечные долота имеют 3 вида вооружения:

- с фрезерованными зубьями по телу шарошки (для долот типов М, МС, СТ, Т, ТК);
- со вставными твердосплавными зубками (для долот типов МЗ, СЗ, ТЗ, ТКЗ, К, ОК);
- со вставными зубками и фрезерованными зубьями (для долот типа МСЗ).

Для повышения износостойкости зубья наплавляются твердым сплавом. Вставные зубки имеют сферическую либо клиновидную форму рабочего торца. Диаметр зубком находится в пределах 3,2 – 14,3 мм, в зависимости от диаметра долота (таблица 1.1).

Опора шарошки долота представляет собой многорядный подшипник качения и скольжения. Вследствие ограниченных размеров шарошек в долотах используются безбойменные, бессепараторные подшипники качения. Шарошка удерживается на цапфе лапы при помощи шариков, одна часть каждого из которых входит во внутреннюю беговую дорожку цапфы, а другая - в наружную беговую дорожку шарошки. Это часть конструкции опоры называется замком. Такое закрепление шарошки на цапфе лапы долота используется почти у всех трехшарошечных долот. Замковые шарики заводятся после монтажа шарошки на цапфе через проходной канал в теле лапы и фиксируется в своем рабочем положении при помощи замкового пальца прихватываемого снаружи сварным швом.

Таблица 1.1- Изменение типопределяющих конструктивных параметров в зависимости от типа и диаметра долота

Тип долота	Диаметр долота, мм	Угол наклона цапфы к оси долота при опоре, градус		Смещение осей шарошек, - мм	Высота зубьев по венцам, мм		Шаг зубьев по венцам, мм		Длина зуба (ширина венца) мм
		А, Н	В		Периферийным	Основным	Периферийным	Основным	
М	76,0-120,6	54	55	3	-	-	-	-	-
	269,9-349,2	54	57	10	18-26	14-22	55-70	40-50	12-18
	374,6-490,0	54	57	10	23-28	16-25	65-80	45-60	16-19
МС	76,0-120,6	54	55	3	-				
	269,9-349,2	57	54;57	7	20-25	13-20	43-50	34-45	10-13
	374,6-490,0	57	54;57	7	-	-	-	-	-
С	269,9-349,2	54;57	54;57	5	19-22	10-17	25-36	22-30	10-11
	374,6-490,0	54;57	54;57	5	20-30	14-22	30-40	27-33	11-33
СТ	76,0-120,6	54	55	2					
	158,7-200,0	54	55	3	10-19	6-12	17-25	15-20	5-8
	212,7-250,8	54;57	54;57	4-5	11-19	9-13	20-27	18-28	6-9
	269,9-349,2	54;57	54;57	5	15-23	9,5-16	23-30	21-28	8-10

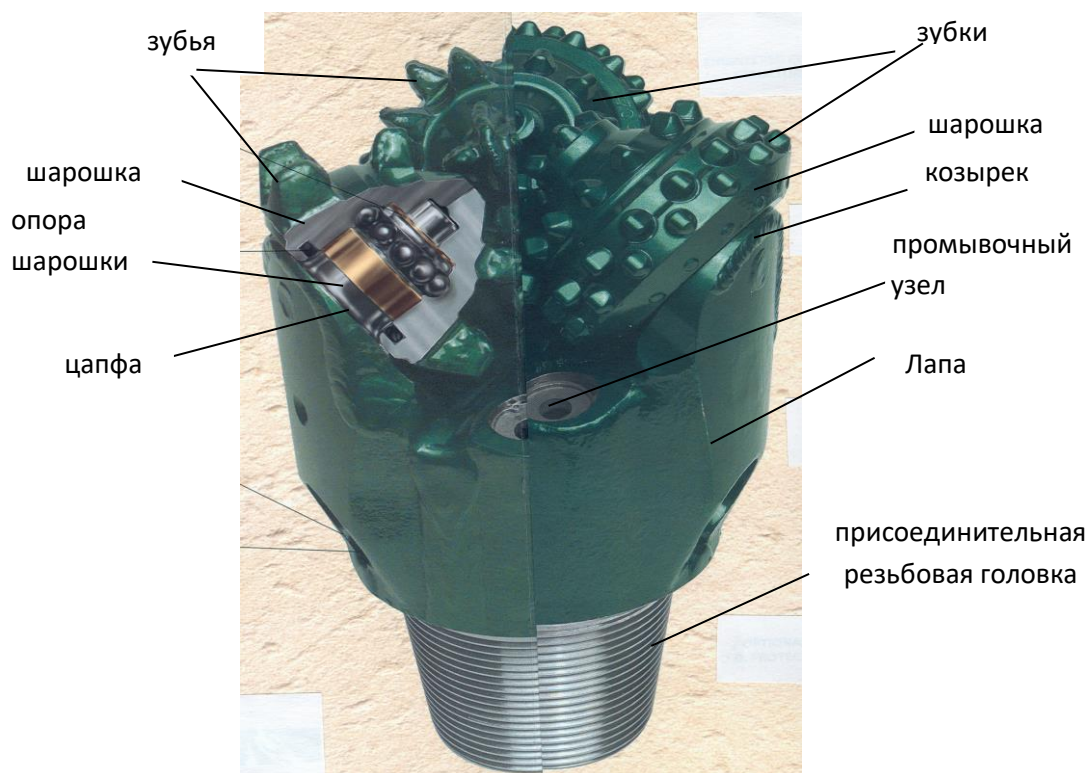


Рисунок 1.1 - Трехшарошечное долото

1.2 Особенности конструкций трехшарошечных долот

Шарошечное долото, как по его конструкции, так и по технологии изготовления, является самым сложным из всего инструмента для бурения сплошным забоем.

Конструктивная особенность этого долота диаметром 295,3мм заключается в форме его рабочего органа, выполняемого в виде шарошки. Поэтому оно и называется шарошечным. В зависимости от количества рабочих органов в каждом названном долоте различают его разновидности: одно-, двух-, трех-, четырех-, шести- и многошарошечную. Из них наиболее распространенной является трехшарошечная. Это объясняется наилучшей вписываемостью в круглое поперечное сечение скважины трех конических шарошек, обеспечивающих лучшее центрирование и устойчивость долота, относительно небольшое естественное искривление ствола буримой скважины, хорошую калибровку стенки скважины, возможность размещения в их внутренних полостях достаточно прочной опоры.

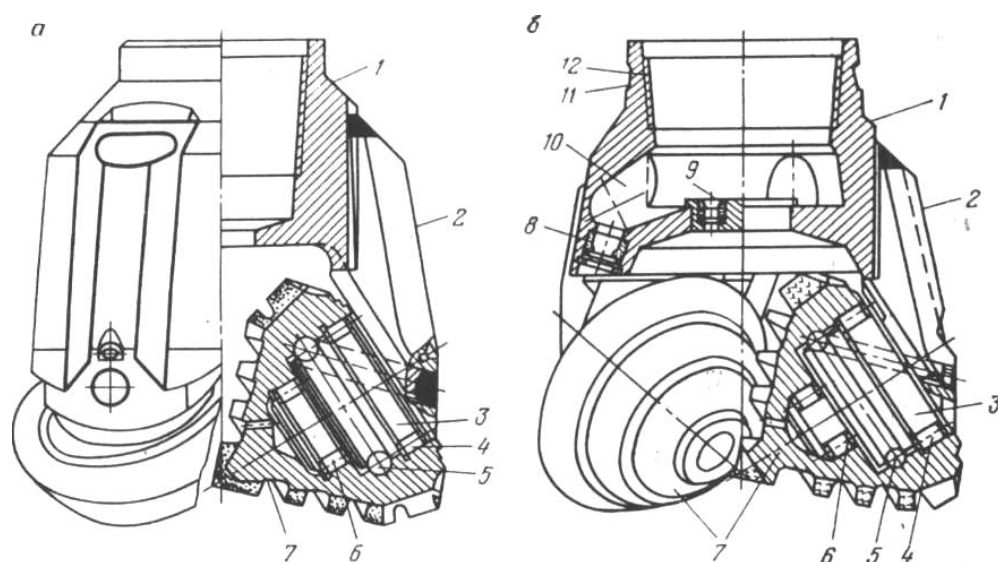
Конструкция трехшарошечного долота обладает наибольшим количеством особенностей, присущих другим шарошечным долотам. Более того, она содержит ряд элементов, отсутствующих в шарошечных долотах иных разновидностей. Поэтому основные узлы, детали и элементы шарошечного долота удобнее всего рассмотреть на конструкции трехшарошечного долота.

Простейшая конструкция трехшарошечного долота диаметром 295,3мм, называемого в настоящее время корпусным, в отличие от секционных или бескорпусных долот, показана на рисунке 1.2, а (вариант для центральной промывки без сопел) и рисунок 1.2, б (модификация с соплами).

Как видно из этих рисунков, долотосостоит из следующих основных узлов: литого корпуса 1, лап 2 узла опор, включающего цапфу 3 и подшипники 4, 5 и 6, шарошек 7 и очищающего или промывочного узла (называемого очень часто промывочным устройством), в состав которого могут входить сопла 8 и 9, формирующие высоконапорный поток промывочной жидкости и часто необоснованно именуемые в отечественной литературе «гидромониторными насадками», а также каналы 10 (рисунок 1.2, б), просверленные в корпусе 1. Верхняя часть 11 корпуса называется обычно присоединительной головкой, так как она служит для присоединения к переводнику или нижнему концу бурильной колонны. В данном случае она выполняется в виде муфты с внутренней конической резьбой 12, соответствующей государственному стандарту на такие резьбы.

Размер резьбы устанавливается в зависимости от размера долота по номинальному диаметру и указывается в технической характеристике долота, приведенной в его паспорте.

Конструкция, показанная на рисунке 1.2, характерна для отечественных долот диаметром 295,3мм и более. Большинство трехшарошечных отечественных и почти все зарубежные долота выполняются секционными.



а - У295С; б - У295СЗ 1- корпус; 2- лапа; 3- цапфа; 4,5,6- подшипники; 7- шарошки; 8,9- сопла; 10- канал; 11- соединительная головка; 12- внутренняя коническая резьба

Рисунок 1.2 - Корпусное трехшарошечное долото

Внешний вид секционного трехшарошечного долота показан на рисунке 1.3, а его внутренние элементы (опоры) - на рисунке 1.4, в и на рисунке 1.4, б (разрез секции долота со штыревым вооружением).

Секционное шарошечное долото собирается из секций. Одна из таких секций показана на рисунке 1.3, б. Секции свариваются вместе герметичными сварными швами по всему наружному контуру сопрягаемых поверхностей. При этом верхние сегментные части секций образуют соединительную головку 1 (рисунок 1.3), на которой затем нарезается коническая наружная (ниппельная) резьба. Средняя часть долота составляет также единое целое благодаря сварному шву 2а, соединяющему лапы 2. На наружной поверхности лап 2 предусмотрены приливы 3, кромки и ребра жесткости, а также округлые полуцилиндрические приливы 4 (рисунок 1.3) под промывочные сопла (или насадки) 5 (рисунок 1.3).

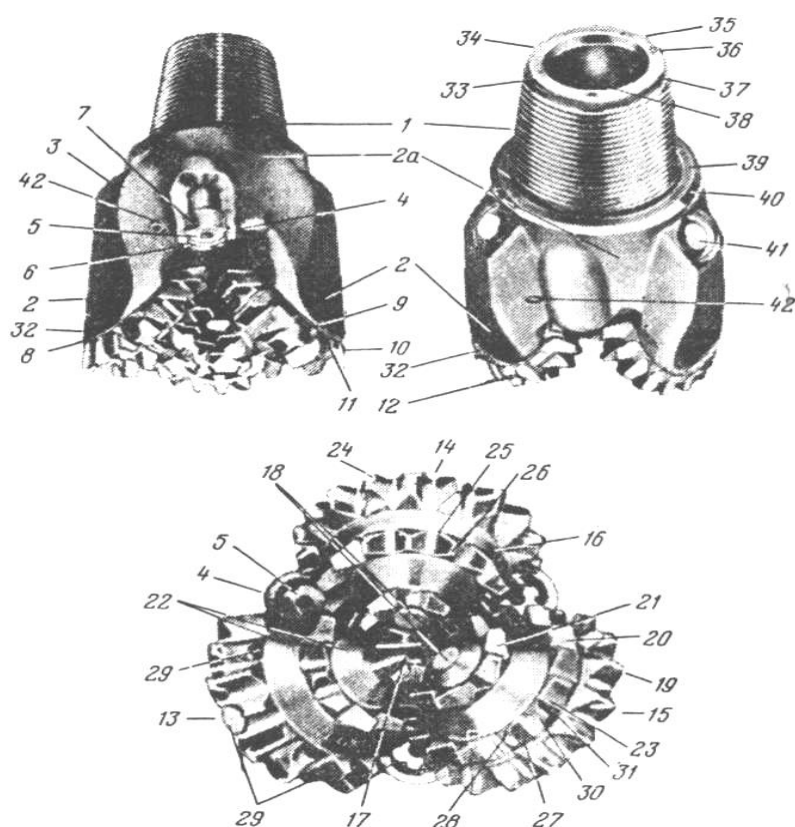
Приливы 4 являются свидетельством того, что долото выполнено со струйным боковым (или периферийным) промывочным устройством, так как в долотах с центральным промывочным устройством они отсутствуют.

Сопло 5 формирует и направляет на забой между двумя смежными шарошками струю очищающего агента (бурового раствора, технической воды, азрированной смеси, воздуха или т. п.) с целью очистки им забоя скважины от осколков выбуренной породы и другого шлама. Поэтому долота с такими промывочными, точнее очищающими устройствами, во всей мировой зарубежной технической литературе имеют наименование струйных. В России те же долота технически неправильно называют «гидромониторными».

Сопла изготавливают обычно из минералокерамического материала, а за рубежом, как правило, из твердого сплава—литого спеченного карбида вольфрама. Сопла 5 закрепляют при помощи удерживающего замка (в данном

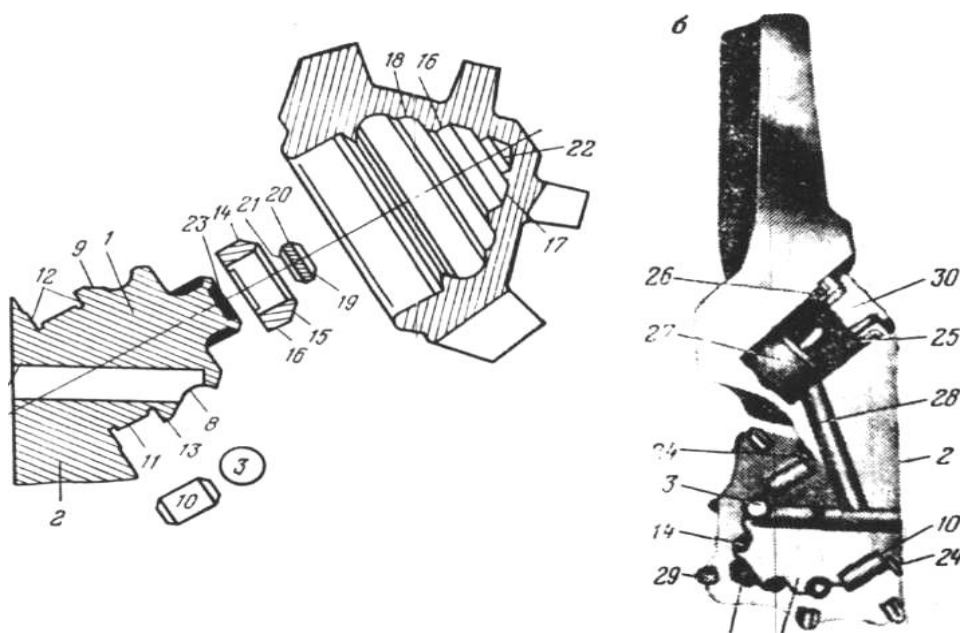
случае стопорного кольца) 6, имеющего чаще всего (как и на рисунке 1.3) пружинную конструкцию. Герметизация зазора между соплом и внутренней стенкой полости — гнезда прилива 4 обеспечивается обычно резиновым уплотнением 7, которое чаще всего имеет форму тороидального (О-образного) кольца.

Козырек 8 лапы обычно (как и в приведенном случае) защищается антиабразивным покрытием 32 (рисунок 1.3), приближен к торцу 9 (рисунок 1.3) шарошки и ее тыльной части 11, называемой часто обратным конусом. На тыльной части 11 шарошки также наплавляется защитное покрытие с хорошо сопротивляющейся абразивному износу калибрующей поверхностью 10, разделяемой канавками 12 на отдельные участки. Форма и размеры таких канавок, выемок и участков и их схема расположения у долот разных типов и модификации могут быть различными.



1-присоединительная головка; 2а-сварной шов; 2-лапа; 3-прилив; 4-полуцилиндрические приливы; 5-сопло; 6-замок; 7-уплотнитель; 8-козырек; 9-торец; 10-калибрующая поверхность; 11-тыльная часть; 12-канавка; 13-первая шарошка; 14-вторая шарошка; 15-третья шарошка; 16-корпус шарошки; 17-лопатка; 18-вершина шарошки; 19-периферийный венец; 20-основной венец; 21-привершинный венец; 22-межвенцовая расточка; 23-выемка между зубьями; 24-зуб, зубец; 25-основание зуба; 26-вершина зуба; 27-наружная сторона зуба; 28-внутренняя сторона зуба; 29-выфрезеровка; 30-передняя сторона; 31-тыльная сторона; 32-наплавка; 33-размер долота; 34-заводской номер долота; 35-тип долота; 36-товарный знак; 37-номер партии; 38-внутренняя полость; 39-заплевники; 40-скошенная фаска; 41-крышка компенсатора; 42-предохранительный клапан.

Рисунок 1.3 - Секционное трехшарошечное долото



а– элементы опоры шарошки; б– секция долота с герметизированной опорой: 1-цапфа; 2-лапа; 3-шарикоподшипник; 4-замковый палец; 5-проход под палец; 6-вырез в пальце; 7-канавка под сварку; 8-внутренняя беговая дорожка шарикоподшипника; 9-наружная фаска буртика беговой дорожки шарикоподшипника; 10-роликовый подшипник; 11-беговая дорожка роликоподшипника; 12-направляющий плоскости; 13-буртик; 14-втулка; 15-скос; 16-цилиндрическая поверхность; 17-гнездо под втулку; 18-расточка; 19-подпятник; 20-накатка; 21-днище; 22-гнездо; 23-концевая поверхность; 24-сальниковое уплотнение; 25-диафрагма; 26-компенсатор; 27-резервуар; 28-каналы для смазки; 29-вставной зубок; 30-крышка компенсатора.

Рисунок 1.4 - Внутренние элементы шарошечного долота

Каждой из шарошек 13-15 (рисунок 1.3) присваивается определенный номер в порядке их помещения по забою при вращении долота. Первой шарошкой 13 называется всегда самая высокая шарошка, т. е. шарошка с увеличенным, не усеченным корпусом 16. Часть корпуса, приближенная к оси долота, называется вершиной 18, так как она представляет собой вершинную часть одной из конических поверхностей поверхности шарошки. Вершина первой шарошки в данном случае, как и у долота со стальным вооружением некоторых других типов, выполняется с лопатовидными рабочими элементами и называется лопаткой 17.

Ряд породоразрушающих элементов, расположенных примерно на одной окружности, называется венцом. Венец 19, находящийся на периферии шарошки, называется периферийным или калибрующим, поскольку он не только углубляет забой, но и калибрует стенку скважины. Средние 20 и привершинные 21 венцы в литературе принято называть основными. Основными конусами шарошек условно именуют конические поверхности, находящиеся в противоположность обратному конусу 11 не на тыльной, а на передней, стороне шарошки ближе к вершине. От них начинается построение шарошки. Различают так же промежуточные и дополнительные конусы,

расположенные между основным и обратным конусом в двух и трехконусных шарошках. Значение термина «основной» широко применяют в практике долотостроения, стандартных и технических условиях и поэтому их придется использовать и в настоящей работе.

Часть корпуса шарошки, расположенная между двумя венцами, обычно называется межвенцовой расточкой 22, если она выполняется в виде узкого, но значительного углубления, между венцовыми поясками, над которыми выступают рабочие породоразрушающие элементы, то в этом случае ее иногда называют так же и кольцевой канавкой.

Стальной выфрезерованный породоразрушающий элемент 24 шарошки принято называть зубом или режезубцом, а твердосплавный вставной зубком или четверем 29 (рисунок 1.4,б). Углубление (рисунок 1.3) между двумя соседними зубьями расположенными на одном и том же венце, называют обычно выемкой 23. Значительную выемку, образованную на месте одного-двух срезанных зубьев или сбоку одного из них, как показано на рисунке 1.3, принято называть выфрезеровкой 29.

Нижняя часть 25 зуба носит наименование основания, а верхняя 26-вершины. Ребра сопряжения поверхностей вершины зуба, а не редко и всю вершину целиком неправильно обобщают единым названием – (режущая кромка).

Поверхность 27 зуба, обращенную к периферии – к периферийному венцу шарошки называют обычно наружной стороной, а поверхность 28, обращенную к вершине - внутренней стороной зуба. Поверхность 30, обращенная по направлению вращения шарошки, в России называется набегающей или передней гранью, реже передней стороной или передним крылом зуба, а поверхность 31, направленная в обратную сторону, - тыльной или задней гранью, стороной, а за рубежом – тыльным крылом. Рабочие поверхности стальных зубьев шарошки и других быстро изнашивающихся элементов долота нередко защищаются наплавляемым антиабразивным покрытием 32 (рисунок 1.3), называемым сокращенно наплавкой. Состав, толщина и размеры этого покрытия, так же как и его технология могут изменяться и довольно широких пределах.

На верхнем торце (рисунок 1.3) при соединительной головки 1 выбиваются, как уже было отмечено выше, размер долота, его заводской, тип долота, товарный знак и номер партии долот.

Широкий проходной канал, ограниченный внутренними стенками головки 1 принято называть внутренней полостью 38 долота, а заплечики 39-упорным уступом. Этот уступ имеет обычно скошенную фаску 40.

На рисунке 1.3 видны также крышка 41 компенсатора и предохранительный сбрасывающий обратный клапан 42 автономной герметизированной принудительной системы смазки элементов опоры шарошки.

Внутренние элементы опоры показаны на рисунке 1.4, а и 1.4, б, а крышка или пробка 30 компенсатора 26- на рисунке 1.4,б.

Как видно на рисунке 1.4,а,б опора шарошки долота обычно состоит из консольной цапфы 1, составляющей единое целое с лапой 2, и подшипников, позволяющих шарошке при вращении долота свободно вращаться относительно цапфы и передавать осевые и радиальные нагрузки. Один из подшипников одновременно с отмеченными функциями выполняет также и роль запирающего фиксирующего устройства, удерживающего шарошку на цапфе от продольного смещения. Поэтому такой подшипник называют замковым. Как правило, он выполняется в виде шарикоподшипника 3 (рисунок 1.4,б). Его шары сводятся в соответствующее гнездо через цилиндрический проход 5, просверливаемый в цапфе и запираемый после их установки специальной деталью, называемой замковым пальцем 4. Эта деталь имеет форму штыря, а выполняет роль пробки, заходящей в проход 5 и не позволяющей шарам выкатываться из беговой дорожки 8. за рубежом замковый палец 4 называют пробкой.

В соответствии с рисунком 1.4,а, в пальце 4 на одном из его концов вытачивается сферически вырез 6, точно соответствующей профилю внутренней беговой дорожки 8 замкового подшипника, а на другом- канавка 7 под сварочный шов, фиксирующий правильное положение пальца и препятствующий его смещению и выпадению.

По обеим сторонам замкового подшипника обычно монтируются большой и малый подшипники. Большой подшипник у многих отечественных и зарубежных долот состоит из беговой дорожки 11, роликов 10 и направляющих плоскостей 12. Он отделяется от замкового шарикового подшипника буртиком 13.

Малый подшипник чаще всего выполняется в виде подшипника скольжения с втулкой 14, которая впрессовывается в гнездо 17, высверливаемое в шарошке. Втулку 14 часто называют фрикционной.

Торцовая 23 и боковая поверхности цапфы на участке этого подшипника, как правило, наплавляются тонким антиабразивным покрытием.

В состав опоры, как правило, входит также подпятник 19 в виде планшайбы с накаткой 20 по боковой поверхности и со шлифованным днищем 21. Подпятник впрессовывают в соответствующие ему гнездо 22, высверленное в днище шарошки. Его нередко называют концевым упорным подшипником, однако многие отечественные авторы под концевым подшипником подразумевают малый подшипник с фрикционной втулкой 14 или весь комплекс элементов скольжения, включая втулку 14 и подпятник 19.

В случае, если опора долота герметизирована, как показано на рисунке 1.4,б, в ее состав чаще всего включают также сальниковое уплотнение 24, гибкую диафрагму 25, (являющуюся основной деталью компенсатора), заполняемый смазкой резервуар 27, каналы для смазки 28 и крышку или пробку 30 перекрывающую полость резервуара 27.

1.3 Рабочие элементы трехшарошечного долота

Трехшарошечное долото для бурения сплошным забоем имеет следующие основные узлы: рабочие элементы, опору, промывочные устройства и корпус.

Рабочие элементы трехшарошечного долота состоят из трех конических шарошек и находятся на осях (цапфах лап), расположенных к оси долота под углом $52^{\circ}30'$ или $57^{\circ}30'$ (в зависимости от типа долота) и симметрично относительно оси долота.

Рабочие элементы характеризуются геометрической формой шарошек их положением относительно оси долота, геометрической формой (профилем)зубьев и расположением венцов зубьев на поверхности шарошек и зубьев на венцах.

Геометрическая форма шарошек. Большой объем шарошки дает возможность разместить внутри нее прочную опору — шариковые и роликовые подшипники, а на поверхности ее большое число зубьев.

Шарошки современных трехшарошечных долот выполняются трех типов. Шарошки первого типа выполняют в виде совершенных конусов с углом конуса от 78 до 90° ; образующие конуса пересекаются на геометрической оси долота. Одноконусные шарошки имеют полный конус, вершины которого сходятся в центре долота. Долота с одноконусными не самоочищающимися шарошками предназначаются для бурения крепких пород.

Шарошки второго типа выполнены в виде двух (иногда трех) конусов: совершенного с углом конуса до 90° и несовершенного (дополнительного) конуса с углом 25 — 35° , образующие которого пересекаются за осью долота. Высота несовершенных конусов различная для различных шарошек и размеров долот.

Шарошки третьего типа выполнены в виде «бочкообразного» конуса. Такой формы шарошки выполняются литыми для долот размером $13\frac{3}{4}''$ и больше. Углы конусов бочкообразных шарошек равны 90° .

Величина зазоров зависит от угла конусов шарошек. Наиболее лучшим сопряжением шарошек считается, когда углы конусов шарошек равны 90° . Если угол конуса небольшой, то не все венцы образуют необходимое для самоочистки сопряжение шарошек. При максимальном угле конусов (90°) получается несколько увеличенная длина зубьев. Шарошки с максимально возможным углом конусов имеют больший объем и выполняются с более толстыми стенками, что увеличивает их прочность, а больший объем шарошек позволяет иметь более прочную опору.

Торцевая часть шарошки выполняется в виде усеченного конуса (обратный конус), образующие которого калибруют (обрабатывают) стенки скважины. Углы обратного конуса для разных моделей и размеров долот различные (104 — 112°). Величина угла обратного конуса определяется из соотношения между диаметром шарошки, диаметром долота и углом между

осью шарошки и осью долота с таким расчетом, чтобы обратный конус шарошки калибровал стенки скважины только образующими.

Очевидно, что если шарошки будут калибровать стенки какой-то поверхностью, во время работы со стороны стенок скважины будут действовать радиальные силы, которые вызовут преждевременное расстройство опоры долота, преждевременную потерю диаметра долота и увеличение крутящего момента на долоте.

Несколько иначе расположены шарошки самоочищающихся долот. Здесь оси вращения (конусов) шарошек параллельно смещены относительно радиального (в проекции) положения (рисунок 1.5). Благодаря такому смещению улучшается перекрытие забоя зубьями шарошек за счет уменьшения зазоров между сопрягаемыми венцами и увеличивается длина зубьев, входящих в междувенцовые канавки, уменьшается опорная площадь торца шарошек в месте контакта его со стенкой скважины и увеличивается проскальзывание зубьев по забою.

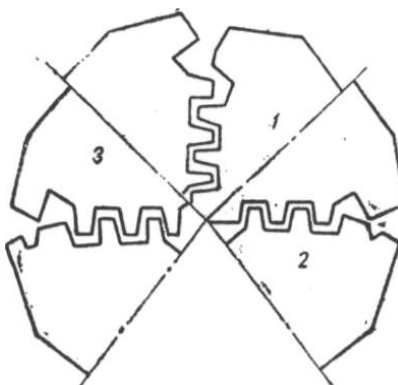


Рисунок 1.5 - Схема шарошек со смещенными осями

Величину проскальзывания различных моделей долот принято определять коэффициентом скольжения. Коэффициент скольжения - это отношение суммы площадей, описываемых гранями зубьев, скользящих по породе за один оборот долота, ко всей обрабатываемой площади забоя. Для современных долот, указанный коэффициент имеет следующие величины: для долот типа М — 0,10–0,15; для долот типа С — 0,06–0,10; для долот типа Т — 0,01–0,05. Очевидно, что для долот, имеющих одноконусные шарошки типа Т и К, коэффициент проскальзывания равен нулю.

Венцы шарошки нумеруются по направлению от вершины к основанию конуса. Последний венец, расположенный у основания конуса, называют периферийным венцом. Зубья современных трехшарошечных долот имеют форму клина. Вершина зубьев несколько срезана и притуплена. Ширина притупления зубьев у долот всех типов и размером 1 мм, у долот размером больше ширина притупления 2 мм.

Высота зубьев (рисунок 1.6). На отдельных венцах высота зубьев различная и увеличивается от вершины к основанию конуса шарошки.

Высота зубьев зависит от типа, но не от размера долот, что обуславливается назначением долота. Обычно зубья долот принято подразделять на мелкие (для бурения крепких пород), средние и высокие (для средних и мягких пород). Конструктивно высота зубьев зависит от радиуса венца, числа зубьев на венце и шага зубьев. В процессе фрезерования зубьев у некоторых партий долот образуется пояска венца. Зубья на таких венцах располагаются не непосредственно на теле шарошки, а на пояске высотой до 1,5 мм (рисунок 1.7).

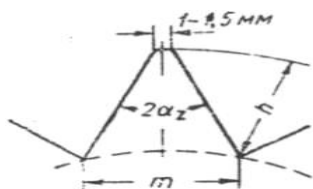


Рисунок 1.6-Высота зубьев

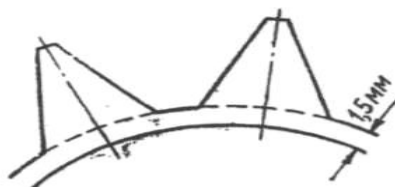


Рисунок 1.7- Зубья, расположенные на поясках.

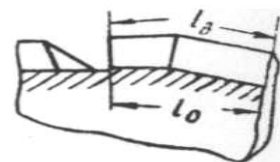


Рисунок 1.8- Длина зубьев.

Длина зубьев (рисунок 1.8) зависит от расположения венцов на шарошках. На средних венцах она у большей части долот одинакова или отличается на 1—2 мм. Наибольшую длину имеют зубья, расположенные на периферийных венцах. Два зуба первого венца первой шарошки имеют большую длину, чем остальные на этом венце и чем зубья на средних венцах шарошки.

Для не самоочищающихся шарошек венцы располагают так, чтобы зубья перекрывали всю поверхность забоя, а для самоочищающихся долот расположение венцов обусловлено сопряжением зубьев шарошек.

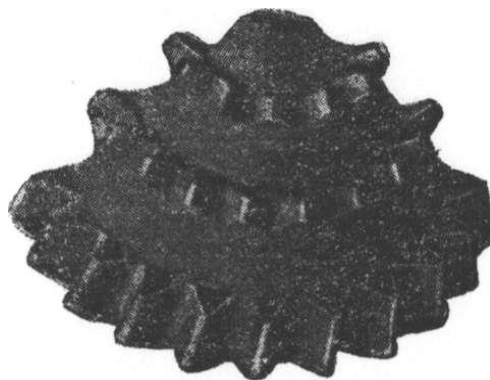


Рисунок 1.9 - Расположение зубьев на венцах

Ширина зубьев по основанию так же различна, как и длина. В зависимости от положения венца на шарошке, высоты, шага, угла заострения и числа зубьев последние расположены на венце в одном случае так, как показано на рисунке 1.9, в другом они отстоят друг от друга на некотором расстоянии; в первом случае их называют близко расставленными, а во втором - широко

расставленными. Очевидно, что чем больше угол заострения зубьев, тем больше будет его ширина в основании. Величина угла заострения зуба выбирается в зависимости от прочности зубьев; от размера долота она почти не зависит.

Шаг зубьев (рисунок 1.10). Величина шага зубьев измеряется по прямой (хорде), а не по дуге между соседними зубьями, так как при перекачивании шарошки по забою откладывается именно эта величина. У современных долот величина шага на разных венцах различная, но одинаковая на каждом отдельном венце.

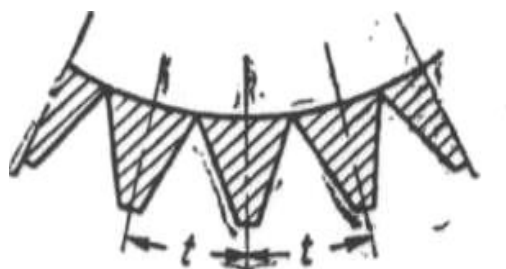


Рисунок 1.10 - Шаг зубьев

Величина шага зубьев зависит от длины окружности венца по вершинам зубьев, от угла заострения и числа зубьев на венце и их высоты. У долот, предназначенных для бурения крепких пород, число зубьев на венце больше, чем у долот, предназначенных для бурения менее крепких пород. Следовательно, и шаг зубьев в первом случае меньше, чем во втором.

Расположение венцов зубьев на поверхности шарошек и зубьев на венцах. Зубья на поверхности шарошек располагаются концентрическими рядами или венцами. В зависимости от геометрической формы и расположения шарошек число венцов различное. На шарошке, имеющей совершенный конус, число рядов зубьев и их положение обеспечивают полное перекрытие забоя зубьями за один оборот шарошек.

1.4 Особенности опор шарошечных долот

Опора шарошечных долот в значительной степени определяет ресурс рабочего времени механизма и, следовательно, продолжительность одного дробления. Долото малых размеров в большинстве случаев выходит из строя вследствие износа опор. Поэтому продолжительность безаварийной работы долота во многом зависит от стойкости опорных элементов шарошки.

В современных серийных шарошечных долотах шарошки снабжаются шаровыми и роликовыми опорами, а также опорами скольжения в различных комбинациях. На рисунке 1.11 показаны наиболее распространенные варианты выполнения опор шарошек в зависимости от конструкции и размеров долот. Комбинации подшипников следующие:

- радиально – упорный шариковый подшипник и два подшипника скольжения;
- два шариковых подшипника;
- один роликовый подшипник, один шариковый и один подшипник скольжения;
- один шариковый и один роликовый подшипник;
- два роликовых подшипника и между ними шариковый подшипник;
- один роликовый и два шариковых подшипника разного размера (один из них замковый), расположенные в нижней части цапфы;
- два шариковых подшипника одного размера (оба замковые) и один роликовый подшипник;
- два шариковых подшипника разного размера (один замковый), расположенных в верхней части цапфы, и один роликовый подшипник;
- три шариковых подшипника разного размера;
- подшипники: скольжения, шариковый, роликовый.

Двухрядные опоры: ролик – опора скольжения (рисунок 1.11, а), шарик – шарик – ролик (рисунок 1.11, в) применяются главным образом в долотах диаметром менее 145 мм. Трехрядные опоры с двумя радиальными роликовыми подшипниками и шариковым замковым рядом (рисунок 1.11, г) или с опорой в виде подшипника скольжения (рисунок 1.11, б) применяются при конструировании долот для бурения с высокими осевыми нагрузками и большими скоростями вращения. Трехрядные опоры, включающие роликовый подшипник и два ряда шариковых подшипников (рисунок 1.11, д и е) применяют в долотах диаметром 145 – 190 мм.

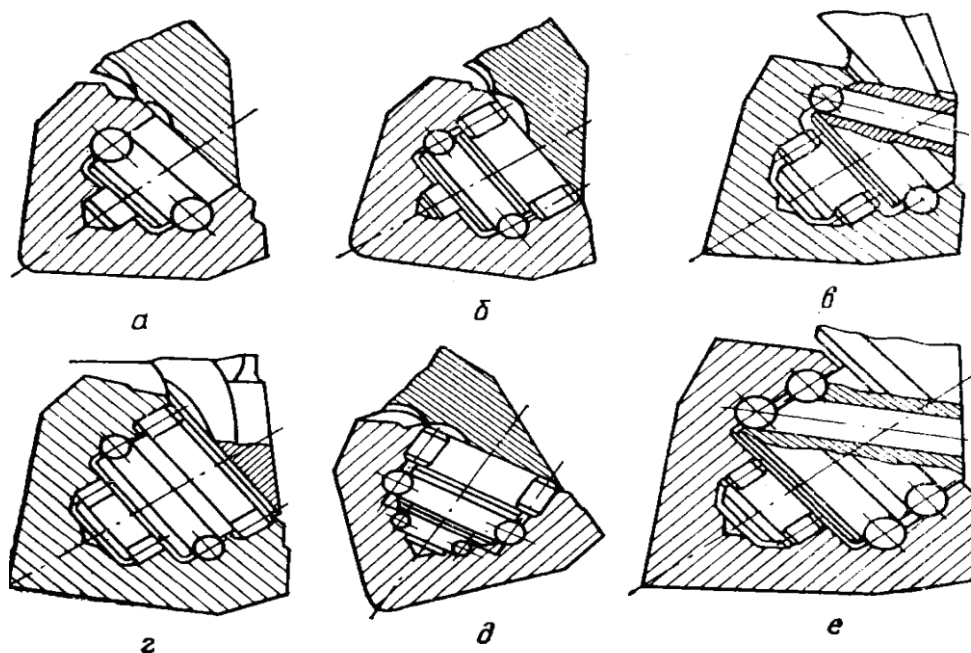


Рисунок 1.11 - Конструктивные схемы опор шарошечных долот

Трехрядные шариковые опоры имеют ограниченное применение, так как они не оправдывают сложности их изготовления. Четырехрядные опоры применяются в долотах диаметром более 214мм.

1.5 Материалы для изготовления шарошечных долот

Стали, применяемые для изготовления шарошечных долот. Долговечность шарошечных долот определяет эффективность процесса углубления скважин, при этом их прочность и износостойкость во многом определяются правильным выбором и качеством сталей и других конструкционных и упрочняющих металлов и сплавов, резин и смазок.

В связи с тем, что буровые долота эксплуатируются в исключительно тяжелых условиях, подбор сталей и других материалов должен быть строго дифференцирован для каждого отдельного элемента долота - от тел качения и подшипников скольжения до корпусов лап, шарошек и армирующих твердосплавных наплавов.

Твердые сплавы для изготовления зубков долот. Не менее важным материалом в производстве высококачественных шарошечных долот являются вольфрамокобальтовые твердые сплавы, применяемые для изготовления зубков и армирования зубьев фрезерованных шарошек, козырьков лап и других частей долота, подвергающихся в процессе работы абразивному износу.

Для изготовления уплотнительных элементов опор долот, преимущественно в виде колец разнообразного сечения- от круглой до прямоугольной, волнистой или текстурированной рабочей поверхностью, фирмы-производители применяют гидрогенизированную высоконасыщенную нитрильную резину.

Основные материалы (сталя), применяемые для изготовления деталей долот приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Стали, применяемые для изготовления деталей долот

Наименование детали	Диаметры долот, мм	Марка стали	ГОСТ, ТУ
Шарошка фрезерованным вооружением	Все размеры	15НЗМА	Ту 3 - 102-80
Шарошки штыревые	Все размеры	14ХНЗМА	ТУ 3-102-80
Лапа	До 244,5	15НЗМА	ТУ 3-102-80
Лапа	244,5 и более	19ХГНМА	ТУ 3-102-80
Втулка малая	Все размеры	14Х17Н2	ГОСТ 5949-75
Подпятки	Все размеры	Р6М5	ГОСТ 19265-73
Шары, ролики	Все размеры	55СМ5ФА ШД	ТУ 14-1-2666- 79

ОСТ 26-02-1315-84 предусматривает для изготовления лап и шарошек долот, более широкий ассортимент сталей указан в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Стали для изготовления лап и шарошек по ОСТ 26-02-1315-84

Наименование детали	Диаметр долота, мм	Марка стали	Номер ТУ
Долото с опорой скольжения			
Шарошка	46,0-212,7 215,9-295,3 311,1 и более	17НЗМА-Ш 16ХНЗМА-Ш 18ХНЗМА	ТУ3-938-79 ТУ 3-938-79 ТУ 3-859-80
Лапа	46,0-151,0 158,7-212,7 215,9 222,3-295,3	14ХНЗМА-Ш 22ХГНМА-Ш 22ХГНМА-Ш 14ХНЗМА-Ш	ТУ3-938-79 ТУ3-35-79 ТУ3-35-79 ТУ 3-938-79
Долото с опорой качения			
Шарошка	112,0-190,5 215,9-295,3 311,1 и более	17НЗМА-Ш 16ХНЗМА-Ш 16ХНЗМФА 18ХНЗМА	ТУ 3-398-79 ТУ 3-398-79 ТУ 3-195-83 ТУ3-850-80
Лапа	112,0-190,5 215,9-295,3 311,1 и более	14ХНЗМА-Ш 14ХЗМА-Ш 14ХНЗМА 14Х2НЗМА	ТУ 3-938-79 ТУ 3-938-79 ТУ 3-195-83 ТУ 3-850-80

2 Усовершенствование конструкции трехшарошечного долота

2.1 Усовершенствование вооружения шарошек долота 295,3 СЗ

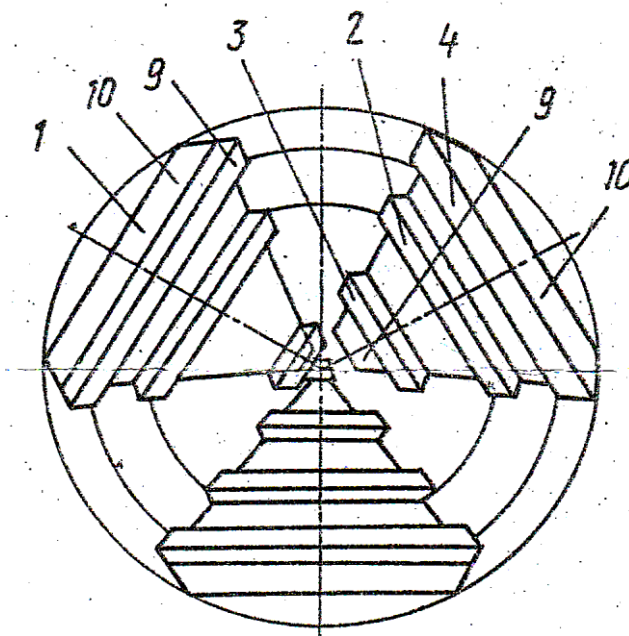
Описание выбранного изобретения RU 2004762. Изобретение относится к технике для бурения скважин и может найти применение в буровых долотах, предназначенных в основном для бурения глубоких нефтяных и газовых скважин.

Известно буровое долото, содержащее шарошки, вооружение которых состоит из венцов зубьев, грани которых направлены износостойкими наплавками типа рэлит (карбид вольфрама) и т. д.

Недостатком известного долота является следующее.

Рассмотрение схемы работы вооружение шарошек на забое и взаимодействия зубьев клиновидного профиля с породой забоя показывает, что зубья каждого венца взаимодействуют с породой не как вертикально вдавливающий клин и даже необычным перекатывающим, а по совершенно другим законам, в силу которых зуб контактирует с породой не армированной стороной.

Известно также буровое долото, которое содержит шарошки с ведущими и ведомыми венцами зубьев и износостойкие элементы, которые закреплены на обеих гранях по всей длине зубьев по разным венцам, — повышение производительности долота за счет рационального размещения износостойких элементов.



1- шарошка; 2-ведущий венец; 3-вершинный венец; 4-ведомый венец; 9-вершина шарошки; 10-периферия.

Рисунок 2.1- Трехшарошечное долото, вид снизу

Недостатком известного долота является его низкая производительность из-за нерационального размещения износостойких элементов.

Целью изобретения является повышение производительности долота за счет рационального размещения износостойких элементов.

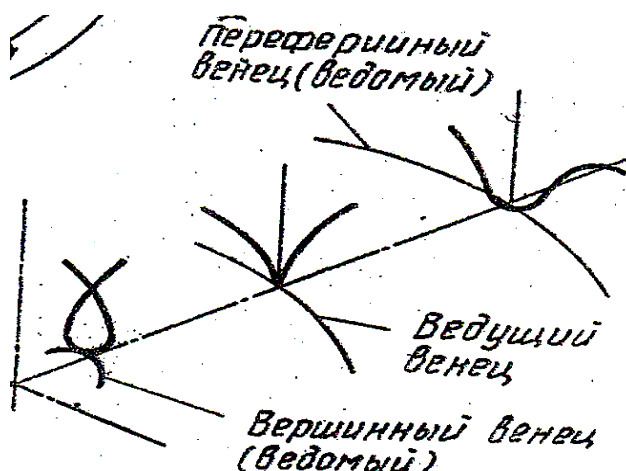
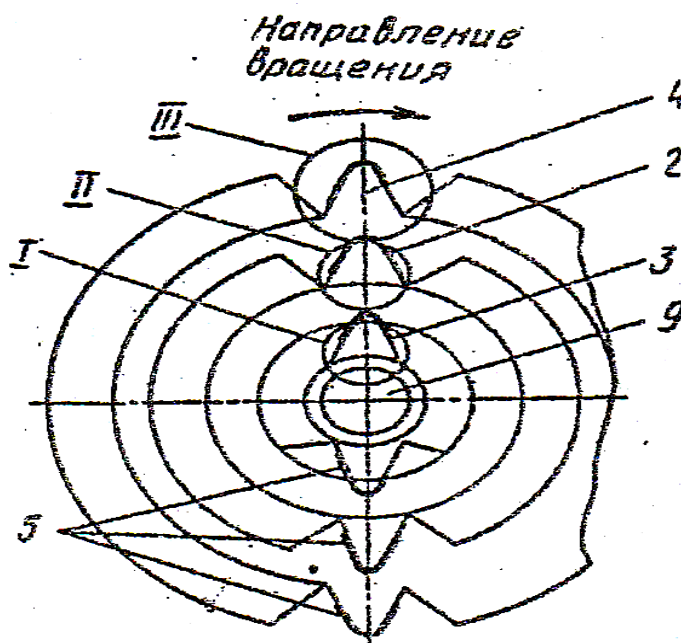


Рисунок 2.2 - Схема взаимодействия зубьев различных венцов с забоем

На рисунке 2.1 показано шарошечное долото, вид снизу; на рисунке 2.2 схема взаимодействия зубьев различных венцов с забоем; на рисунке 2.3- вид на шарошку со стороны ее вершины; на рисунке 2.4- узел I из рисунка 2.3; на рисунке 2.5- узел II из рисунка 2.3; на рисунке 2.6- узел III из рисунка 2.3.



2-ведущий венец; 3-вершинный венец; 4-ведомый венец; 5-зубья; 9-вершина

Рисунок 2.3 - Вид на шарошку со стороны ее вершины

Буровое долото содержит шарошки 1 с ведущими и ведомыми венцами 2, 3 и 4 зубьев 5 и износостойкие элементы 6, закрепленные на обеих гранях 7 и 8 зубьев 5 на одинаковую и различную величину по высоте зубьев 5 по разным венцам. Износостойкие элементы 6 расположены на ведущих венцах 2 по всей высоте зубьев на обеих гранях, на зубьях 5 венцов 3, расположенных от ведущих венцов 2 к вершинам 9 шарошек 1 на передних гранях, и на зубьях 5, расположенных от ведущих венцов 2 к периферии 10 шарошки 1 на задних гранях. Износостойкие элементы 6 расположены по всей высоте зуба, а на противоположных гранях зубьев 5 этих венцов 3 и 4 – в вершинной части зубьев.

На противоположенных гранях зубьев 5 ведущих венцов допускается не устанавливать износостойкие элементы 6.

В практике долотостроения зачастую на каждой шарошке бывает два или четыре венца и даже больше. В этом случае определяется ведущий венец 2, износостойкие элементы 6 закрепляются на них на обеих гранях, а все остальные венцы - согласно указанному принципу. В случае, когда шарошка 1 имеет два венца, также определяется ведущий венец, а на втором венце – также по тому же принципу.

Каждый зуб любого венца в долоте может иметь дополнительные износостойкие элементы, закрепленные по торцам, а также другим поверхностям, например, когда зуб имеет сложный профиль (Г-образный, П-образный). Но во всех случаях армирование должно производиться по приведенной методике.

Работает долото следующим образом.

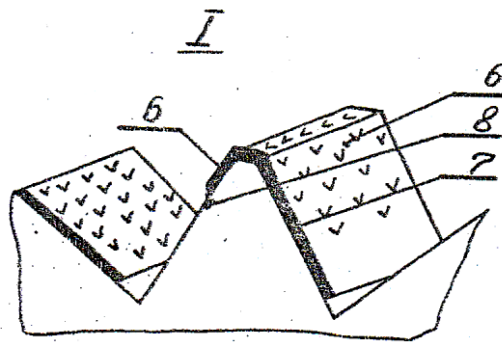
При перекатывании шарошки 1 по забою зубья 5 ведущего венца 2 без скольжения вминаются в породу забоя и производят либо выдавливание породы с последующим отделением, либо хрупкое разрушение. Зубья 5 венца 3, расположенного ближе к вершине 9 шарошки 1, совершает петлеобразное движение и не перекатываются по забою, а срезают за счет скольжения зубьев часть породы своей передней гранью. При этом с породой забоя взаимодействует в основном только эта армированная грань. Зубья же 5 венца 4 также за счет скольжения в обратную сторону взаимодействуют с породой своей задней гранью, которая также имеет большую площадь армирования.

Следовательно, за счет обязательного армирования только рабочих граней зубьев каждый зуб взаимодействует с породой забоя только армированной поверхностью, вследствие чего снижается износ зубьев, а вооружение сохраняет геометрию значительно дольше. Также имеются хорошие предпосылки для самозатачивания зубьев при износе вершин зубьев.

Также армирование только рабочих поверхностей зубьев позволяет экономить дорогостоящие наплавочные материалы.

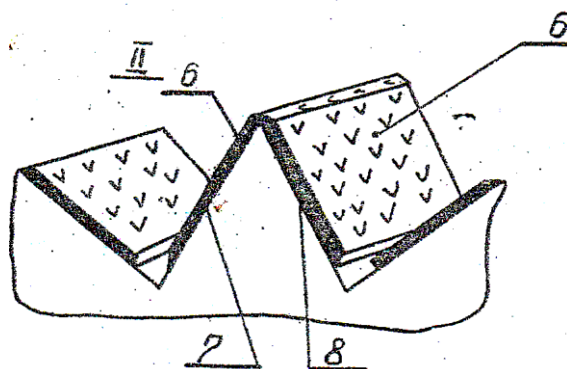
Формула изобретения. Буровое долото, содержащее шарошки с ведущими и с ведомыми венцами зубьев и износостойкие элементы, закрепленные на обеих гранях по всей длине зубьев на одинаковой и различной величине по высоте зубьев по разным венцам, отличающееся тем, что, с целью повышения

производительности долота за счет рационального размещения износостойких элементов, последние расположены на ведущих венцах по всей высоте зубьев на обеих гранях, на зубьях венцов, расположенных от ведущих венцов к вершинам шарошек, на передних гранях и на зубьях, расположенных от ведущих венцов к периферии шарошек, на задних гранях износостойкие элементы расположены по всей высоте зуба, а на противоположных гранях зубьев этих венцов износостойкие элементы расположены в вершинной части зубьев.



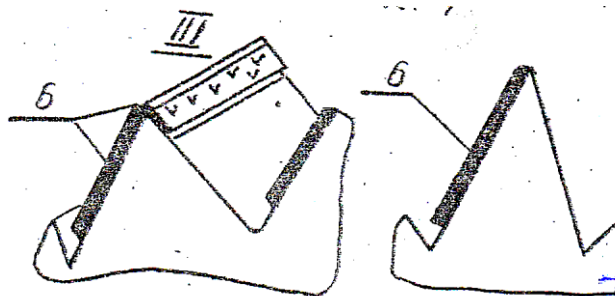
6-износостойкие элементы; 7,8-границы зубьев

Рисунок 2.4 – Узел I из рисунка 2.3



6-износостойкие элементы; 7,8-границы зубьев

Рисунок 2.5 - Узел II из рисунка 2.3



6-износостойкие элементы

Рисунок 2.6 - Узел III из рисунка 2.3

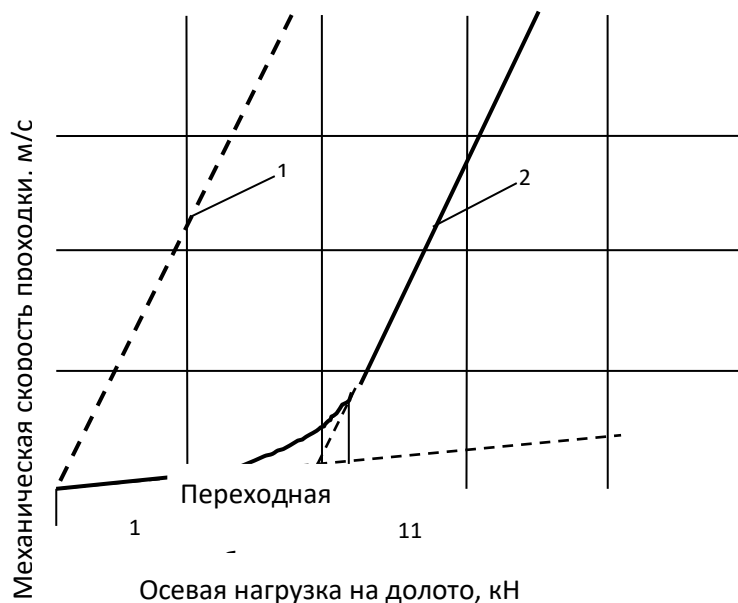
3 Расчетный раздел

3.1 Расчет оптимальной нагрузки на долото

Нагрузка, под воздействием которой достигается эффективное объемное разрушение горных пород в процессе бурения и максимальное значение механической скорости бурения (g_i), называется оптимальной нагрузкой на долото (G_g).

На рисунке 3.1 приведены экспериментальные кривые зависимости механической скорости проходки от осевой нагрузки, полученные профессором Л.А. Шрейнером. Кривая 1 - теоретическая, кривая 2 отражает три характерных процесса разрушения горных пород, а именно:

- поверхностное истирание (участок I), когда удельное давление значительно ниже предела прочности породы;
- усталостное разрушение (переходный участок) при достижении значений удельных давлений до величин, близких к пределу прочности породы, когда процесс разрушения становится объемным при многократном воздействии зубьев на породу;
- объемное разрушение (участок II), наиболее эффективное разрушение при достижении удельных давлений величины предела прочности породы $P \geq G_{сж}$.



1 – теоретическая кривая; 2 – кривая, полученная
экспериментальным путем

Рисунок 3.1- График зависимости механической скорости проходки от осевой нагрузки на долото (по Л.А.Шрейнеру)

В этих условиях механическая скорость проходки шарошечными долотами возрастает линейно с увеличением осевой нагрузки опираются на два зуба по периферийным венцам).

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:

$$G_g = aP_{ш} \cdot S_t, \text{ кН}, \quad (3.1)$$

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

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

S_t - площадь контакта зубьев долота с забоем, 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 $0,00083 \text{ м}^2$.

Значение подставляем в формулу 3.1 получим:

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

Таблица 3.1 - Параметры трехшарошечных долот, согласно ГОСТ 20692-75

Диаметр, Мм	Высота долота, мм	Масса, кг (не более)	Допускаемая осевая нагрузка При бурении, кН		Примечание
			Низкооборотное $n=40-250 \text{ об/мин}$	Высокооборотное $n \geq 250 \text{ об/мин}$	
108	180	6	100	-	
114,3	190	7	120	-	
120,6	200	8	140	-	
158,7	300	18	250	150	
165,1	310	20	250	150	
212,7	340	39	380	250	
215,9	350	40	380	250	
228,6	380	45	420	300	
244,5	390	62	450	320	
264,9	410	75	480	350	
295,3	420	95	500	400	
311,1	420	100	550	420	
320,0	440	110	600	450	
349,2	450	115	650	450	

3.2 Расчет осевой нагрузки на долото

При расчете осевой нагрузки на долото используются следующие методы:

- Статистический анализ – геолого – технический метод работы долота;
- Аналитический расчет – это качественные показатели физико – механического состава горных пород и связано с характеристиками шарошечного долота.

Самый эффективный и точный метод является статистический расчет, все данные после расчета сравнивают с паспортными данными долота и берут среднее значение.

Расчет осевой нагрузки на долото рассчитывается формулой:

$$G_{oc}=g_0 \cdot D_d, \text{ кН}, \quad (3.2)$$

где g_0 – нагрузка который проходит 1 мм в процессе бурении всех категории пород долотом. кН/м.

Для категории пород М: $g_0 < 200$ кН/м;

Для категории пород МС: $g_0 < 200 - 800$ кН/м;

Для категории пород СЗ: $g_0 < 800 - 1200$ кН/м.

Подставим значение на формулу (3.3):

$$G_{oc}=g_0 \cdot D_d= 1000 \cdot 0,2953 = 295,3 \text{ кН}$$

Расчетные данные нагрузки не должны превышать паспортных данных на 80%:

$$G_{oc} < 0,8 \cdot G_{пас}, \text{ кН}, \quad (3.3)$$

где $G_{пас}$ – осевая нагрузка по паспортным данным, кН.

Для долот диаметром 295,3 СЗ $G_{пас}= 500$ кН, тогда по формуле (3.3):

$$G_{oc} < 0,8 \cdot 500 = 400 \text{ кН}$$

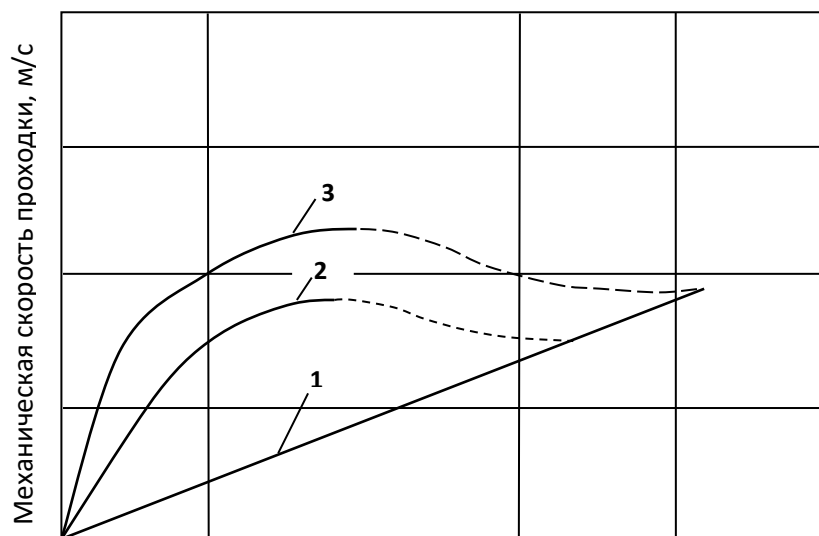
$295 < 400$ - Условие выполнено.

3.3 Определение критической частоты вращения долота

Частота вращения, при которой достигается объемное разрушение горной породы называют критической частотой вращения долота (n_k).

На рисунке 3.2 приведены характерные кривые зависимости механической скорости проходки от частоты вращения долота ($\mathcal{G}_i = f(n)$).

Кривая 1 характеризует зависимость $g_m = f(n)$ при поверхностном разрушении горной породы, а кривые 2 и 3 - при объемном процессе разрушения, когда $P > G_{сж}$ и G_2, G_3 , соответственно.



1 – поверхностное разрушение; 2,3 – объемное разрушение

Рисунок 3.2 - График зависимости механической скорости проходки от частоты вращения долота (по В.С.Федорову)

Таким образом, на основе анализа полученных результатов экспериментальных исследований сделан вывод, что величина критической частоты вращения долота зависит от свойств горной породы, конструкции вооружения шарошек, параметров режимов бурения. В процессе бурения при объемном процессе разрушения с частотой вращения долота $n < n_{кр}$ механическая скорость бурения является возрастающей функцией, а при $n > n_{кр}$ - убывающей.

Профессором В.С. Федоровым предложено определять величину значения критической скорости вращения ($n_{кр}$) для достижения объемного разрушения горных пород, слагающих забой скважины, при выполнении условия обеспечения минимально необходимой продолжительности контакта зубьев долота с породой забоя скважины по следующей эмпирической формуле:

$$n_{кр} = 0,6 \cdot 10^5 d_{ш} / (\tau_m z_n D_d), \text{ об/мин}, \quad (3.4)$$

где $d_{ш}$ - диаметр шарошки, м;

τ_m - минимальное время контакта зубьев с породой, при котором происходит разрушение, мс;

z_n - число зубьев на периферийном венце шарошки;

D_d - диаметр долота, м.

В расчетах рекомендуется принимать:

$\tau_T = (3-6)\text{мс}$ - для упруго-хрупких пород;

$\tau_T = (5-7)\text{мс}$ - для упруго-пластичных пород;

$\tau_T = (6-8)\text{мс}$ - для пород, не дающих хрупкого разрушения.

$$n_k = 0,6 \cdot 10^5 \cdot 0,140 / (6 \cdot 10^{-3} \cdot 16 \cdot 0,2953) = 238 \text{ об/мин}$$

3.4 Расчет момента и мощности на долоте

Установление величины момента на долоте и потребляемой мощности в процессе бурения имеет большое значение, особенно при создании забойных двигателей с требуемой энергетической характеристикой.

Момент на долоте, необходимый для разбуривания породы, слагающей забой скважины, находится в сложной функциональной зависимости от:

- параметров, характеризующих конструкцию долота;
- механических свойств породы;
- угла искривления скважины;
- нагрузки и скорости вращения долота.

В случае когда за переменную величину принимают параметры режима бурения такие, как осевая нагрузка и частота вращения долота, момент на долоте может быть определен по следующей упрощенной формуле:

$$M_d = M_y \cdot G_g \cdot H \cdot m, \quad (3.5)$$

где M_y – удельный момент на долоте, численно равен отношению момента на долоте при максимальной механической скорости $M_{\text{эф}}$ к осевой нагрузке $G_{\text{эф}}$, т.е.

$$M_y = M_{\text{эф}} / G_{\text{эф}}, \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{кН}, \quad (3.6)$$

$$M_y = 12 \text{ Нм/кН}.$$

$M_{\text{эф}}$ – максимальная механическая скорость;

$G_{\text{эф}}$ – осевая нагрузка.

Величина значения M_y зависит только от физико-механических свойств пород. В результате проведенных экспериментальных исследований долот диаметром до 0,295 м установлено, что значение M_y находится в пределах (6 - 13) Нм/кН и от диаметра долота зависит незначительно. Принимаем равной $M_y = 12 \text{ Нм/кН}$.

Используя известное соотношение между мощностью на долоте, моментом и частотой вращения, мощность на долоте, определяют по формуле:

$$\begin{aligned} N_d &= M_d \cdot n_k / 974, \text{ кВт}, \\ N_d &= 920 \cdot 477 / 974 = 450 \text{ кВт} \end{aligned} \quad (3.7)$$

3.5 Выбор формы и длины породоразрушающих элементов долота

Для эффективного разрушения горной породы, слагающей забой скважины, необходимо внедрение в нее рабочего элемента долота.

Для осуществления объемного разрушения горных пород должно соблюдаться требование неравенства:

$$G_g > S_t \cdot \sigma_{сж}, \text{ кН}, \quad (3.8)$$

где $\sigma_{сж}$ - предел прочности породы при одноосном сжатии, кН/м²;

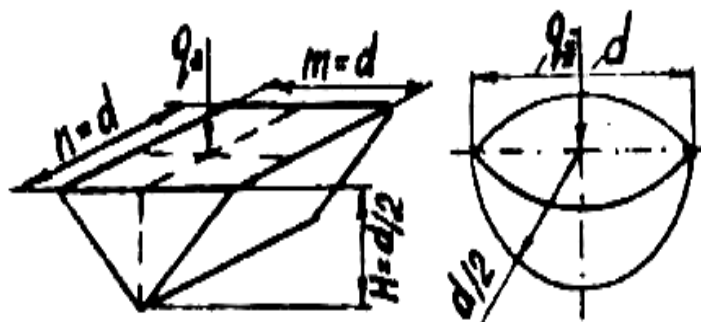
S_t - площадь контакта зубьев долота с породой забоя должна быть наименьшей, поэтому необходимо проектировать форму зуба, которая отвечала бы этому требованию и к тому же выдерживала наибольшую нагрузку.

$$G_g > S_T \cdot \sigma_{сж}, \text{ кН},$$

$$\sigma_{сж} < G_g / S_T == 332 / 0,00083 = 400000 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{сж} = 400000 \text{ кН/м}^2$$

Предъявляемым требованиям отвечают зубки, имеющие форму клина и полусферы (рисунок. 3.3).



q_z - нагрузка на зуб; кН; H - высота зуба, м; d – диаметр сферы, м; n, m - стороны основания призмы, м

Рисунок 3.3- Призматическая и полусферическая форма зубков долота.

В случае отсутствия нагрузки контакт клина с плоскостью забоя будет по линии, а полусферы - в точке.

В результате исследований, приведенных в работе установлена важная зависимость между длиной зуба (l_z), внедрением его в породу (h_z) и объемом отделяющейся породы.

Глубина внедрения зуба в горную породу (h_z) увеличивается с уменьшением длины зуба (l_z) при одинаковых нагрузках и, кроме того, расчетный объем разрушенной породы обратно пропорционален длине зуба.

Длина зуба трехшарошечных долот со смещенными осями, для полного перекрытия забоя, должна удовлетворять неравенству

$$l_z \geq 2k, \text{ м}, \quad (3.9)$$

где k - величина смещения осей шарошек, м.

3.6 Выбор шага зубьев шарошечного долота

Результаты исследований по установлению эффективного времени контакта зуба долота с породой важны для правильного выбора шага зубьев на венцах и взаимного расположения зубьев на шарошке. Общая продолжительность контакта зуба определяется временем передачи усилия от зуба породе и равна времени соприкосновения зуба с поверхностью породы. Таким образом, время контакта зуба с породой должно быть не меньше, чем необходимое время для достижения разрушающей нагрузки, т.е.

$$\tau_k \geq \tau_m, \quad (3.10)$$

где τ_m - минимально возможное время, при котором происходит разрушение горных пород, с;

τ_k - продолжительность контакта зуба с породой определяется по формуле:

$$\tau_k = 60 d_{ш} / (n_k D_d z_n), \text{ с}, \quad (3.11)$$

где $d_{ш}$ - диаметр шарошки, м;

n_k - критическая частота вращения, с/с;

D_d - диаметр долота, м;

$z_n = n d_{ш} / t$ - число зубьев периферийного венца шарошки;

t - величина шага зубьев, м.

Подставив выражение $z_n = n d_{ш} / t$ в (3.11) и, преобразовав его, получим оптимальное значение величины шага зубьев шарошки

$$t = 52 \cdot 10^{-3} \cdot n_k \cdot D_d \tau_m, \quad (3.12)$$

Также шаг зубьев шарошки может быть определен по формуле:

$$t = 2r_{ш} \sin \beta / 2, \text{ м}, \quad (3.13)$$

где $r_{ш}$ - радиус венца шарошки, м;

β - центральный угол между соседними зубьями венца.

Подставляя следующие данные получаем:

$$\tau_k = 60 \cdot 10^5 \cdot 0,39 / (7 \cdot 16 \cdot 0,2953) = 30,6 \text{ м/с}$$

С этой формулы определяем следующее значение:

$$t = 52 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 16 \cdot 0,2953 = 1,7 \text{ м}$$

Шаг зубьев шарошки определяем по формуле:

$$t = 2 \cdot \sin 55^\circ / 2 = 0,81 \text{ м}$$

Шаг зубьев шарошки должен быть таким, чтобы последующие зубья не попадали в углубления от предыдущих.

3.7 Расчет общего числа зубьев шарошек и критерии оценки вооружения

Общее число зубьев шарошек выбирается из условия достижения эффективного разрушения горной породы и с учетом установленного шага зубьев на венцах шарошек. В результате проведенных исследований, посвященных данному вопросу, в работе предложено расчет числа зубьев на венцах шарошек производить по следующим формулам:

для пластичных и упруго-пластичных пород:

$$Z = 3,14 \sqrt{R_{\sigma} b (tg d / 2 + \mu_1) \sigma_{\tilde{n}\alpha} / q_z} \quad (3.14)$$

для упругих и упруго-хрупких пород:

$$Z = 3,14 \sqrt{ER_{\sigma} \tilde{n} / 3 (1 - \mu_1^2) q_z} \quad (3.15)$$

где R_{σ} - радиус шарошки, м;

E - модуль упругости породы, кН/м²;

μ_1 - коэффициент Пуассона для породы;

$q = G/Z$ – нагрузка, действующая на один зуб при его внедрении в породу, кН;

Площадь контакта одного клиновидного зуба долота с породой, слагающей забой скважины можно определить по следующей формуле:

$$S_t = b \cdot c + 2bh_z \cdot tg \alpha / 2, \text{ м}, \quad (3.16)$$

где b - длина боковой стороны зуба, м;

c - ширина притупления зуба, м;

α - угол при вершине зуба, соответствии типа 295,3 СЗ, принимаем α равным $\alpha=57^\circ$;

h_z - величина внедрения зуба в породу, м $h_z=(3 - 6) \rightarrow 6\text{мм} \rightarrow 0,006\text{м}$

S_t - площадь контакта зубьев долота с забоем, м^2 (предполагается, что максимальное значение приобретает в случае, когда все шарошки опираются на два зуба по периферийным венцам).

1 - шарошка: для определения крайних значений берем из таблицы значение периферийного венца

$$t = 26,8\text{мм}$$

$$t / d = \alpha \rightarrow t / \alpha = 26,8/2 = 13,4\text{мм}$$

$$h = 1,2 \cdot d = 1,2 \cdot 13,4 = 16,08\text{мм} = 0,01608\text{м}$$

$$Z_n = 3,14 \cdot 0,139 / 0,0268 = 16$$

$$S_t = v \cdot c + 2bh_z \operatorname{tg} \alpha / 2 = 0,01608 \cdot 0,0134 + 2 \cdot 0,01608 \cdot 0,006 \cdot \operatorname{tg} 57^\circ / 2 = 0,00083\text{м}^2$$

2 - шарошка: для определения крайних значений берем из таблицы значение периферийного венца

$$t = 28,7\text{мм}$$

$$t / d = \alpha \rightarrow t / \alpha = 28,7/2 = 14,35 \text{ мм}$$

$$h = 1,2 \cdot d = 1,2 \cdot 14,35 = 17,22\text{мм} = 0,01722\text{м}$$

$$Z_n = 3,14 \cdot 0,139 / 0,0287 = 15$$

$$S_t = v \cdot c + 2bh_z \operatorname{tg} \alpha / 2 = 0,01608 \cdot 0,01403 + 2 \cdot 0,01608 \cdot 0,006 \cdot \operatorname{tg} 57^\circ / 2 = 0,00075\text{м}^2$$

3 - шарошка: для определения крайних значений берем из таблицы значение периферийного венца

$$t = 25,3\text{мм}$$

$$t / d = \alpha \rightarrow t / \alpha = 25,3/2 = 12,65 \text{ мм}$$

$$h = 1,2 \cdot d = 1,2 \cdot 12,65 = 15,18\text{мм} = 0,01518\text{м}$$

$$Z_n = 3,14 \cdot 0,139 / 0,0253 = 17$$

$$S_t = v \cdot c + 2bh_z \operatorname{tg} \alpha / 2 = 0,01608 \cdot 0,01403 + 2 \cdot 0,01608 \cdot 0,006 \cdot \operatorname{tg} 57^\circ / 2 = 0,00075\text{м}^2$$

Площадь контакта зуба с породой можно определить методом отпечатка или принять по базовой модели долота. При проектировании долот для твердых и абразивных пород площадь контакта определяется в зависимости от формы и размеров используемых твердосплавных зубков.

3.8 Проверочный расчет вооружения долота на статистическую и усталостную прочность

С достаточной для практических расчетов на статистическую прочность точностью допускают, что забой под зубьями долота абсолютно не деформирован. В процессе перекатывания по забою шарошки долота становятся то на один, то на два смежных.

Наибольший изгибающий момент ($M_{из}$) от действия осевой нагрузки можно определить по формуле:

$$M_{из} = q_z H_z \sin \beta_n n/2, \text{ кН}\cdot\text{м}, \quad (3.17)$$

где H_z - высота зуба, м; $H_z=16\text{мм}=0,016\text{м}$

β_n - центральный угол между соседними зубьями периферийного венца шарошки, определяемый по формуле:

$$\beta_n = 360^\circ / Z_n \quad (3.18)$$

Подставляем значение:

$$\beta_n = 360^\circ / 16 = 22,5^\circ$$

$$M_{из} = 3 \cdot 0,016 \cdot \sin 22,5^\circ / 2 = 0,0091 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

4 Экономический раздел

Новые долота, эффективны для потребителя в том случае, если затраты на их приобретение и эксплуатацию будут меньше затрат на ранее освоенную технику.

Решение о целесообразности создания и внедрения новых машин и оборудования принимается на основе годового экономического эффекта.

Нормативный срок окупаемости (T_n) капитальных затрат для новой техники установлен:

$$T_n = 1/E_n = 1/0,15 = 6,7 \text{ года} \quad (4.1)$$

где E_n - активный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$.

Годовой экономический эффект (тенге) определяют сопоставлением приведенных затрат по базовой и новой технике как в сфере производства так и в сфере эксплуатации.

В данной дипломной работе мы не будем рассматривать затраты в сфере производства, т.к. на предприятии пользуются уже готовым оборудованием, которое приобретается у завода изготовителя. Мы только рассчитаем затраты в сфере эксплуатации аналога и проектируемого долота.

4.1 Амортизационные отчисления

- на оборудование (здесь и в дальнейшем будем обозначать данные для аналога – I, а данные для проектируемого агрегата - II).

$$Z_{AM} = 0,01 \cdot C \cdot N_k \quad (4.2)$$

где C – стоимость оборудования;

C_1 – стоимость аналога;

C_2 – стоимость проектируемого долота.

$$C_1 = 1750000 \text{ тг}$$

$$C_2 = 2500000 \text{ тг}$$

N_k – норма амортизации на капитальный ремонт, %, $N_k = 15\%$.

$$Z_{AM1} = 0,01 \cdot 175000 \cdot 15 = 375000 \text{ тенге}$$

$$Z_{AM2} = 0,01 \cdot 250000 \cdot 15 = 272500 \text{ тенге}$$

4.2 Затраты на обслуживание оборудования

$$З_{обс} = T_{эф} \cdot Ч_{ст} \cdot K_{обс} \cdot (1 + K_d) \quad (4.3)$$

где $Ч_{ст} = 450$ тенге – часовая тарифная ставка обслуживающего персонала;
 $K_{обс}$ - коэффициент обслуживания оборудования, чел/маш;

$$K_{обс1} = 1 \text{ чел/маш.}, K_{обс2} = 1 \text{ чел/маш.};$$

$K_d = 0,47$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (отчисления на социальное страхование, премии, на охрану труда и др.).

$$З_{обс1} = З_{обс2} = T_{эф} \cdot Ч_{ст} \cdot K_{обс} \cdot (1 + K_d) = 7700 \cdot 450 \cdot 1 \cdot (1 + 0,4) = 440190 \text{ тенге}$$

4.3 Затраты на вспомогательные материалы

$$З_{вс.м} = m \cdot Ц_n \cdot T_{эф}, \quad (4.4)$$

где m - норма расхода вспомогательного материала, кг/ч;

$Ц_n$ - цена за единицу материала, тенге/кг (в случае отсутствия данных затраты на вспомогательные материалы можно принять 0,5% от стоимости машины).

$$З_{вс.м1} = 175000 \cdot 0,05 = 77500 \text{ тенге}$$

$$З_{вс.м2} = 123000 \cdot 0,05 = 57200 \text{ тенге}$$

4.4 Затраты на ремонт

Рассчитываются на основании капитальных затрат при монтаже долота:

$$З_p = 0,055 \cdot (Ц + T_p P + M_{об} + O_{бн}), \quad (4.5)$$

$T_p P = 100000$ тенге – затраты на транспортировку;

$M_{об} = 200000$ тенге – монтаж технологических машин;

$O_{бн} = 400000$ тенге – цены других неучитанных оборудования.

$$З_{p1} = 0,055 \cdot (375000 + 100000 + 200000 + 400000) = 1370500 \text{ тенге}$$

$$З_{p2} = 0,055 \cdot (272500 + 100000 + 200000 + 400000) = 125300 \text{ тенге}$$

4.5 Затраты на инструмент

$$З_n = 0,005 \cdot (Ц + Ц_э + T_p P + M_{об} + O_{бн}), \quad (4.6)$$

$$З_{и1} = 0,005 \cdot (375000 + 100000 + 200000 + 400000 + 12000) = 137570 \text{ тенге}$$

$$З_{и2} = 0,005 \cdot (272500 + 100000 + 200000 + 400000 + 12000) = 123070 \text{ тенге}$$

4.6 Амортизация по сопутствующим капитальным вложениям

$$З_{ап.с} = 0,01 \cdot (\Pi + \Pi_3 + T_p P + M_{об} + O_{бн}) \cdot H_k, \quad (4.7)$$

$$З_{ап.с1} = 0,01 \cdot (100000 + 400000 + 20000 + 40000) \cdot 15 = 300000 \text{ тенге}$$

$$З_{ап.с2} = 0,01 \cdot (100000 + 400000 + 20000 + 40000) \cdot 15 = 300000 \text{ тенге}$$

$$З_{ап.с1} = З_{ап.с2}$$

4.7 Эксплуатационные затраты

$$И' = З_{AM} + З_{обс} + З_{вс.м} + З_p + З_{и} + З_{ап.с}, \quad (4.8)$$

$$И_1' = З_{AM1} + З_{обс1} + З_{вс.м1} + З_{p1} + З_{и1} + З_{ап.с1} =$$

$$375000 + 440190 + 77500 + 137050 + 1375700 + 300000 = 4948890 \text{ тенге}$$

где $З_{AM}$ – амортизационные отчисления;

$З_{обс}$ – затраты на обслуживание;

$З_{вс.м}$ – затраты на вспомогательные материалы;

$З_p$ – затраты на материалы;

$З_{и}$ – затраты на инструмент.

$$И_2' = З_{AM2} + З_{обс2} + З_{вс.м2} + З_{p2} + З_{и2} + З_{ап.с2} =$$

$$272500 + 44019 + 57200 + 125300 + 1230700 + 300000 = 3175770 \text{ тенге}$$

4.8 Приведенные затраты

$$З_{экс} = И' + E_n \cdot K', \quad (4.9)$$

$И'$ – эксплуатационные затраты потребителя, тенге;

K' – удельные капитальные вложения потребителя на единицу оборудования, тенге/шт.

$$K' = \Pi + \Pi_3 + T_p P + M_{об} + O_{бн}, \quad (4.10)$$

$$K'_1 = 375000 + 100000 + 200000 + 400000 + 12000 = 1375700 \text{ тенге}$$

$$K'_2 = 272500 + 100000 + 200000 + 400000 + 12000 = 1230700 \text{ тенге}$$

$$З_{\text{экс}} = И' + 0,15 \cdot K',$$

$$З_{\text{экс}1} = 4948890 + 0,15 \cdot 137570 = 5148490 \text{ тенге}$$

$$З_{\text{экс}2} = 3175770 + 0,15 \cdot 123070 = 3372110 \text{ тенге}$$

Все рассчитанные значения сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Значение аналога и проекта

№	Значения	Обозначение	Аналог	Проект
1	Амортизационные отчисления на оборудование	$З_{\text{ам}}$	375000	272500
2	Затраты на обслуживание оборудования	$З_{\text{абс}}$	440190	440190
3	Затраты на вспомогательные материалы	$З_{\text{вс.м}}$	775000	572000
4	Затраты на ремонт	$З_{\text{р}}$	137050	125300
5	Затраты на инструмент	$З_{\text{и}}$	137570	123070
6	Амортизация по сопутствующим капитальным вложениям	$З_{\text{ап.с}}$	300000	300000
7	Эксплуатационные затраты (сумма 1-6)	$И'$	4948890	3175770
8	Приведенные затраты	$З_{\text{экс}}$	5148490	3372110

Сравнивая приведенные затраты на аналог и проектный вариант, мы видим, что экономия составляет 1776380 тенге.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе приведен обзор существующих конструкций шарошечных долот, их функционального назначения и конструктивного исполнения. Рассмотрены все конструктивные особенности трехшарошечного долота диаметром 295,3мм. Описаны назначение, устройство, а также технические характеристики данного типа долота.

В проекте предложено усовершенствование конструкции долота 295,3 СЗ выбранного в качестве прототипа и проведены технологические, конструктивные и проверочные расчеты на прочность отдельных элементов трехшарошечного долота. Также рассмотрены вопросы внедрения новых технических решений в предлагаемую к использованию конструкцию.

В экономической части работы был проведен расчет ожидаемой технико-экономической эффективности применения долота предложенной усовершенствованной конструкции вооружения шарошек долота, который составит 1776380 тенге.

Список использованной технической литературы составляет 30 наименований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Заурбеков С.А., Долота для бурения нефтяных и газовых скважин. Методические указания к лабораторным, практическим занятиям по курсу Бурение нефтяных и газовых скважин и разработке курсового и дипломного проектов. – Алматы : КОУ, 2006г., с. 1 – 54.
- 2 Масленников И.К., Матвеев Г.И., Инструмент для бурения скважин. Справочное пособие. -М.: Недра, 1981.
- 3 Султанов Б.З., Шаммасов Н.Х. Забойные буровые машины и инструмент. М., «Недра», 1976. 239 с.
- 4 Булатов А.Н., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. «Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин», Недра – Бизнес центр, 2003.
- 5 Палий П.А., Корнеев К.Е. Буровые долота. Справочник. -М.: Недра, 1971.
- 6 А.Е. Анашкина, М.Б. Грушевский, «Шарошечные долота для сплошного бурения», (МОП), Тюмень 2003.
- 7 Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. Учебник для вузов.- М.:Недра,1988. 501 с.
- 8 Федоров В.С. и др. Практические расчеты в бурении. -М.: Недра, 1966.
- 9 Бинхэм М.Г. Проблемы буримости горных пород. - М.: ВНИИОЭНГ, 1966.
- 10 Мавлютов М.Р. Разрушение горных пород при бурении скважин. -М.: Недра, 1978.
- 11 Вопросы деформации и разрушения горных пород при бурении. Под ред. Шрейнера Л.А. - М.: ГОСИНТИ, 1961.
- 12 Каримов В. Х. и др. О выборе шага зубьев при конструировании вооружения шарошечных долот. -Труды ТатНИИ, 1965, Вып.7.
- 13 Ильский А.Л. Оборудование для бурения нефтяных скважин. Расчет и конструирование. – М.: Машиностроение, 1980, 229 с.
- 14 Биргер И.А., Шор Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979.
- 15 Когаев В.П., Махмутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. –М.: Машиностроение, 1985.
- 16 Орлов П.И. Основы конструирования. Т.1-3. – М.: Машиностроение,1974.
- 17 Эльящевский И.В., Сторонский М.И., Орсуляк Я.М. Типовые задачи и расчеты в бурении. – М.: Недра, 1968.
- 18 Середа Н.Г., Соловьев Е.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1974.
- 19 Абубакиров В.Ф., Близнюков В.Ю., Буримов Ю.Г. Буровое оборудование. Справочник. – М.:Недра, Москва, 2003.
- 20 Смолина А.К. Типовые задачи по курсу «Машины и оборудование для бурения». Часть 2. – Ухта: УИИ, 1984.
- 21 Аваков В.А. Расчеты бурового оборудования. – М.: Недра, 1973.

- 22 Бойчик И.М. Экономика предприятия. – Киев: Аттика, 2002.
- 23 Жидовцев Н.А. Долговечность шарошечных долот. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1992.
- 24 Посташ С.А. Повышение надежности и работоспособности шарошечных долот. Учебное пособие.- М.: Недра, 1982.
- 25 Кулябин Г.А., Долгушин В.В., Наумов И.А., Касимов М.М. К совершенствованию конструкций элементов буровых долот и повышению эффективности углубления скважин. Научная статья. Известия вузов. Нефть и газ, 2007.
- 26 Беликов В.Г., Посташ С.А. Рациональная отработка и износостойкость шарошечных долот. – М.: Недра, 1972.
- 27 Калинин А.Г., Литвиненко В.С., Радин А.И. Основы бурения нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие, 1996.
- 28 Булатов А.И., Аветисов А.Г. Справочник инженера по бурению. –М.: Недра, 1993-1996.
- 29 Анурьев В.И.Справочник конструктора- машиностроителя. –5-е издание.- М.: Недра, 1968.
- 30 Колотилин Б.А. Экономическое обоснование инвестиционного проекта на буровом предприятии. Методические указания. СамГТУ, 2000.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Дауысова Диана

Название: 1 Диплом Дауысовой Д.rtf

Координатор: Сейтжан Заурбеков

Коэффициент подобия 1: 3,5

Коэффициент подобия 2: 2,7

Замена букв: 64

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

.....
Дата

.....
Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Дауысова Диана

Название: 1 Диплом Дауысовой Д.rtf

Координатор: Сейтжан Заурбеков

Коэффициент подобия 1:3,5

Коэффициент подобия 2:2,7

Замена букв:64

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....

.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения