3. Щенятский А. В. Исследование распределения контактного давления в соединениях с гарантированным натягом с гальваническим покрытием // Вестн. машиностроения. – 1993. – № 11. – С. 8–10.
4. Гаффанов Р. Ф., Щенятский А. В. Математическое моделирование термической сборки соединений с натягом // Интеллектуальные системы в производстве. – 2008. – № 2. – С. 55–59.
5. Кулиш Е. В., Турыгин Ю. В. Разработка методики расчета прессовых полисоединений // Вестн. машиностроения. – 2007. – № 9. – С. 9–11.
6. Кулиш Е. В., Турыгин Ю. В., Мага Д. Решение контактной задачи прессовых полисоединений // Сборка в машиностроении и приборостроении. – 2008. – № 1. – С. 33–41.
7. Кабакова А. В. Развитие интегрированного метода оценки нагрузочной способности соединений с натягом : автореф. дис. … канд. техн. наук : спец. 05.02.02 “Машиноведение, системы приводов и детали машин”. – Ижевск, 2008. – 20 с.
8. Исследование напряженно-деформированного состояния при запрессовке твердосплавных элементов вооружения шарошки бурового долота / Р. М. Богомолов, Л. В. Морозов, Н. В. Носов та ін. //Вестн. Самар. гос. техн. ун-та. – 2005. – № 39. – С. 98–103.
9. Корнута В.А, Даляк Т. М. Моделювання напружено-деформованого стану з’єднання корпус (шарошка) – твердосплавна вставка контактом двох гладких циліндрів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2009. – № 1 (30). – С. 48–53.
10. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The Finite Element Method Volume 1: The Basis. – [5 ed.] – Oxford : Butterworth - Heinemann, 2000. – 694 p.
11. Морозов Е. М., Никишков Г. П. Метод конечных элементов в механике разрушения. – М. : Наука, 1980. – 254 с.
12. Берникер Е. И. Посадки с натягом в машиностроении. – М. ; Л. : Машиностроение, 1966. – 166 с.
13. Совершенствование методов технологического обеспечения качества изготовления шарошечных долот : Отчет о НИР (промежут.) : 58 / ВНИИБТ . – М., 1980. – 134 с.
14. Крылов К. А., Стрельцова О. А. Повышение эффективности и долго–вечности буровых долот. – М. : Недра, 1983. – 206 с.
15. Матлин М. М. Исследование трения в соединениях с натягом : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.02.04 – Волгоград, 1981. – 18 с.
16. Гречищев Е. С., Ильяшенко А. А. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. – М. : Машиностроение, 1981. – 248 с.

Надійшла 16.06.10

УДК 622.24

А. О. Ігнатов, С. Ю. Андрусенко

Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ, Україна

ЛАНЦЮГОВИЙ ПІДХІД ДО ПРОЕКТУВАННЯ БУРОВИХ ДОЛІТ

A construction and principle of action of disk drill bits is considered.

Вступ. При безкерновому бурінні значно підвищується рейсова швидкість (інструмент підіймають лише для зміни зношеного долота), а також, в деяких випадках, збільшується і механічна швидкість буріння. Тому, при детальній розвідці родовищ корисних копалин, коли геологічний розріз району досліджено вивчено, і свердловини споруджуються лише для

вивчення шару корисної копалини. Доцільно використовувати безкернове буріння долотами (в переважній більшості лопатеві та шарошкові) [1,2].

При бурінні свердловин застосовують лопатеві долота різально-сколюючого і різально-стирального типів. До першого різновиду належать дво- (2Л) і трилопатеві (3Л) долота, а до другого трилопатеві (3ИР) і шестилопатеві (6ИР), а також долота Інституту надтвердих матеріалів (м. Київ) "ІНМ", які армовані вставками з надтвердого матеріалу "Славутич".

Шарошкові долота складаються з лап, на цапфах яких розташовані шарошки з озброєнням (зубцями). Усередині шарошок розташовані підшипники. Цапфа і підшипник утворять опору долота. Озброєння – сталеві зубці, твердосплавні вставки або їх комбінація.

Опора шарошок – найбільш відповідальний вузол шарошкових доліт, стійкість якого найчастіше визначає термін роботи доліт в цілому. Опора сприймає радіальні і осьові навантаження (по відношенню до цапфи). За абсолютним значенням радіальні навантаження перевершують осьові. Останні сприймаються опорою шарошок і діють як від центру долота до периферії, так і від периферії до центру.

Опора шарошок залежно від типорозміру доліт, конструюється з різних поєднань кулькових (К) і роликових (Р) підшипників кочення і підшипників ковзання (ПК). При будь-якому поєднанні кульковий замковий підшипник, який фіксує положення шарошки на цапфі, сприймає двосторонні осьові і радіальні навантаження. У кулькового підшипника невелика контактна поверхня, унаслідок чого питомі навантаження великі. Це сприяє зношуванню підшипника.

Роликовий підшипник, маючи велику контактну поверхню, по вантажопідйомності перевершує кульковий, але він сприймає тільки радіальні навантаження і часто менш надійний в роботі при високооборотному бурінні. Найбільшою вантажопідємністю по радіальних навантаженнях володіє підшипник ковзання, що надійно працює при обмежених окружних швидкостях і частотах обертання [3].

Подальше вдосконалення шарошкових доліт здійснюється по трьом основним напрямам:

1) підвищення міцності і зносостійкості матеріалів;

2) поліпшення конструкції основних вузлів, точності їх виготовлення з метою збільшення надійності, довговічності і ефективності руйнування гірської породи та очищення вибою від зруйнованої породи;

3) вдосконалення способу доставки на вибій.

Перші два напрями відносяться до опори, форми і матеріалу породоруйнуючих елементів, а також промивці доліт. Ведеться пошук більш зносостійких композиційних матеріалів для підшипників ковзання; розробляється система герметизації і мастила опор; розробляються долота з розвантаженою опорою; удосконалюється система промивки і форма зуба; оптимізується величина нахилу зубів [4].

З метою усунення зазначених вище недоліків та збільшення строку служби шарошкових доліт, були розроблені та в даний час випускаються дискові долота. Ці долота містять лапи та два змонтованих на вісі за допомогою підшипника качіння (які зміщені по відношенню один до одного) диска з породоруюнуючими елементами [5].

Дискові долота фрезерного типу мають наступні переваги перед звичайними шарошковими долотами:

1. Діаметри опор шарошок долота в 2-3 рази більші ніж в існуючих серійних конструкціях, що дозволяє збільшити проходку на долото.

2. Диски мають найбільшу контактуючу поверхню із вибоєм завдяки зсуву осей щодо центру свердловини, що збільшує питомі навантаження на ріжучі елементи і підвищує механічну швидкість буріння.

3. Дискова форма шарошок дозволяє розмістити могутніше твердосплавне штирьове озброєння, що збільшує проходку на долото.

4. Завдяки напівсферичній формі забою виключається вібрація доліт, що приводить до зменшення зносу їх опор.

5. Диски доліт обертаються навколо своєї осі з числом оборотів, у декілька разів меншим числа оборотів шарошок звичайних доліт, і знос опор дискових доліт відбувається повільніше, ніж знос опор серійних доліт, що дозволяє збільшити їх працездатність.

Разом зі значними перевагами дискових доліт, їх конструкції притаманний суттєвий недолік – недостатньо велика робоча поверхня дисків, що впливає на час роботи долота на вибої свердловини.

Метою роботи є обґрунтування принципово нового підходу до проектування породоруйнуючого інструменту, що дозволить найбільш ефективно використовувати переваги конструкції дискових доліт.

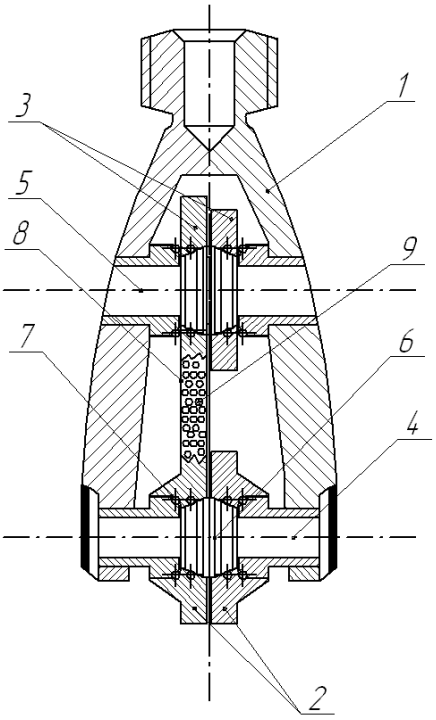

Рис.1 Схема бурового дискового долота

Основний матеріал. З метою вирішення вказаної задачі на кафедрі техніки розвідки РКК було розроблено конструкцію бурового дискового долота [6], в якому принципово інше конструктивне виконання робочого органу забезпечує: непостійний контакт породоруйнуючих елементів з породою; більш повне перекриття вибою свердловини; більш ефективний механізм руйнування порід, а саме, сколювання; подовження строку дії долота на вибої; створює умови для реалізації підвищення інтенсивності ведення бурових робіт і за рахунок цього сприяє підвищенню проходки на долото, механічної та рейсової швидкості буріння; знижує потужність, що витрачається на буріння, амортизацію бурового верстата і бурильних труб.

Бурове долото (рис. 1), що включає диски одного діаметру на вісі, що закріплена нерухомо в нижній частині лап, відрізняється тим, що має додаткові диски різних діаметрів на спільній вісі, що закріплена нерухомо відповідно над дисками в верхній частині лап, а також – зубчатий ланцюг, що є руйнівним елементом, що з'єднує відповідно додаткові верхні та диски у нижній частині лап [7]. При тому, диски та додаткові диски посаджено на вісі зі змогою обертання.

На рис. 1. наведена загальна схема бурового дискового долота. Пристрій працює наступним чином: при вторгненні долота в гірську породу ланцюги 8, на зовнішній поверхні, яких розташовані зубки 9, здійснюють руйнування породи. Ланцюги кінематично пов'язані з дисками 2 та допоміжними дисками 3, що насадженні на вісь та допоміжну вісь 5, 6, за допомогою двох'ярусних підшипників кочіння 6. Диски та допоміжні диски мають можливість обертатися.

Завдяки замкової втулки 7 диски та допоміжні диски не мають можливості горизонтального переміщення по вісі та допоміжній вісі 3, 4. Диски обертаються за рахунок наявності сил реакції стінок та вибою свердловини. Наявність дисків 2 та допоміжних 3, обумовлена необхідністю створення значно більшої, у порівнянні зі звичайним дисковим долотом, робочої поверхні. Крім того в процесі роботи, завдяки різності діаметрів допоміжних дисків 3 їх швидкість обертання нерівномірна, що позитивно впливає на вибійні процеси руйнування гірської породи та створює умови для реалізації найбільш ефективного процесу руйнування. Контакт кожного зубка 9 із вибоєм та стінками свердловини носить прирівчастий характер, що покращує умови очистки вибою свердловини та самого інструменту, а також покращує процес охолодження породоруйнуючих зубків.

Крім того долото може бути використане багато разів завдяки можливості зміни його робочих органів – ланцюгів. В результаті впровадження винаходу очікується підвищення техніко-економічних показників на 90-110 %. Досягається більш рівномірне навантаження на зубки, що сприяє вирівнюванню їх зносу. Очищення та охолодження породоруйнуючих еле-

ментів долота відбувається за рахунок безпосередньої подачі промивальної рідини на ланцюг 8, через промивні канали. Промивні канали можуть бути оснащенні спеціальними насадками, що дозволяють значно підвищити енергію струменю промивної рідини.

Недоліками такого долота є недостатня величина, що впливає на час роботи долота на вибої свердловини.

В основу наступної розробки було поставлено задачу удосконалення бурового дискового ланцюгового долота в напрямку збільшення робочої поверхні та більш повного перекриття вибою свердловини [8].

Задача вирішується тим, що бурове долото, яке включає чотири диски одного діаметру, розташовані на вісі, що закріплена нерухомо в нижній частині лап, дві пари додаткових дисків різних діаметрів на спільній вісі, що закріплена нерухомо відповідно над дисками в верхній частині лап, а також – зубчаті ланцюги, що є руйнівними елементами та з'єднує відповідно додаткові верхні та диски у нижній частині лап, при тому, диски та додаткові диски посаджено на вісі зі змогою обертання. На рис. 2. наведена загальна схема бурового долота зі збільшеною робочою поверхнею, де 1 – лапи, 2 – диски, 3, 4 – пари допоміжних дисків різного діаметру, що змонтовані ні вісі 5 та допоміжній вісі 6. Диски 2 та пари допоміжних дисків 3, 4 закріплено нерухомо в лапах 1 за допомогою дворядних підшипників качіння – 7 та замкових втулок – 8. Ланцюги 9 оснащені зубками 10 і кінематично пов'язані з дисками 2 та двома парами допоміжних дисків 3, 4. Для вирішення зазначеної задачі по вдосконаленню конструкції, перший та четвертий допоміжні диски мають більший, але однаковий зовнішній діаметр у порівнянні з другим та третім, рівними по зовнішньому діаметру, допоміжними дисками. Руйнування породи відбувається за схемою, що описана вище.

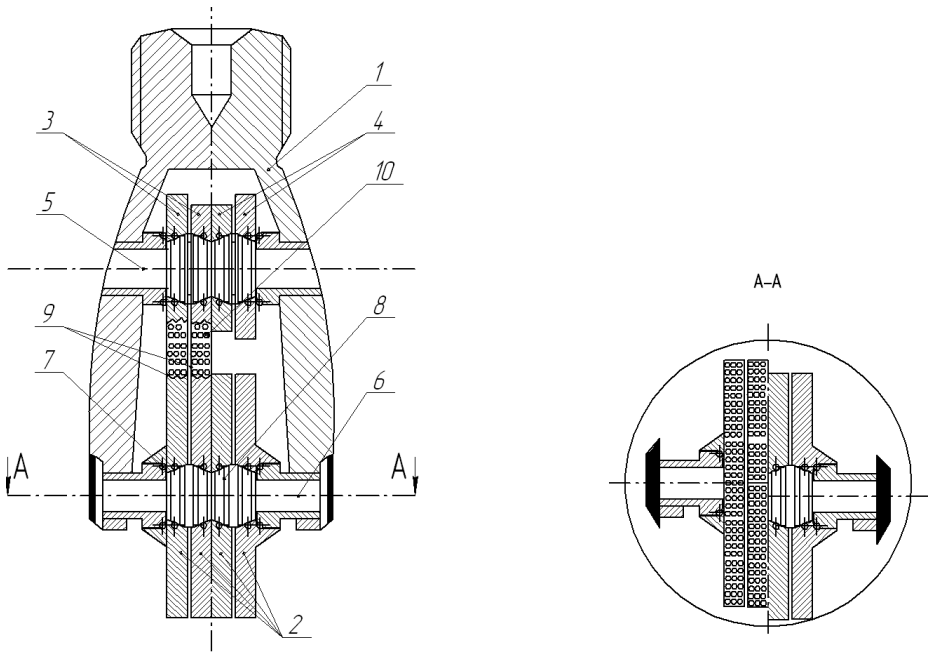

Рис.2 Схема бурового дискового долота зі збільшеною робочою поверхнею

Запропонований і розглянутий підхід може бути застосований і до проектування бурильних голівок.

Бурильні голівки окрім розбурювання забою свердловини і калібрування її стінок повинні також формувати в центрі забою стовпчик породи - керн і запобігати в процесі буріння будь-яким його ушкодженням як зразка, що служить джерелом інформації про властивості породи, що буриться.

Шарошкові бурильні голівки по своїх специфічних особливостях цілком підходять до виконання перших двох функцій. Як усі шарошкові інструменти, вони ефективно руйнують гірські породи широкого діапазону буримості, твердості і абразивності. До виконання ж третьої і четвертою функцій шарошкові бурильні голівки пристосовані, мабуть, у меншій мірі, чим бурильні голівки інших видів.

При проектуванні бурильної голівки в першу чергу необхідно максимізувати внутрішній діаметр шляхом зменшення її товщини. У разі розробки шарошкової бурильної голівки цього досягти важче, ніж при конструюванні бурильної голівки будь-якого іншого виду.

Шарошки, крім того, що вони займають значний об'єм і важко піддаються зменшенню габаритних розмірів без значного зниження їх міцності і надійності, працюють, як правило, в режимі продольних і поперечних вібрацій, поштовхів, передають керну знакозмінні навантаження і часто зривають і дроблять його, особливо в тріщинуватих, слабозцементованих, рихлих і таких, що перемежаються породах.

Одним зі шляхів вирішення проблеми збільшення строку роботи долота та зменшення габаритних розмірів шарошок, є їх заміна на диски менших розмірів і застосування в якості породоруйнуючих органів зубчастих ланцюгів (рис. 3).

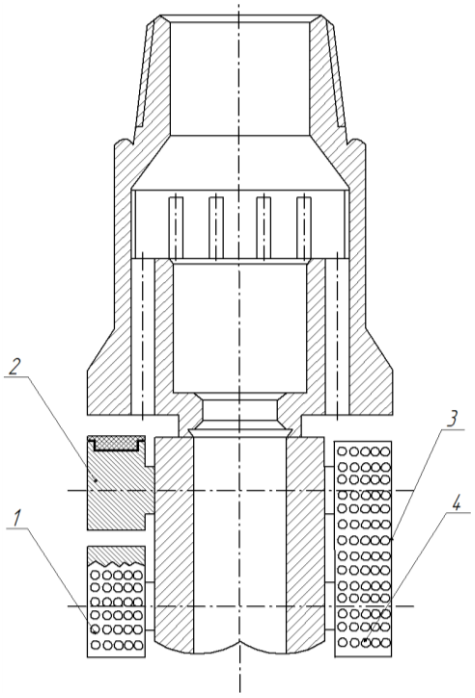

Рис.3 Схема ланцюгової бурильної головки

За для цього у відомій конструкції шестишарошкової бурильної голівки циліндрові шарошки замінено на диски 1, і крім того над кожним з дисків на одній осьовій лінії у верхній частині корпусу розміщуються додаткові диски 2.

Зубчасті ланцюги 3 із зубками 4, що є породоуйнуючими елементами, сполучають в кінематичну систему нижні диски 1 і диски 2 у верхній частині корпусу. Необхідною умовою роботи голівки за запропонованою схемою є можливість обертання пар дисків. Механізм руйнування породи на вибої свердловини є ідентичним описаному для дискових ланцюгових доліт.

Висновки

1. Технічний результат розроблених породоруйнуючих інструментів полягає в тому, що руйнування породи при бурінні відбувається ланцюгом, який знаходиться в зубчатому зачеплені з дисками та на якому містяться породоруйнуючі елементи – зубки. Завдяки збільшенню робочої поверхні долота за рахунок наявності ланцюга з зубками значно підвищується проходка на долото. В процесі роботи завдяки нерівномірності руху ланцюгів, що пов’язано з їх різними довжинами, створюються кращі умови руйнування породи на вибої за рахунок сколювання.
2. Запропоновані конструкції бурових ланцюгових доліт дозволяють значно більше перекривати площу вибою свердловини, крім того вони можуть бути використані багато разів завдяки можливості зміни їх робочих органів – ланцюгів.
3. В результаті впровадження винаходів очікується підвищення техніко-економічних показників на 90-110 %.

Література

1. Сулакшин С.С Практическое руководство по геологоразведочному бурению. – М.: Недра, 1978.-333 с.
2. Пути повышения эффективности геологоразведочного бурения / П.И. Букреев, С.И Голиков, В.А. Кудря, А.Л. Лапин, И.П. Мельничук. – М.: Недра, 1989.-158 с.

3. Иогансен К.В. Спутник буровика. – М. Недра, 1986. – 294 с.
4. Масленников И.К., Матвеев Г.И. Инструмент для бурения скважин. – М., Недра, 1981. – 335 с.
5. Борисович В.Т., Михин В.Н. Долота различных типов // Итоги науки и техники. Техника геологоразведочных работ. ВИНИТИ. – 1981.-т. 11. с. 66-85.
6. Давиденко О.М., Ігнатов А.О., Андрусенко С.Ю. Дискове ланцюгове долото // Науковий вісник НГУ. - 2009. – № 7. – С. 21-22.
7. Пат. 46041 Україна, МПК Е 21 В 10/46. Бурове долото / Ігнатов А.О., Андрусенко С.Ю. № u200905218; Заявлено 25.05.2009; Опубл. 10.12.2009; Бюл. № 23. - 2 с.
8. Андрусенко С.Ю. Обґрунтування конструктивних параметрів дискових ланцюгових доліт// Мат. І Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених "Трансфер технологій: Від ідеї до прибутку". Дніпрпетровськ, НГУ. - 2010. – С. 19–21.

Надійшла 16.06.10

УДК 622.243.272

М. П. Олексюк, А. Р. Юрич, А. І. Різничук

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОН АНОМАЛЬНО ВИСОКОГО ПЛАСТОВОГО ТИСКУ МЕТОДОМ D-ЕКСПОНЕНТИ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН З ВИКОРИСТАННЯМ ЕОМ

The article describes the nature of d-exponent method and manner of its implementation on a computer to select the areas AHPP in real time directly to wells deepening.

Серед можливих ускладнень у процесі буріння свердловини особливо вирізняються флюїдопроявлення (ФП), оскільки вони можуть призвести до відкритого фонтанування, що спричинює: великі матеріальні та технічні для ліквідації фонтанування, руйнування бурового обладнання та інструменту, забруднення навколишнього природного середовища й навіть загибель людей; нерегульоване відбирання флюїду з пласта в екстремальних режимах, що може призвести до порушення стану надр і покладів, втрати цінної сировини (нафти, газу), а іноді й родовища загалом.

Надійність попередження ФП залежить насамперед від достовірності інформації про глибину залягання пластів з аномально високим пластовим тиском (АВПТ). Гірничо-геологічні характеристики гірських порід по розрізу свердловини належать до статистичних, імовірних даних, що характеризуються дисперсією за певного ступеня надійності. Точність цих характеристик знижується з збільшенням глибини свердловини і залежить від стану вивчення площі.

Для попередження ФП потрібні такі заходи [1, 2]: вирізнення зон АВПТ і прогнозування пластового тиску, у тому числі у процесі буріння; раннє виявлення ФП з використанням сучасних методів, технічних засобів і технологічних прийомів; розроблення конструкції свердловини, що забезпечить ефективне глушіння ФП; оснащення бурової установки ефективним противикидним обладнанням; розроблення раціональних методик глушіння ФП, що запобігає створенню високого тиску у свердловині; підвищення точності розрахунку вибійного тиску у свердловині при різних технологічних операціях (механічному бурінні, СПО, простоях тощо).

У разі вжиття зазначених заходів ліквідація ФП (що виникають за певних умов) набирає характеру звичайної, хоча й небажаної технологічної операції. У цьому зв'язку надзвичайно важливо є попереджувати ФП при бурінні свердловин.

Попередження ФП забезпечується за відомих характеристик пластів з АВПТ по розрізу свердловини, а також відповідних умов їх розкриття. Достовірна або близька до достовір-