

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра техніки розвідки родовищ корисних копалин

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня магістра

студента Федоренко Максим Віталійович

академічної групи 184М-17-1 ГРФ

спеціальності 184 «Гірництво»

спеціалізації за освітньо-професійною програмою
«Буріння свердловин»

на тему "Розробка технологій шарошкового термомеханічного буріння вибухових свердловин"

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Судаков А.К.			
розділів:				
Охорона праці	Безщасний О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Судаков А.К.			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувач кафедри техніки розвідки родовищ корисних копалин
д.т.н. проф. Давиденко О.М.

_____ (дата)

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня магістра**

студенту Федоренко Максима Віталійовича академічної групи 184м-17-1 ГРФ

спеціальності **184 «Гірництво»**

спеціалізації за освітньо-професійною програмою «**Буріння свердловин**»

на тему: «Розробка технологій шарошкового термомеханічного буріння вибухових свердловин».

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від 23.11.2018 №1987-л

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
1	Обґрунтування термомеханічного руйнування гірських порід	15.09.2018
2	Аналіз технологічних і конструкційних рішень термомеханічного буріння свердловин	01.10.2018
3	Розробка вибійного термомеханічного інструменту	01.11.2018
4	Аналітичні дослідження технології буріння	15.11.2018
5	Дослідження економічної ефективності впровадженої технології	01.12.2018
6,7	Охорона праці. Охорона довкілля	10.12.2018

Завдання видано

_____ А.К. Судаков

(підпис)

Дата видачі завдання:

01.10.2018 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

10.12.2018 р.

Прийнято до виконання

_____ М.В. Федоренко

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 53 с., 16 рис., 9 таблиць., 15 джерел.

Об'єкт розробки : додаткове руйнування гірської породи із застосуванням НВЧ енергії.

Мета дипломної роботи : Зменшення енергоємності процесу буріння, зниження вартості 1 м буріння, збільшення швидкості буріння і проходки на породоруйнуючий інструмент (ПРІ).

У вступній частині зроблено аналіз існуючих способів термомеханічного (ТМ) буріння. Обгрунтована актуальність розвитку ТМ буріння, показані недоліки і нездатність прогресу традиційних способів буріння.

У технічній частині роботи розроблена конструкція вибірного механізму для руйнування гірських порід із застосуванням НВЧ енергії.

Новизна роботи полягає в тому, що на відміну від інших раніше розроблених винаходів, пристрій є механізмом що працює на вибої свердловини і не вимагає підведення енергії з поверхні.

У розділі охорони праці обгрунтовані заходи безпечної роботи при роботі з пристроєм і при бурінні в цілому.

У економічній частині приведений розрахунок економічної ефективності від впровадження буріння із застосуванням НВЧ енергії.

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Обґрунтування ТМ руйнування гірських порід.	7
1.1. Розвиток нових способів буріння.	7
1.2. Передумови освоєння ТМ способу буріння.	8
1.2.1. Гірничо - геологічні передумови.	8
1.2.2. Енергетичні передумови.	12
1.2.3. Зміна міцнісних характеристик гірських порід в температурних полях.	14
1.3. Методи руйнування.	15
Висновки. Мета і завдання.	17
Розділ 2. Аналіз технологічних і конструкційних рішень вживаних при ТМ буріння свердловин	18
2.1. Класифікація ТМ буріння гірських порід.	18
2.2. Аналіз ТМ буріння гірських порід.	22
2.2.1. Буріння гірських порід різанням	22
2.2.2. Електротермомеханічне буріння гірських порід.	23
2.2.3. ТМ буріння гірських порід з нагрівом їх тертям інструментом об вибій свердловини.	24
2.2.4. Високочастотне буріння гірських порід.	25
2.2.5. Буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії.	26
Висновки	30
Розділ 3. Обґрунтування і розробка вибійного інструменту ТМ буріння.	31
3.1. Сфера застосування.	31
3.2. Розробка снаряда.	31
3.2.1. Вибір і обґрунтування породоруйнуючого інструменту.	31
3.2.2. Вибір і обґрунтування робочого органу снаряда.	35
3.2.3. Обґрунтування способу підведення енергії.	36
3.2.4. Розрахунок мультиплікатора.	36
3.3. Компановка і принцип дії вибійного снаряда.	41
Розділ 4. Технологія ТМ буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії. Аналітичні дослідження.	42
4.1. Технологія буріння.	42
4.2. Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень технології.	43
Висновки.	44
Розділ 5. Економічна ефективність впровадженої технології буріння свердловин із застосуванням запропонованої технології.	45
5.1. Критерії економічної ефективності.	45
5.2. Оцінка економічної ефективності від впровадження запропонова-	

ної технології.	45
Розділ 6. Техніка безпеки.	48
6.1. Загальні стани.	48
6.2. Буріння спускопідіймальні операції	48
6.3. Електробезпека	49
6.4. Аварійні роботи	49
6.5. Протипожежні роботи	49
6.6. Промислова санітарія.	50
Розділ 7. Охорона довкілля	51
Загальні висновки.	52
Література.	53

ВСТУП

Колонкове геологорозвідувальне буріння широко застосовується при розвідці родовищ корисних копалини. Традиційно вживані алмазні і твердосплавні бурові коронки і долота практично вичерпали можливості подальшого прогресу в області вдосконалення технології буріння, досягнувши певної межі ефективності. Тільки 4 - 6 % споживаною короною потужності йде на руйнування гірської породи, а основна частина розсіюється у вигляді теплоти. Існують рекомендації що до розвитку термомеханічного колонкового буріння, одного з нових способів руйнування гірських порід.

Розвиток існуючих і розробка нових методів руйнування гірських порід йдуть головним чином шляхом вдосконалення засобів дії на породи і мають своїй на меті збільшення об'ємної швидкості відділення матеріалу від масиву за рахунок збільшення концентрації енергії на руйнованій поверхні, з одного боку, і зниження енергоємності процесу руйнування в результаті оптимізації режимів роботи або використання нових фізичних ефектів з іншою. Нині конструкцій породоруйнівних органів і режими їх роботи доведені майже до такого стану, що руйнування гірських порід здійснюється з мінімальними енерговитратами відповідно до способу руйнування при максимально високій концентрації енергії на вибої.

Розвиток нових методів руйнування зв'язується з використанням різних видів енергії при дії на гірські породи (високочастотних і надвисокочастотних електричних і електромагнітних полів, висококонцентрованих потоків електронів і фотонів і ін.), а також із зміною самого механізму руйнування (плавленням, випаром, розчиненням та ін.). Проте, незважаючи на це, енергоємність процесу відділення матеріалу від масиву досить висока.

У зв'язку з цим значний інтерес представляє дослідження способів попереднього зниження енергоємності процесу руйнування за рахунок цілеспрямованої зміни властивостей самої породи і в першу чергу властивостей, що найбільш істотно впливають на цей процес, міцності і опірності руйнуванню і т. д.

Ця дипломна робота написана на тему: "Розробка технологій і технічних засобів шарошечного термомеханічного буріння вибухових свердловин діаметром 215,9 мм із застосуванням НВЧ - енергії". І була виконана на кафедрі "Буріння", Національного гірського університету.

Розділ 1 Обґрунтування ТМ руйнування гірської породи

1.1 Розвиток нових способів буріння

У 60 - е роки в СРСР, США, Франції, Канаді і інших країнах початі роботи із створення технічних засобів термомеханічного (ТМ) руйнування гірських порід. Створені і випробовувалися дослідні зразки породоруйнівних органів для дослідження ефективності технологічного процесу теплової і механічної дії.

Однією з перших технічних пропозицій по термомеханічній дії на гірські породи було зроблено Б.И.Воздвиженським і А.К.Кузнецовим [12] ще в 1935 р.. Однією з перших в області колонкового буріння є робота Н.А. Ключко і Л.А.Шрейнера. Вони встановили, що кварцити, роговики, кварцеві піщаники, скарни, граніти і інші породи можна бурити ТМ способом із швидкістю 2 - 5 см/хв, що значно вище за швидкість буріння дробом. Ефективність процесу визначається поєднанням параметрів режиму буріння, що забезпечують оптимальну температуру на вибої свердловини. Підвищення температури понад оптимальну призводить до сильного збільшення пластичності поверхневого шару, що утрудняє механічне руйнування і видалення шламу, внаслідок чого швидкість буріння зменшується.

У 1960г. Харківським авіаційним інститутом спільно з інститутом "Гіп-рорудмаш" був створений досвідчений верстат ТМ буріння призначений для буріння свердловин у вічномерзлих грунтах, в робочому органі якого для нагріву застосований спеціальний елемент хімічний реактивний пальник [13]. Експлуатація агрегату в промислових умовах показала істотні переваги ТМ способу руйнування мерзлих грунтів і виявила можливість бурення свердловин завглибшки 10 - 14 м за 15 - 30 хв замість 1 зміни при використанні верстатів, що застосовувалися раніше, ударно - канатного буріння.

Відомі спроби виробляти не нагрів, а локальне охолодження гірських порід з метою зниження їх опірності руйнуванню. Встановлено, що при достатній інтенсивності теплообміну на вибої відбувається помітне збільшення швидкості термомеханічного буріння, яка в лабораторних умовах приблизно в два рази перевищила швидкість буріння механічним способом.

У ВІТРі і ІГД им. А.А. Скочинского запропонували конструкцію пристрою, в якому руйнування вибою передбачалося здійснювати одночасним дією механічного органу і електромагнітним полем.

У 1964 – 1965 рр. у ІГТМ АН УРСР, а пізніше і в НІГРІ МЧМ УРСР виконані дослідження моделей електротермомеханічних (ЕТМ) породоруйнівних елементів, що складаються з системи клинових роликів, що вільно обертаються. Для нагріву гірських порід застосовувався струм промислової частоти, який підводився до вибою безпосередньо через породоразрушаючий інструмент (ролики) від спеціального джерела. Встановлено, що за інших рівних умов ефективність руйнування при підводі електричної енергії до вибою збільшується і тим сильніше, чим більш електропровідна порода і потужність, що більше поглинається нею. Ефективність електротермомеханічного способу перевищувала ефективність руйнування механічним способом в 10 - 20 разів. У Дніпропет-

ровському і Ленінградському гірських інститутах виконані роботи по вивченню можливості застосування ВЧ - установок для попереднього відтавання мерзлих ґрунтів з метою забезпечення цілорічної роботи потужних вскрішних комплексів, риття траншей і рішення інших практичних завдань [13].

Можливості зміни конструкцій механічного породоруйнуючого інструменту, що передбачають зменшення їх габаритів при відповідному збільшенні питомих навантажень, як відомо, обмежені. Значно великі резерви в цьому відношенні мають засоби теплової дії. Якщо раніше ТМ органи створювалися головним чином на основі використання хімічних реактивних пальників, то пізніше уся більша увага приділялася вивченню можливостей використання малогабаритних, але досить потужних засобів теплової дії, наприклад, плазмових пальників, а також засобів передачі енергії від зовнішніх джерел, не пов'язаних з обмеженими габаритами свердловин (хвилеводів, НВЧ - генераторів, світлопроводів оптичних, електричних генераторів та ін.). У зв'язку з цим вивчалася можливість використання як засоби теплової дії при ТМ руйнуванні гірських порід потужних світлових пучків, сфокусованих електронних променів, мікрохвильового НВЧ випромінювання, плазмових струменів, перегрітої водяної пари та ін., у тому числі компонентів з негативними температурами. Таким чином, роботи в області бурових засобів, робочих органів гірських машин включають усі новітні досягнення науки по розробці засобів дії на гірські породи, у тому числі при видобутку корисних копалин [13].

Розробка термомеханічних способів буріння викликала необхідність застосування додаткових допоміжних технічних коштів для реалізації нових технологій. Довелося використовувати спеціальні і складніші бурильні труби, дорогі термостійкі матеріали, значно збільшилася витрата енергоносіїв. В більшості випадків енергоємність буріння зростає

1.2 Передумови освоєння термомеханічного буріння

1.2.1 Гірничо - геологічні передумови

Широкий спектр гірничо - геологічних умов буріння і достатня вибірковість термомеханічного способу руйнування до властивостей гірських порід дозволяє виділити регіони раціонального застосування і прогнозувати розподіл об'ємів цього способу буріння. Вибірковість способу

ТМ - буріння до властивостей гірських порід приведена в табл. 1. Для вивчення перспектив освоєння термомеханічного колонкового буріння був проведений аналіз геологічної будови надр колишнього СРСР [8] з метою побудови перманентного геологічного розрізу по найважливіших геологічних структурах. На основі тектонічної карти масштабу 1:17000000 виділено 64 тектонічних структури, в якій за даними різних джерел (регіональні розрізи, опорні свердловини) складено і узагальнено 92 схематичні розрізи на глибину до 1 км. Склад гірських порід в геологічних розрізах по структурних елементах приведений в таблицю 1.2.

Таблиця 1.1 - Вибірковість способу ТМ - буріння за властивостями парних порід

Гірська порода	Категорія буримості	Кофф. тертя	Температура плавлення, °С	Кэфф. температуропроводимости, м ² /с	Застосування ТМ-буріння
Граніти	X	0,45	1200 - 1400	9,62	+
Гнейси	IX	0,40	1400	7,32	+
Крист. сланці	VII - VIII	0,28	1400	9,46	+
Базальти	IX - X	0,30	1150	6,29	+
Андезити	VIII - IX	-	1300	6,31	+
Туфи	VII - VIII	0,36	1100	10,94	+
Піщаники	VII - VIII	0,47 - 0,39	1650	9,58	+
Гл. сланці	V - VI	0,15 - 0,25	1400	7,84	+
Алевроліти	V - VI	-	1400	10,4	- +
Аргіліти	VII	-	1400	7,84	- +
Вапняки	V - VI	0,40	2600	10,27	-
Доломіти	V - VI	0,25 - 0,40	2600	12,44	- +

Таблиця 1.2 - Состав горных пород в геологических разрезах глубиной 1000м по основным структурным элементам и регионам СНГ.

Щити	Антеклізи	Синеклізи	Плити	Прогини	Підняття	Масиви і склад. Области
Структурні елементи і регіони (номери до схеми)						
1. Балтійський, Кольський п - ов 1.1. Північна 1.2. Центральна частина, Карелія 1.3. Північна частина 1.4. Центральна частина 2. Український 3. Анабарський 4. Алданський	5. Білоруська 5,1. Узбережжя Фінської затоки 5.2. Р - він Ладозького Озера 5.3. Поб. Білого моря 5.4. На північ від Українського щита 6. Вороніжська (КМА) 7. Волго - Уральська	8. Московська 9. Петгорська 10. Прикаспійська 11. Причорноморська 12. Польсько-Литовська 13. Балтійська 14. Тунгуська 15. Вілюйська	16. Західно-сибірська 17. Туранська 17.1. Закаспійська 18. Скіфська 19. Великий Донбас	20. Тургайський 20.1.К Західно-сибірської плиті 20.2.К Тургайської плиті 21. Пясино - Хатангський 22. Коваль 23. Предверхолянський та ін.	30. Катангське 30.1. Західна частина 30.2. Південна 30.2. Північна 30.4. Зблизька Анабарського щита 30.5. Зблизька Алданського щита 30.6. Вост. частина 31. Енісейське 32. Туруханське 33. Вс. Саянськ	34. Колимський 35. Смоленський 36. Охотський 37. Тиман - Канин 38. Байкальська 39. Тува 40. Сівши.Таймир 41. Південь Таймиру та ін. 42 - 64
Склад основних гірських порід						
Граніти гнейси кріст. сланці 80 - 85%	гранує гнейси 50 - 80%	піщаники аргіліти алевроліти 75 - 80% доломіти мергелі та ін. 15 - 20%	піщаники аргіліти вапняки глини 80 - 100% 10	піщаники аргіліти алевроліти вапняки глини 90 - 100% 80 - 100%	піщаники доломіти гнейси вапняки кріст. сланці 80 - 100%	Граніти гнейси кріст. сланці діабазити андезити туфи аргіліти алевроліти вапняки 90 - 100%

Виділені тектонічні структури дозволили скласти схематичну геолого - тектонічну карту (рис. 1.1), на якій представлені:

- області поширення основних груп гірських порід: кристалічних (інтрузивних і метаморфічних), ефузивних, осадових (піщано - глинистих і карбонатних);
- тектонічні структури і регіони з позначенням порід, складових 60 - 70% в геологічних розрізах до глибини 1 км;
- області залягання кристалічного фундаменту поблизу кристалічних щитів, в межах синекліз, антекліз, плит і поднятий на глибинах 0,2 - 0,5 км від денної поверхні.

Маючи дані про геологічну будову даного регіону (табл. 1.2) і про вибірковість нових способів буріння до гірських порід (табл. 1.1) легко визначити сфери можливого застосування будь-якого способу руйнування гірських порід. Наприклад, в районі Українського кристалічного щита (рис. 1.1, елемент 2), геологічний розріз якої до глибини 1 км представлений, в основному, на (80 - 85%) магматичними і, частково (15 - 20%), осадовими породами, де доцільне застосування ТМ - способу буріння по усьому розрізу.



Рисунок 1.1 - Схематична геолого - тектонічна карта.

На основі отриманих даних практично для кожного регіону або великого родовища можна вибрати і обґрунтувати доцільність застосування конкретного чину буріння, встановити склад і фізико - механічні властивості порід, що складають, визначити необхідний тип породоруйнуючого інструменту по інтервалах глибин і навіть намітити перспективу розвитку і економічну ефективність

геологорозвідувальної техніки. Причому, це відноситься не лише до нових, нетрадиційних способів буріння, але і до традиційних: алмазному, твердосплавному і шарошечному. Так, для алмазного буріння ранжирування регіонів по геологічно-технічним умовам на глибину до 1 км дає можливість упорядкувати номенклатурний ряд алмазного породоруйнуючого інструменту, розробити типову технологічну концепцію і вирішувати ряд інших завдань.

Виконані дослідження по ранжируванню геологічних регіонів по тектонічних елементах, умовам застосування, що відповідають, ТМ - способу буріння показують, що колонкове термомеханічне буріння може бути освоєне в більшості розглянутих регіонів.

1.2.2 Енергетичні передумови.

Енергія, що підводиться до породоруйнуючого інструменту, далеко не повністю витрачається на утворення вільної поверхні знову утворюваних часток розбурюваної породи.

Досліджуючи потужність на породоруйнуючому інструменті при обертальному колонковому бурінні, Е.Ф.Епштейн відмічав, що сила, необхідна для зрушення елементів породи при звичайній невеликій товщині стружки, складає близько 10% від повного значення окружної сили, прикладеної до різця, а сила тертя, що виникає на торцевій поверхні різця, складає близько 90% від окружної сили. Сили сколювання породи по бічних гранях і сили тертя бічної поверхні об стінки свердловини і об керн незначні при добре центрованій колонковій трубці ними можна нехтувати [13].

Співробітники УфНІІ - виконано дослідження енергетичного балансу процесу руйнування гірських порід при бурінні двошарошковим мікродолотами діаметром 32 мм в лабораторних умовах усередині калориметричного пристрою із замкнутою циркуляцією промивальної рідини, що дозволило вимірювати кількість тепла, що виділяється в процесі руйнування гірської породи. В результаті досліджень встановлено:

- при руйнуванні гірських порід енергія витрачається на пружні і пластичні деформації породи і елементів пордоразрушаючого інструменту (ПРИ), на подолання тертя, а також на утворення нової поверхні. Енергія, що витрачається на тертя, на пружні деформації, виділяється в процесі буріння у вигляді тепла. Виходячи з цього, корисно витрачена енергія на руйнування породи W_p може бути визначена як різниця між енергією, підведеною до долота W_g і енергією, що виділилася у вигляді тепла W_T

$$W_p = W_g - W_T \quad (1.1)$$

- ККД процесу руйнування гірських порід при бурінні істотно залежить від параметрів режиму буріння і від властивостей розбурюваних порід;
- існують оптимальні швидкості обертання, при яких створюються найбільш ефективні умови руйнування породи. Ці оптимальні швидкості обертання відповідають максимуму коефіцієнта корисної дії процесу руйнування породи;

- при збільшенні навантаження на ПРІ ККД процесу руйнування збільшується;

При дії будь-якого породоруйнуючого інструменту на гірську породу відбуваються пружні коливання системи, передавальної навантаження. При цьому в буровому інструменті акумулюється потенційна енергія, частина якої реалізується у вигляді кінетичної енергії взаємодії породоруйнуючого інструменту з гірською породою, а частина розсіюється внаслідок пружного гістерезису [2,13].

В. С. Владиславлевим і А.У. Яфаровим проведені теоретичний аналіз і експериментальні роботи по дослідженню енергетичного балансу процесу руйнування гірських порід. При бурінні породоразрушаючими інструментами різних типів (алмазними і твердосплавними коронками, долотами шарошковим і різального типу - РХ і 6ДИР) в стендових (у калориметричній касеті) і промислових (при бурінні електробуром) умовах. Дослідження проводилися при заданому рівні потужності, змінюваному навантаженні і частоті обертання породоруйнуючого інструменту. У вказаних роботах дослідження енергетичного балансу процесу руйнування гірських порід при бурінні з постійною потужністю на долото викликане, бажанням підводити постійну зовнішню енергію на різних режимах. У зв'язку з цим зміна одного з компонентів балансу потужності (енергії) в цьому випадку повинно бути пов'язано з перерозподілом інших компонентів. При цьому режим з максимальною механічною швидкістю буде режимом, при якому максимальна частина енергії витрачається на відділення часток гірської породи від масиву. У зв'язку з тим, що загальна енергія, що підводиться, на різних режимах постійна, то, природно, що цей максимум повинен поєднуватися і бути обумовленим мінімумом інших витрат енергії, що визначають невикористані витрати (тепловиділення) і знос інструменту. Запропонований баланс потужності при бурінні має вигляд:

$$N = N_s F + N_o F + N_t F + N_{sc} + N_{oc} + N_{tc} \quad (1.2)$$

де $N_s F$ - потужність витрачається на утворення нової поверхні,

$N_o F$ - потужність витрачається на залишкові зміни,

$N_t F$ - потужність витрачається на тепловиділення в результаті тертя інструменту об породу;

N_{sc} - потужність що витрачається на утворення нової поверхні,

N_{oc} - потужність що витрачається на залишкові зміни,

N_{tc} - потужність що витрачається на тепловиділення в результаті подолання лобового опору породи.

При бурінні алмазним породоразрушаючим інструментом, коефіцієнта тертя, складає лише 40 - 70%, лобовий опір 30 - 60%. Експериментальні дослідження багатоконпонентного балансу потужності, проведені при бурінні в калориметричній касеті, показали, що:

1) від 70 до 98% зовнішньої енергії витрачається на тепловиділення. Причому при бурінні алмазними коронками в тепло перетворюється від 70 до 90 - 95%, а при бурінні твердосплавними і шарошковим долотами від 85 до 98% підведеної енергії;

2) інша частина підведеної енергії витрачається на залишкові зміни внутрішнього стану інструменту і породи (на залишкові зміни в породі 0,5 - 3,0%);

3) енергія утворення нової поверхні породи і інструменту складає величини 5 - го і 6 - го порядку крихти;

4) потужність на тепловиділення (2) істотно і закономірно залежить від параметрів режиму буріння розбурюваних порід, типу породоруйнуючого інструменту і інших чинників;

5) збільшення потужності (енергії), що підводиться до породоруйнуючого інструменту, шляхом збільшення осьового зусилля призводить до скорочення долі невикористаної енергії - тепловиділень, що є результатом перерозподілу енергії пружної пластичної деформації.

1.2.3 Зміна міцнісних характеристик гірських порід в температурних полях

Результати чисельних досліджень зміни міцнісних властивостей гірських порід в температурних полях свідчать про прояв в них явно виражених термодинамічних процесів. Ці процеси мають різний характер залежно від часу і міри нагріву, теплофізичних властивостей гірських порід, мінерального складу та ін. Зміна міцності порід в інтервалі від природної температури до 200 - 600 °С має різний характер залежно від вказаних властивостей. У одних порід відзначається збільшення міцності, у інших вона майже не змінюється. У ряду порід спостерігається деяке зниження міцнісних показників при температурі нагріву до 100 - 160 °С [13].

При 300 °С міцність деяких порід в 2,85; 1,75; 1,05 і 1,5 разу нижче, ніж при кімнатній температурі, а при 500 °С - нижче в 6,7; 4,3; 1,32 і 1,75 разу, відповідно.

Дослідження міцнісних властивостей гірських порід, максимально наближені за умовами до реального температурного режиму, спостережуваного при роботі ТМ коронки. Результати дослідження по деяких гірських породах приведені в табл. 1.3. і на рис. 1.2.

На графіках виразно виділяються ділянки температур з аномальною зміною міцності досліджуваних зразків гірських порід, в діапазоні 200 - 600 °С. Саме в цих областях в гірських породах відбуваються фазові перетворення, що викликають аномальні зміни міцнісних властивостей.

Таким чином, нагріваючи для зниження опірності руйнуванню за рахунок безповоротних перетворень може істотно змінити міцність гірських порід. При створенні породоруйнуючого ТМ - інструменту необхідно враховувати характер зміни властивостей порід для досягнення найбільшого ефекту.

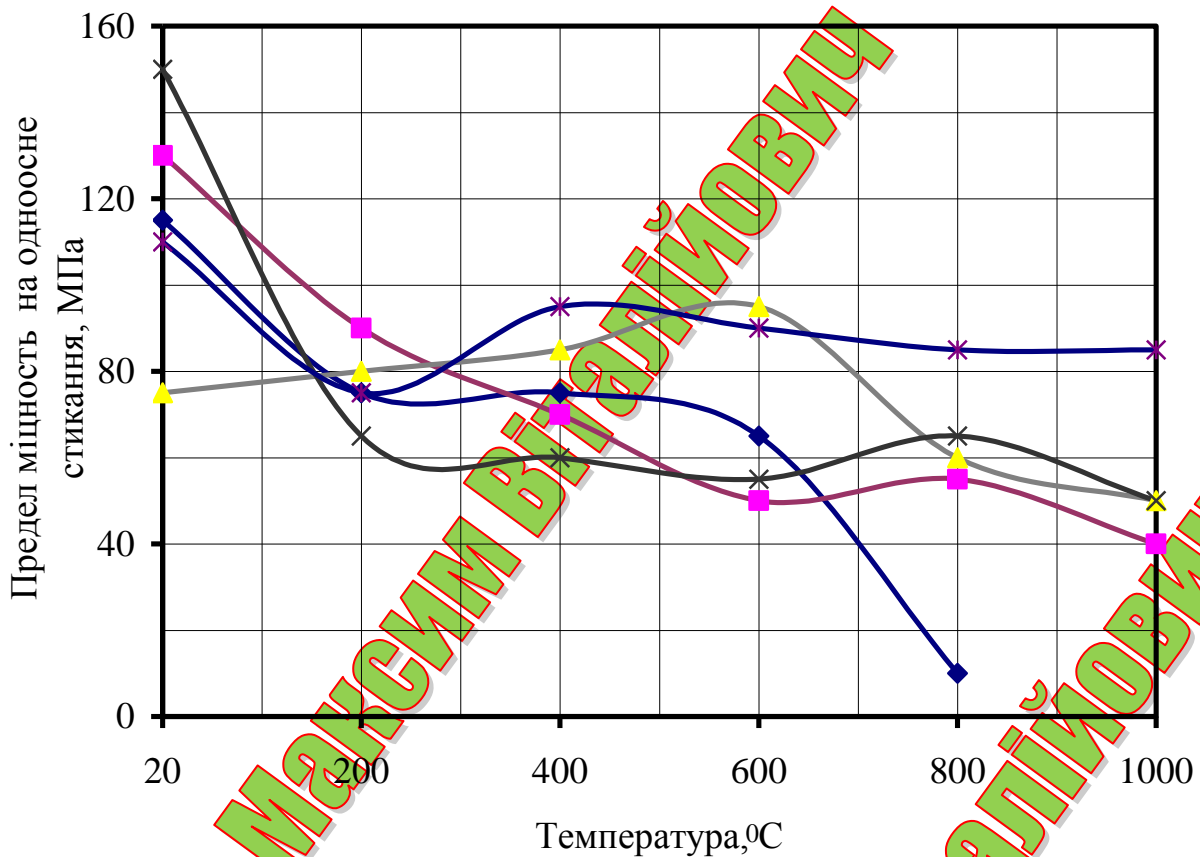


Рисунок 1.2 - Залежність міцності гірських порід від температури

- ◆ 1 Граніт
- 2 Монограніт
- ▲ 3 Туф піщаний
- × 4 Гранодіорит
- * 5 Вапняк

Таблиця 1.3 - Зміна міцності гірських порід, $\sigma_{сж}$, МПа, залежно від температури нагріву (з охолодженням в повітрі/воді) (по Бродову Г. С.).

Гірська порода	Кімнатна температура	473 К (200°C)	673 К (400°C)	873 К (600°C)	1073 К (800°C)	1273 К (1000°C)
Туф піщаний	75,36	84,3	92,69	107,54	64,64	49,42
		75,76	73,88	85,67	52,01	38,97
Туф вулканічний	100,04	80,44	80,24	89,53	12,34	-
Піщаник кварцевий	102,74	75,02	86,92	85,25	68,44	68,88
		74,29	72,02	52,61	13,96	-
Монограніт	125,37	110,74	110,86	92,65	76,87	57,64
		88,05	68,97	38,97	46,99	36,28
Гранодіорит крупнозернистий	131,28	117,01	92,97	61,88	62,36	-
		74,87	75,72	37,17	-	-
Гранодіорит дрібнозернистий	152,34	149,22	134,25	68,99	69,08	62,18
		67,14	59,08	51,79	60,02	51,22

1.3 Методи руйнування.

Умовно способи послаблення можна розділити на декілька класів: вибухові, електродинамічні, термічні, гідравлічні, комбіновані. Ці способи можуть бути використані як для руйнування масиву гірських порід, так і для послаблення його. Існує ряд нових способів дії, які застосовуються тільки для послаблення (руйнування) масивів [2,7,13]. Значне зниження опірності гірських порід механічному руйнуванню може бути досягнуто при тепловій обробці вибою свердловини. У роботі [11] приведена порівняльна оцінка по енергоємності різних способів руйнування гірських порід (таблиця. 1.4).

Таблиця 1.4. Енергоємність різних способів руйнування гірських порід (по Бродову Г. С.).

Спосіб руйнування	Відносний коефіцієнт енергоємності
Термічний	
лазерний промінь	450
плазма	120
електронний промінь	8
Гідравлічні	
низькошвидкісний струмінь води	85
безперервний струмінь високого тиску	45
пульсуючий струмінь високого тиску	1
Механічні	
ультразвук	1,5
конічна шарошка	0,7
потужний механічний удар	0,5
спрямований удар середньої потужності і швидкості	0,2
потужний високошвидкісний спрямований удар	0,07
Комбіновані	
гідромеханічний	40
термомеханічний	0,1

З таблиці видно, що відносний коефіцієнт енергоємності термомеханічного руйнування один з найнижчих - 0,1 і перевершує тільки енергоємність руйнування потужним високошвидкісним ударом - 0,07. Енергоємність термомеханічного руйнування нижче енергоємності шарошечного буріння в 7, а плазмового - в 1200 разів [13].

Застосування попередньої теплової дії на вибій свердловини дозволяє інтенсифікувати процес механічного буріння в середній фортеці і міцних гірських породах в 1,5-10 разів [1,8], а в мерзлих гірських породах в 10-15 разів. Проте способи руйнування, засновані на попередньому нагріві масиву, мають істотний недолік, що полягає в тому, що в полі високих температур (від 773 до

1073 К) знижується стійкість породоруйнуючого інструменту до 8 разів, оскільки метал і твердий сплав, поглинають тепло в 5-6 разів інтенсивніше, ніж руйнована гірська порода [11]. Це і є обґрунтуванням того, що немає необхідності нагрівати до таких температур гірську породу. Досить нагрівати лише до 400 - 500 0К без шкоди для інструменту. Результати досліджень дозволяють ставити питання подальшої розробки науково обґрунтованих методів максимального руйнування і руйнування гірських порід.

Висновки. Мета і завдання досліджень.

На підставі проведеного аналізу можна відмітити наступне:

1. Відомо, що традиційно вживані алмазні і твердосплавні коронки і долота практично вичерпали можливості подальшого прогресу, досягнувши певної межі ефективності.

2. Досконалішим і прогресуючим є термомеханічний спосіб руйнування гірських порід. Але і в розвиток цього способу є ряд складнощів і недоліків таких як:

- При використанні різних видів енергії (високих частот, електричних і електромагнітних полів, температурних полів) енергоємність залишається висока.

- Виникає складність в управлінні процесу ТМ буріння. Тому як ККД ТМ буріння залежить від параметрів режиму буріння.

- При підводі енергії на вибій значна її частина йде на нагрів самого інструменту, а не вибою виникає проблема концентрації енергії на вибої і так далі

У зв'язку з цим ідея справжньої дипломної роботи полягає в застосуванні НВЧ енергії для додаткового руйнування гірської породи. З метою збільшення ККД руйнування, збільшення механічної швидкості буріння, зменшення енергоємності руйнування гірських порід і так далі

Завдання.

1. Розробка технології обробки вибою НВЧ енергією.

2. Теоретичні дослідження температурних полів джерела НВЧ енергії на вибої свердловин.

3. Визначення раціональних сфер застосування технології із застосуванням НВЧ енергії.

Розділ 2. Аналіз технологічних і конструкційних рішень вживаних при ТМ буріння свердловин.

2.1 Класифікація термомеханічного руйнування гірських порід.

Аналізу і класифікації відомих методів руйнування гірських порід присвячено багато робіт в яких термомеханічні (ТМ) методи виділяються в окрему групу, незалежно від типів і комбінацій їх елементів. Тому розглянемо можливі схеми компонування ТМ породоруйнівних елементів, згрупувавши їх за загальними ознаками, що дозволить спростити методичку досліджень процесу руйнування порід при різних поєднаннях способів теплової і механічної дії. Найбільш важливими з цих ознак слід рахувати характер використання теплової енергії, спосіб нагріву і механічного руйнування, взаємозв'язок термічних і механічних елементів, а також розташування їх на руйнованій поверхні.

Теплова дія на гірські породи з метою зміни їх опірності руйнуванню може здійснюватися не лише при підводі теплової енергії (нагріві), але і при інтенсивному відведенні тепла (охолодженні). Тому усі схеми компонування ТМ породоруйнівних елементів можуть ґрунтуватися на способах з підведенням теплової енергії до руйнованих порід і способах з відведенням тепла від них.

Зниження опірності порід руйнуванню відбувається і у тому випадку, коли не увесь вибій гірського вироблення, а лише певні його частини піддаються інтенсивній тепловій дії і термічному руйнуванню. Доля останнього в ТМ процесі в цілому може бути різною. Тому природно вважати, що головною класифікаційною ознакою ТМ породоруйнівних пристроїв повинен являтися характер використання теплової енергії (рис. 2.1).

По характеру використання теплової енергії усе ТМ породоруйнуючі органи гірських машин можуть бути розділені на дві принципово різні групи. У першій групі (рис. 2.2) тепла енергія використовується незалежно від механічної для термічного руйнування гірських порід (наприклад, для розбурювання свердловини, пробуреної механічним способом, або руйнування цілику породи, оконтуреного механічним інструментом шарошками, алмазними пилами і т. д.). В цьому випадку нагрів не використовується для цілеспрямованої зміни властивостей порід, механічне і термічне руйнування здійснюються практично незалежно одне від іншого на різних ділянках вибою. У органах Теплова дія в породоруйнівних органах може використовуватися для нагріву (охолодження) усієї руйнованої поверхні або певних ділянок на ній.

У останньому випадку можливе локальне термічне руйнування вибою з метою утворення додаткових поверхонь оголення, що полегшують наступне руйнування механічним способом.

Слід мати на увазі, що руйнування у такий спосіб значних об'ємів породи, як це вимагається за першою схемою, в енергетичному і економічному стосунках недоцільно.



Рисунок 2.1 – Классификация технологий термомеханического бурения горных пород

За способом нагріву порід

ТМ породоруйнуючі елементи робочих органів гірських машин можуть бути розділені на три групи: з прямим, непрямим і комбінованим нагрівом. При прямому нагріві поля температур, що наводяться, визначаються лише тепловими властивостями порід і за інших рівних умов залежать від характеру теплообміну із зовнішнім середовищем і параметрів генератора тепла.

Прямі способи нагріву є універсальними відносно властивостей тіла, що нагрівається, але плоский характер температурних полів накладає певні вимоги на вибір механічного породоруйнуючого інструменту, що має високу працездатність в міцних породах.

Деякі можливі схеми ТМ породоруйнівних елементів цієї групи приведені на рис. 2.3.

При непрямому нагріві поля температур залежать не лише і не стільки від теплових властивостей гірських порід, скільки від інших властивостей: електропровідності, магнітній сприйнятливості, оптичних, радіаційних, фрикційних і ін. Тепло, як правило, виділяється в об'ємі породи, що нагрівається, під дією зовнішніх джерел енергії, а температура залежить від розподілу в ній поля, що обумовлює тепловиділення. Зміна температури, у свою чергу, веде до зміни фізичних властивостей породи, а отже, закону тепловиділення.

Найбільш вивченими способами непрямого нагріву нині можна вважати електроконтакт і електромагнітний, що отримали розвиток у зв'язку з розробкою електродинамічних методів руйнування негабаритів. Тепло виділяється в масиві породи безпосередньо за рахунок проходження електричного струму (рис.

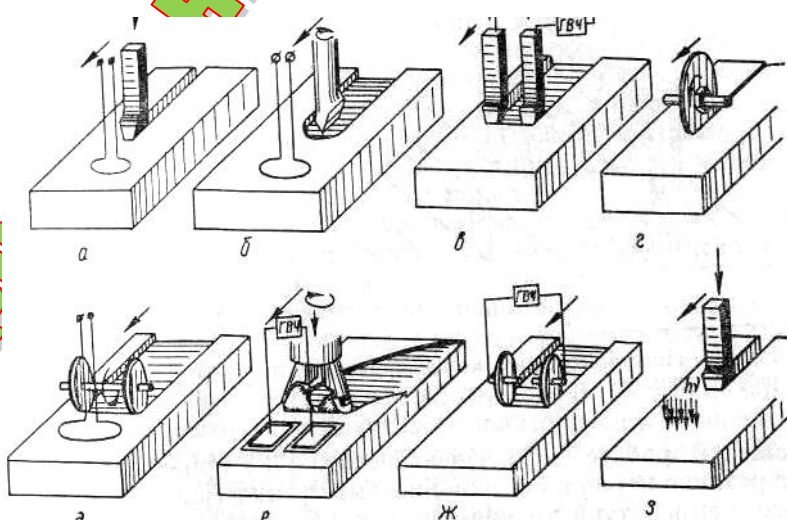


Рисунок 2.4 - Схема ТМ породоруйнівних елементів з косвеним нагрівом повол.

пробовувався в процесі ТМ руйнування порід. Так, при бурінні зерновими коронками температура, що виникає при терті коронки об вибій, досягала 1000°C , внаслідок чого значно збільшувалася швидкість буріння.

2.4, в, ж) або під дією електромагнітного поля (рис. 2.4, а, б, д, е), а енергія підводиться контактним або безконтактним способом. З метою розширення сфери застосування нагріву електроконтакта часто удаються до використання струму високої або надвисокої частоти, а також комбінації струмів високої і промислової частоти. З інших способів непрямого нагріву заслуговує на увагу нагрівання тертям, який ви-

Переваги різних способів нагріву можуть використовуватися при їх комбінації. Значний інтерес представляє попереднє збільшення електропровідності гірських порід. Комбіновані способи нагріву (рис. 2.5) дозволяють отримувати температурні поля будь-якої конфігурації з максимальними значеннями температури як на руйнованій поверхні, так і усередині масиву. В цьому відношенні представляє інтерес поєднання поверхневих і об'ємних способів, що може забезпечити їм в майбутньому дуже широку сферу застосування не лише в ТМ породоруйнівних органах, але в деяких випадках і для безпосереднього руйнування гірських порід.

За способом механічного руйнування ТМ породоруйнуючі органи можуть бути розділені на дві групи: в одній механічна дія здійснюється спеціальним інструментом, в іншій бездолотним способом.

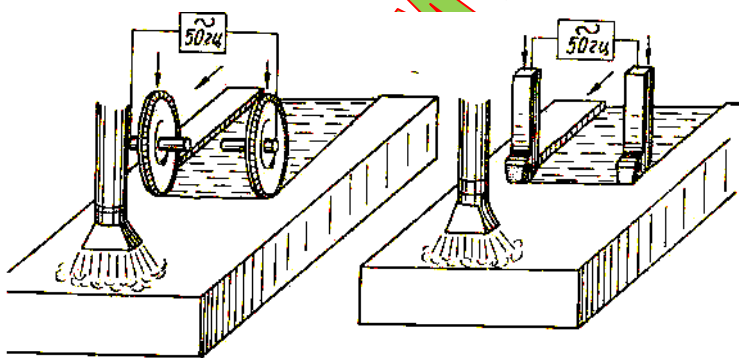


Рисунок. 2.5 - Схеми комбінованого нагріву порід при ТМ руйнуванні

У практиці гірничодобувних підприємств для механічного руйнування гірських порід застосовуються інструменти ударного, різального, сколюючого і комбінованого дій, які можуть знайти застосування і в ТМ породоруйнівних органах.

Вибір того або іншого типу породоруйнуючого інструменту залежить від характеру нагріву і властивостей руйнованої породи. Так, в міцних і щільних породах (гранітах, залізистих кварцитах, роговиках і ін.) кращі результати були отримані з породоразрушаючими елементами ударного і ударно-сколюючої дії. При руйнуванні порід менш міцних, ефективне застосування різцевого інструменту. Тип механічного інструменту за інших рівних умов повинен відповідати способу і режиму нагріву, що обумовлює його максимальну працездатність і найбільшу ефективність руйнування гірських порід.

По взаємозв'язку механічних і термічних елементів ТМ породоруйнуючі органи можна розділити на дві групи: із залежною і незалежною роботою елементів.

Відомо, що максимальна ефективність руйнування гірських порід механічними способами (наприклад, швидкість буріння) залежно від конструкції породоруйнуючого органу і властивостей порід відзначається лише при деяких режимах їх роботи і, зокрема, при певній швидкості обертання. Отже, генератор тепла в ТМ органі повинен мати такі параметри, які дозволяють за заданих умов (в даному випадку швидкості обертання) досягти найбільшого зниження опірності породи руйнуванню.

У ТМ породоруйнівних органах із залежними елементами (рис. 2.3, г, ж, з, рис. 2.4, а, б, д, же, з) зміна режимів роботи одного з них, наприклад швидкості різання, веде до зміни іншого (часу теплової дії).

У органах з незалежними елементами (рис. 2.3, а-в, д, е, рис. 2.4, би, е) легко здійснюється необхідна теплова або механічна дія на породу, що може бути досягнуто незалежним обертанням механічного органу навколо своєї осі з швидкістю, що забезпечує ефективне руйнування нагрітої породи, і поступальною або обертальною ходою його разом з генератором тепла з швидкістю, що обумовлює необхідний нагрів відповідно до оптимального режиму ТМ процесу.

При компонованні ТМ породоруйнівних елементів дуже важливим параметром є відстань між генератором тепла і механічним інструментом. Воно визначається конструктивними розмірами елементів робочого органу і визначає умови його охолодження, так і ефективність руйнування.

За способом розташування термічних і механічних елементів на вибої гірського вироблення ТМ породоруйнуючі органи можуть бути розділені на дві групи: з поєднаними і з рознесеними на руйнованій поверхні елементами.

У органах з поєднаними елементами (рис. 2.3, д, рис. 2.4, в, ж) одночасно і в одному місці вибою здійснюється термічна і механічна дія на породу. У разі прямого нагріву реалізація такої схеми утруднюється інтенсивним нагрівом породоруйнуючого інструменту, що ускладнює його охолодження.

У органах з рознесеними елементами (рис. 2.3, а, в) процеси нагріву будь-якої точки вибою і механічного вантаження розділені в часі. Це дозволяє набагато простіше здійснити охолодження породоруйнівних елементів. В той же час відстань зони нагріву до місця додатка механічного навантаження і швидкість переміщення породоруйнуючого елемента відносно руйнованої поверхні визначають тривалість часу температурної післядії, відлічуваної від моменту закінчення теплової дії до моменту додатка механічного навантаження, протягом якого відбувається теплообмін нагрітої породи із зовнішнім середовищем і теплопередача усередині породи. Як встановлено, із збільшенням часу температурної післядії ефективність ТМ руйнування знижується, що обмежує можливість збільшення відстані між вказаними зонами понад певне значення. Виконаний аналіз і класифікація схем компоновання ТМ породоруйнівних елементів можуть сприяти вибору правильних напрямів дослідження при вивченні процесів і механізму комбінованого руйнування порід.

2.2 Аналіз ТМ буріння гірських порід

2.2.1 Буріння гірських порід різанням

Дослідження основних закономірностей руйнування порід різанням виконувалися на моделі, що складається з плазмового пальника і різця типу У-80, розташованих на одній лінії. Зусилля різання фіксувалися на осцилографі Н-700 Швидкість різання обчислювалася по радіусу кругової лінії різання і числу оборотів планшайби, на якій встановлювався зразок породи. Число оборотів фі-

ксувалося на осцилограмі шлейфом, підключеним до виходу уніполярного тахогенератора.

Особливість процесу руйнування порід різанням з вирівняної поверхні полягає в тому, що при деяких режимах нагріву, визначуваних тепловими параметрами факела і швидкістю його переміщення по вибою, відбувається істотне (у два - п'ять і більше разів) зниження середніх зусиль різання, а так, же помітне збільшення бічного скола. При підвищенні швидкості різання (зменшенні часу нагріву) зусилля ТМ різання зростає і при швидкості понад 30-50 см/с практично не відрізняються від зусиль механічного різання. Максимальний вплив попередньої теплової дії ($q=5 \cdot 10^6$ ккал/м² год) на зусилля різання відзначаються при швидкостях 5-20 см/с малих стружках ($H_p=3-5$ мм). Така залежність добре пояснюється фізичною картиною розподілу температурного поля в породі. Із збільшенням питомого теплового потоку до $(1-2) \cdot 10^7$ ккал/м² год діапазон раціональних швидкостей різання розширюється до 10-30 см/с.

Впливи часу температурної післядії на показники процесу різання доводять, що із збільшенням ефективність руйнування усіх досліджених порід (мармур, філліт, вапняк і лабрадорит) різко знижується (рис. 2.6), і при $t^{\text{п}}=5-6$ с вже залишається постійною, дещо відрізняючись від ефективності механічного різання. Відмінність це тим більше, чим тонше стружка. Воно обумовлене тільки проявом безповоротних перетворень, які грають велику роль в шарі меншої товщини.

Дослідження процесів ТМ руйнування порід різанням, виконані А. А. Фугенфировим і Н. М. Зеленским, П. Р. Синдеевым і В. И. Волошковим і ін., свідчать про те, що при прямому нагріві закономірності ТМ різання в основному не відрізняється від закономірностей руйнування ударом. Зокрема, оптимальна величина часу температурної післядії складає 0,15 - 0,4 с. Існує також оптимальний час нагріву, коли при заданому зусиллі притиснення різця до вибою глибина його впровадження в породу максимальна. В умовах напівблокованого і блокованого різання ТМ руйнування має значні переваги в порівнянні з механічним.

Викладене дозволяє вважати доцільним створення ТМ породоруйнівних органів з різцевим інструментом для розширення сфери застосування цього способу.

2.2.2 Електротермомеханічне буріння гірських порід

Дослідження процесу електротермоударного руйнування порід в щільному вибої показали, що продуктивність породоруйнюючого елемента, що складається з перфоратора а системи ковзаючих електродів, визначається швидкістю його переміщення відносно вибою. Оптимальний режим процесу ЕТМ руйнування проявляється при таких швидкостях переміщення елемента, коли з - за обмеженої величини часу нагріву пробою в міжелектродному проміжку не відбувається. У цьому режимі об'ємна швидкість ЕТМ руйнування V_m магнетитових джеспілітів перевищувала ефективність руйнування механічним способом V_t більш ніж в п'ять разів і складала $10 \text{ см}^3/\text{с}$ проти $1,8 \text{ см}^3/\text{с}$. Електрична потужність, що поглинається породою, не перевищувала 2 кВт, тоді як потуж-

ність, що передається коронкою перфораторів, складала 2,5 кВт. Таким чином, в цьому випадку $V_m: V_T=1,25 : 1$, що близько до отриманих раніше співвідношень.

Збільшення швидкості переміщення породоруйнуючого елементу по вибою понад оптимальну (більше 15 см/с) призводило до істотного зменшення ефективності руйнування, оскільки теплова дія ставала недостатньою. Тому при подальшому збільшенні швидкості ефективність ЕТМ руйнування асимптотично наближалася до показників механічного руйнування. Зменшення швидкості переміщення елементу по вибою (менше 15 см/с) призводило до помітного іскріння між щітками і породою, збільшенню струму в ланцюзі електродів і утворенню теплового пробою. Ефективність ЕТМ руйнування різко зменшувалася (до 2 см³/с) і знову зростала лише при ще нижчих швидкостях (менше 7-8 см/с).

Таким чином, як і в розглянутих раніше випадках, вибійні процеси електротермоударного руйнування характеризуються двома основними режимами, обумовленими проявом різних чинників, що визначають продуктивність породоруйнуючого органу. З метою оцінки можливості збільшення абсолютних показників продуктивності ЕТМ породоруйнівних органів було виготовлене і випробуване електротермошаропічне (ЕТШ) долото (рис. 2.7). Електричний струм підводився до вибою через два свobodноврацaючихся ролика - електроду, виготовлених з міді і встановлених в спеціальних ізоляторах на пружинах. Джерело живлення автотрансформатор, включений в мережу промислової частоти.

Дослідження виконувалися на стенді із записом на осцилограму основних показників процесів руйнування (числа оборотів долота, поглибила свердловини, струму і напруги в ланцюзі електродів, потужності обертача і зусилля подачі долота на вибій). Продування свердловини здійснювалося стислим повітрям. В процесі експериментів бурилися свердловини діаметром 122 мм завглибшки 0,4-0,5 м в монолітних блоках магнетитових джеспілітів Кривбасу [2].

2.2.3 Термомеханічне буріння гірських порід з нагрівом їх тертям інструментом об вибій свердловини.

Термомеханічне руйнування з нагрівом порід тертям знайшло застосування в дискових пилах тертя і при бурінні свердловин зерновими коронками, ТМ-коронками.

Зернові коронки, досліджені в процесі колонкового буріння Н. И. Клочко і Л. А. Шрейнером. Нагріваючи, що відбувається при терті коронки об вибій, сприяє зниженню опірності породи руйнуванню. Останнє здійснюється зернами твердого сплаву, що знаходиться в мідному тілі коронки. Температура нагріву поверхневого шару породи, як затверджується досягає 1000°С, що було підтверджено безпосереднім виміром. Під дією високої температури поверхневий шар породи або розтріскується, або його міцність значно зменшується.

Ефективність руйнування визначається правильним поєднанням параметрів режиму буріння, що забезпечують оптимальну температуру на вибої свердловини.

При збільшенні осьового навантаження вона підвищується тільки в певному інтервалі чисел оборотів і кількості промивальної рідини. При малому числі оборотів (менше 130 об/хв) швидкість буріння практично дорівнює нулю, а при підвищенні до 300 об/хв зростає в усіх випадках. Подальше підвищення числа оборотів призводить як до збільшення, так і до зменшення швидкості буріння залежно від породи, осьового навантаження і кількості промивальної рідини. У зв'язку з тим, що при такому бурінні від параметрів режиму буріння залежить очікуваний результат це є великим недоліком тому як вимагає підвищеного контролю за параметрами і великого досвіду і знань від бурильника. Підвищення температури вибою понад оптимальну, викликане зміною окремих параметрів режиму буріння, призводить до сильного збільшення пластичності поверхневого шару багатьох гірських порід, що утрудняє механічне руйнування і видалення шламу, внаслідок чого швидкість буріння зменшується. ТМ коронки не вимагають заточування аж до повного зносу. Проходка на одну коронку для різних порід коливалася від 2 до 40 м. Виробничі випробування ТМ коронки показали, що їх стійкість в десятки разів вища за стійкість твердосплавних коронки, використовуваних в тих же умовах.

Зіставлення результатів буріння зерновими коронками з руйнуванням при прямому нагріві дозволяє встановити їх якісну подібність: висока ефективність, неодмінна відповідність параметрів теплової і механічної дії в оптимальному режимі процесу, збільшення ефективності із збільшенням механічної енергії, що передається на вибій, і відсутність впливу затуплення інструменту на характер протікання процесу руйнування.

2.2.4 Високочастотне буріння гірських порід

Теоретичні і експериментальні дослідження, проведені в лабораторних і виробничих умовах [1], показують, що механічна міцність вологих мерзлих ґрунтів може істотно знизити дією високочастотного електричного поля і нагрівом до температури мінус 2 - мінус 1⁰С. При нагріві ґрунтів до цієї температури що міститься в них вода не переходила в рідку фазу і енергоємність процесу була невелика 4,5 - 6 кВт - година/м³ при початковій температурі ґрунтів мінус 10 - мінус 15⁰С[1,8].

Нагрів мерзлих ґрунтів струмами високої частоти дозволяє виробляти їх наступну розробку механічними робочими органами багатоковшових екскаваторів, здійснювати пересування підмостових шляхів, укладених на дерев'яних брусах, боротися з намерзанням ґрунтів до металевих опор гірничотранспортних машин і стрічок конвеєрних установок.

Виробничі експерименти показали доцільність спільного використання струмів високій і промислової частот. Високочастотна напруга величиною 1,5 - 2 кВт ініціює струмопровідне напруження, по якому протікає струм промислової частоти 200 - 500 А при напрузі 220 - 580 В. При цьому мерзлі ґрунти нагрівалися і знижувалася їх механічна міцність лише по каналу теплового вибою, що забезпечувало невисоку енергоємність процесу.

Більше труднощі виникають на кар'єрах в зимовий час з - за намерзання вологих ґрунтів до гусеничних траків екскаваторів, лиж отвалообразователів і

пересувних стрічкових конвеєрів. Вони порівняно легко можуть бути усунені високочастотним індукційним нагрівом металевих поверхонь машин, дотичних до мерзлих ґрунтів. Частота електромагнітного поля при цьому дорівнює 66 або 440 кГц. Доцільно використовувати плоскі підковоподібні або у вигляді спіралі Архімеда електроди.

Проведений розрахунок показує, що енергоємність процесу нагріву металевих поверхонь складає 3 - 5 кВт - год/м²

Значний інтерес представляє нагрів електроконтакта при підводі енергії безпосередньо через породоразрушаючий інструмент.

В цьому випадку покращуються умови контакту електроду з породою, збільшується вірогідність зустрічі при впровадженні інструменту більш електропровідних шарів, а головне, електрична енергія виділяється усередині тіла на глибині руйнування.

Відповідно до цього був виготовлений і випробуваний породоразрушаючий елемент складається з трьох вільно - клинових роликів, що обертаються, встановлених на загальній осі і ізольованих один від одного.

Ефективність руйнування оцінювалася об'ємом смуги викола породи завдовжки 10 см. Дослідження виконувалися на магнетитових джеспілітах Кривбасу, що мають високу електропровідність. Встановлено, що при механічному руйнуванні скол має поверхневий характер. При підключенні електричного струму об'єм зруйнованої породи різко збільшується.

2.2.5. Буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії.

За багато років досліджень в області ТМ буріння були розроблені деякі пристрої для буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії.

Пристрій призначений для електротермомеханічного буріння гірських порід, що використовують спільну дію електромагнітної енергії (НВЧ - енергії) і механічного породоруйнуючого інструменту. Відомий пристрій для електротермомеханічного буріння гірських порід, що включає генератор електромагнітної енергії, хвилевід, випромінювач і механічний породоразрушаючий інструмент [1].

Недоліком цього пристрою є те, що в результаті дифракції електромагнітних хвиль частина електромагнітної енергії у вигляді поверхневих хвиль поширюється по проміжку між торцевою частиною і поверхнею вибою. Основна доля цієї енергії поглинається гірською породою на вибої і на стінках

У цьому пристрої пази, що загороджують, виконані паралельно кромки випромінювача в робочій (торцевою) частині пристрою. Ці загороджувачі перешкоджають поширенню електромагнітних хвиль паралельно поверхні вибою свердловини в просторі між вибоєм і торцем пристрою, тобто концентрують ту, що випромінює на вибій НВЧ - енергію. Це призводить до збільшення продуктивності процесу буріння.

Крім того, сконцентрувати і передати в породу усю випромінювану на вибій НВЧ - енергію неможливо. Метою винаходу є поліпшення санітарних умов праці шляхом виключення випромінювання електромагнітної енергії у ві-

дкритий простір. Для цього пропонується пристрій для електротермомеханічного буріння гірських, порід забезпечено екраном, встановленим між буровим ставом і робочим органом і виконаним у вигляді гвинтового бурту з пазами.

На (рис. 2.8) схемний представлений пропонується пристрій для електротермомеханічного буріння гірських порід; на (рис. 2.9) - екран, розріз. Пристрій складається з бурового ставу 1, передавального хвилеводу 2, робочого органу 3 із загороджувачами 4. Між ставом і робочим органом розміщений жорстко сполучений з ним (наприклад, за допомогою різьблення), екран 5, виконаний у вигляді гвинтового бурту 6. Бурт виконаний по гвинтовій лінії з відстанню між сусідніми витками, рівною цілому числу половин довжини хвилі, тобто $L=n(\lambda/2)$, де λ - довжина хвилі випромінювання, $n= 1,2,3..$ (рис. 2.9). На бічній поверхні бурту уздовж нього виконані пази 7, глибина яких дорівнює чверті довжини хвилі випромінювання пази заповнені твердим діелектриком з великою діелектричною проникністю (наприклад, стеатитовою керамікою)

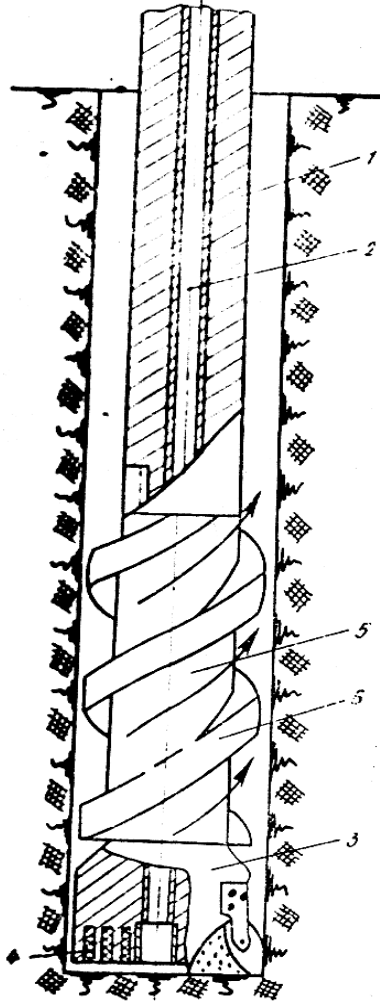


Рисунок 2.8 - Пристрій електротермомеханічного буріння.

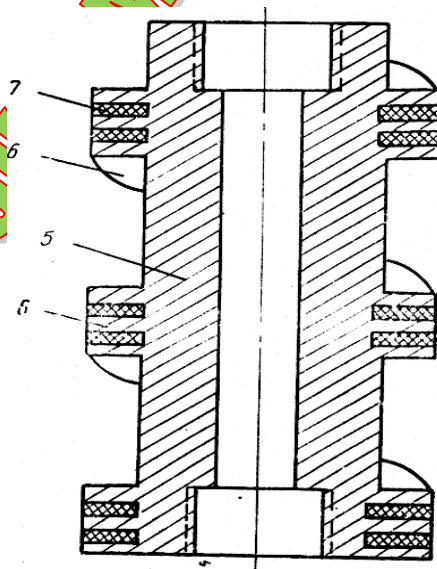


Рисунок 2.9 - Розріз екрана

Генеровану генератором електромагнітну енергію по передавальному хвилеводу 2 направляють в робочий орган 3, де відбувається її випромінювання і концентрація за допомогою загороджувачів 4 на вибої свердловини.

Частина непоглащеною гірською породою електромагнітної енергії по проміжку між буровим органом і стінками свердловини поширюється вгору паралельно осі свердловини. Бічна поверхня бурту з його пазами виготовлена таким чином, що відбувається віддзеркалення такою, що поширюється вгору НВЧ - енергії. Екрануючі властивості бурту з пазами більш повно проявляються у тому випадку, якщо електрична глибина пазів дорівнює чверті довжини хвилі випромінювання. Частина електромагнітної енергії, що просочилася через перші витки бурту, відбивається наступними і т. д.

При необхідності, для повного усунення випромінювання електромагнітної енергії зі свердловини, буровий пристрій забезпечують, декількома, наступними один за одним екранами. Винесення зі свердловини бурової дрібниці здійснюють потоком стислого повітря.

Розміщення між буровим ставом і робочим органом екрану вигідно відрізняє запропонований пристрій від відомих, оскільки воно дозволяє бурити свердловини без випромінювання НВЧ - енергії у відкритий простір, чим досягається поліпшення санітарних умов праці обслуговуючого персоналу.

Метою наступного винаходу є - підвищення продуктивності руйнування.

Оскільки частина електромагнітної енергії у вигляді поверхневих хвиль поширюється по проміжку між торцевою частиною і поверхнею вибою. Основна доля цієї енергії поглинається гірською породою на вибої і на стінках свердловини привибійної зони. Незначна частина по проміжку між буровою штангою і стінками свердловини йде у вільний простір. Це різко знижує температурний градієнт по поверхні вибою свердловини, що призводить до зниження продуктивності руйнування.

Для цього запропонований пристрій забезпечують загороджувачами, виконаними на його робочій поверхні у вигляді ряду паралельних випромінювачу і заповнених твердим електриком пазів. На (рис. 2.10) схематично зображений запропонований пристрій, загальний вигляд; на (рис. 2.11) його торцева частина.

Пристрій має, механічний породорозрушувальний інструмент 1 з різцями 2, передавальний хвилевід 3 і сполучений з ним випромінювач 4. Паралельно випромінювачу в тілі інструменту виконаний ряд заповнених твердим діелектриком пазів 5 чвертьхвильової глибини.

Пази з діелектричним заповненням і простір між ними спільно з поверхнею вибою свердловини в електричному відношенні є рядом послідовно сполучених ліній з великими перепадами хвильових опорів. Такі лінії є непередавальними, оскільки в місцях їх з'єднання (тобто на кромках пазів) відбуваються великі віддзеркалення електромагнітних хвиль.

Така система для електромагнітної енергії виконує роль загороджувача.

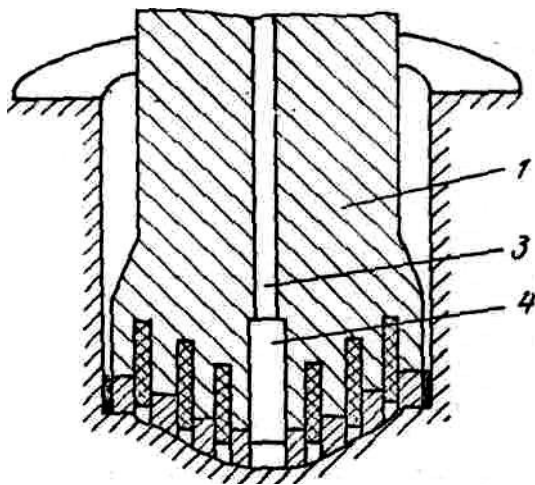


Рисунок 2.10 - ПРІ для буріння з використанням НВЧ енергії

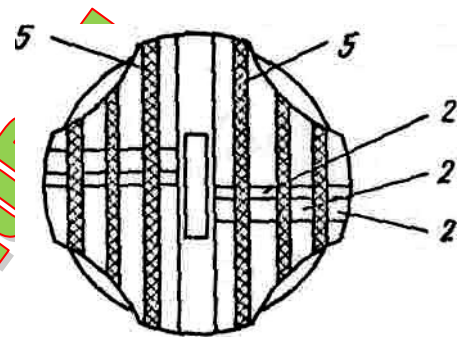


Рисунок 2.11 - Торцева частина ПРІ для буріння з використанням НВЧ енергії

Генерована джерелом електромагнітна енергія передається по хвилеводу 3 і випромінюється випромінювачем 4 на вибій свердловини. Загороджувачі для хвиль працюють в режимі короткого замикання і енергія не поширюється паралельно поверхні вибою, а основна частина її концентрується між першими двома елементами загороджувача. Це усуває нагрів бічних стінок свердловини привибійної зони. Одночасній обробці електромагнітними хвилями піддають не усю поверхню вибою свердловини, а тільки діаметральну її частину, розташовану між першими загороджувачами під випромінювачем 4.

При обертанні пристрою інтенсивному опроміненню піддають усі нові, раніше не опромінені ділянки вибою, що призводить до різкої зміни його температури і, отже, до створення більшого температурного градієнта. Таким чином, досягається підвищення продуктивності руйнування

Метою винаходу є підвищення ефективності процесу руйнування гірських порід.

Для цього електротермомеханічний буровий інструмент забезпечений випромінювачем, розміщеним в його торцевій частині паралельно поверхні вибою і виконаним з рядом щілин, симетрично розташованих відносно осі обертання. На (рис 2.12) схематично зображений пропонований електротермомеханічний буровий інструмент в розрізі; на вигляд по торцевій частині.

Електротермомеханічний буровий інструмент складається з бурової коронки 1 з різцями 2, прямокутного підлога хвилеводу 3 і перпендикулярно йому розташованого хвилеводу 4, який має ряд щілин 5.

Електромагнітна енергія надвисокої частоти, передаючись по хвилеводу 3, поступає в хвилевід 4, з якого через щілини 5 випромінюється, а вибій свердловини, нагріваючи ділянки породи, що знаходяться під випромінювачами. При обертанні бурового інструменту на поверхні вибою свердловини створюються нагріті ділянки гірської породи, розташовані по колах.

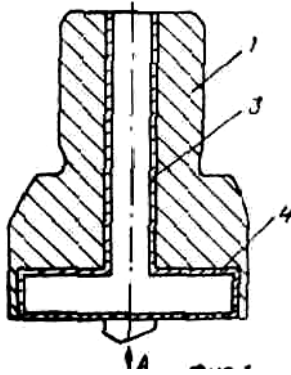


Рисунок - 2.12 -
Електротермомеханічний
інструмент

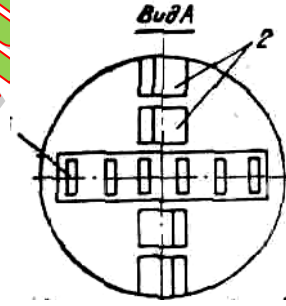


Рисунок .2.13 -
Електротермомеханічний
інструмент, від з торця

Істотним недоліком розглянутих вище пристроїв є:

- те, що підведення енергії до вибою здійснюється з поверхні;
- в результаті дифракції електромагнітних хвиль частина електромагнітної енергії у вигляді поверхневих хвиль поширюється по проміжку між інструментом і стінками свердловини.

Розділ 3 Обґрунтування і розробка вибійного інструменту ТМ буріння

3.1 Галузь застосування

Запропонований винахід застосовується для буріння свердловин з продуванням повітрям в породах від середньої фортеці до особливо міцних (VIII - XII) категорія по буримості.

Можливе буріння свердловин, що не обводнюють, на воду великих діаметрів, буріння свердловин на кар'єрах.

Раціональними сферами застосування цього снаряда є безводні розрізи, складені нелипкими і нестійкими породами; у випадках інтенсивних поглинань і обвалів при використанні промивання; в умовах високогір'я і пустинних районах.

3.2 Розробка снаряда

3.2.1 Вибір і обґрунтування породоруйнуючого інструменту

Оскільки цей пристрій призначений для буріння свердловин суцільним вибоєм те в якості ПРИ повинне виступати долото. Воно повинне мати спеціальну конструкцію. По повз руйнування гірської породи долото повинне мати канали, по яких передаватиметься НВЧ енергія на вибой- хвилеводи. Для виконання цих вимог найбільш підходить планетарне двоступінчате долото, розроблене на кафедрі ТРРКК Хоменко В. Л. яке по своїх конструктивних параметрах найбільш підходить тому як в пропонуємо долоті на відміну від раніше пропонуваного долота, розроблена мережа хвилеводів за допомогою яких НВЧ енергія може повністю впливати на вибій. При бурінні запропонованим долотом відсутній аномальний знос вдається уникнути розчавлювання породоруйнівних елементів в центральній частині долота, канавкооборазовання по торцю і передчасного виходу долота з ладу з - за зносу по діаметру. При використанні планетарного долота, для досягнення тієї ж швидкості буріння, що і долотами з рухом породоруйнівних елементів по колу планетарним долотам вимагається 60 - 70% від осьового навантаження на звичайні долота ненаголошеної дії[15]. Також залежно від озброєння долото може застосовуватися для буріння в породах VIII - XII категорії по буримості. Таким чином планетарне долото є оптимальним при бурінні із застосуванням НВЧ снаряда.

Визначення числа східців і кількості сателітів на кожному ступені

Для того, щоб підвищити енергоозброєність долота кількість сателітів необхідно збільшувати. Проте у випадку якщо кількість сателітів перевищує два, в центрі інструменту утворюється неармована ділянка, яка у міру збільшення діаметру інструменту, і відповідно діаметру сателітів, також збільшується. При невеликих розмірах цього цилінду в процесі буріння він схильний до саморуйнування. Тому для того, щоб була можливість виготовляти планетарні долота великих розмірів їх необхідно проектувати в ступінчастому виконанні. Це дозволяє також поліпшити умови роботи сателітів, оскільки сателіти, розташовані на усіх східцях окрім тієї, що першої входить в зіткнення із вибоєм, руйнують вже

порушену породу, що призводить до зниження енергоємності процесу буріння [2].

Для того, щоб знос породоруйнівних сателітів на кожному ступені був однаковий, енергоозброєність східців також має бути однаковою.

$$\frac{\sum F_{\text{сат}_1}}{\sum F_{\text{ст}_1}} = \frac{\sum F_{\text{сат}_2}}{\sum F_{\text{ст}_2}} = \frac{\sum F_{\text{сат}_i}}{\sum F_{\text{ст}_i}}, \quad (3.1)$$

де $\sum F_{\text{сат}_1}, \sum F_{\text{сат}_2}, \sum F_{\text{сат}_i}$ - сумарні площі сателітів відповідно на першій, другій та і-ої східці;

$\sum F_{\text{ст}_1}, \sum F_{\text{ст}_2}, \sum F_{\text{ст}_i}$ - площа вибою руйновані відповідно до першої, другої і і - ой східці.

Сумарна площа сателітів на першому ступені (для зручності першої рахуємо діаметрообразующу ступінь)

$$\sum F_{\text{сат}_1} = n_{\text{сат}_1} \frac{\pi}{4} d_1^2. \quad (3.2)$$

Сумарна площа сателітів на 2 - ой східці

$$\sum F_{\text{сат}_i} = n_{\text{сат}_i} \frac{\pi}{4} d_i^2. \quad (3.3)$$

Площа першого ступеня

$$F_{\text{ст}_1} = \frac{\pi}{4} D^2 - \frac{\pi}{4} (D - 2d_1)^2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - (D - 2d_1)^2) = \pi d_1 (D - d_1) \quad (3.4)$$

де D і d_i - відповідно діаметр долота і діаметр сателіта.

Площа і - ой східці

$$F_{\text{ст}_i} = \frac{\pi}{4} \left(\left(D - 2 \sum_{i=1}^{i-1} d_i \right)^2 - \left(D - 2 \sum_{i=1}^i d_i \right)^2 \right) = \pi \left(D d_i + \left(\sum_{i=1}^{i-1} d_i \right)^2 - \left(\sum_{i=1}^i d_i \right)^2 \right). \quad (3.5)$$

Кількість сателітів на першому ступені

$$n_{\text{сат}_1} = \left[\frac{\pi}{\arcsin \frac{d_1}{D - d_1}} \right]. \quad (3.6)$$

Кількість сателітів на і - ой східці

$$n_{\text{сат}_i} = \left[\frac{\pi}{\arcsin \frac{d_i}{D - 2 \sum_{i=1}^{i-1} d_i - d_i}} \right] \quad (3.7)$$

Крім того, для визначення розмірів сателітів долота використовуємо вираження

$$2 \sum_{i=1}^N d_i + c = D, \quad (3.8)$$

де N - кількість східців; c - діаметр неармованої частини долота, щоб целік, що утворюється, піддавався саморуйнуванню з повинно бути в межах 8 - 12 мм [5,10].

При збільшенні кількості східців істотно збільшується нерівномірність розподілу навантаження між сателітами, розташованими на різних східцях. При цьому сателіти, розташовані на останньому ступені, які до того ж руйнують ще непорушений вибій, піддаються значним в порівнянні з сателітами, розташованими на інших східцях навантаженням, що може сприяти передчасному виходу з ладу їх опори. Тому при проектуванні необхідно прагнути до того, щоб кількість східців була мінімально можливою. Виходячи з цих міркувань, кількість сателітів на останньому ступені недоцільно вибрати менше трьох.

Таким чином, максимально можливий діаметр одноступінчатих доліт з трьома сателітами визначимо таким чином. Радіус сателіта можна представити як

$$r = \frac{R - c/2}{2}. \quad (3.9)$$

Тоді підставляючи набутого значення в (3.1) послові перетворень отримаємо

$$R = \frac{\frac{c \sin \frac{\varphi}{2} + c}{2}}{1 - \sin \frac{\varphi}{2}}, \quad (3.10)$$

де: R - радіус долота

$$D = \frac{c \sin \frac{\varphi}{2} + c}{1 - \sin \frac{\varphi}{2}}. \quad (3.11)$$

Приймаючи діаметр целіку $c=12$ мм, а кількість сателітів $n=3$ (тобто $\varphi=120^\circ$) - менше число сателітів негативно позначиться на стійкості долота з - за зменшення кількості породоруйнівних елементів що беруть участь в руйнуванні - максимально можливий діаметр одноступінчатих планетарних доліт рівний

$$D = \frac{12 \sin 60 + 12}{1 - \sin 60} \approx 167,1. \quad (3.12)$$

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика бурових доліт

Діаметр долота	Кількість ступень	Кількість сателітів на вибійному ступені	Діаметр сателітів на ступені	Кількість сателітів на діаметрообразуючій ступені	Діаметр сателітів на ступені
91,4	1	3	41	—	—
106,4	1	3	49	—	—
119,0	1	3	55	—	—
130,4	1	3	60	—	—
138,1	1	3	64	—	—
141,3	1	3	65	—	—
144,4	1	3	67	—	—
147,6	1	3	68	—	—
149,4	1	3	69	—	—
157,1	2	3	37	10	37
163,5	2	3	37	10	41
169,8	2	3	39	10	42
185,7	2	3	41	10	48
188,9	2	3	40	10	50
195,3	2	3	43	10	50
198,4	2	3	44	10	51
211,1	2	3	47	10	54
215,9	2	3	48	10	55
220,7	2	3	49	10	57
227,0	2	3	50	10	59
242,1	2	3	54	10	63
248,4	2	3	56	10	64
267,5	2	3	61	10	69
292,9	2	3	67	10	75

Таким чином, максимально можливий діаметр долота, відповідно до стандартного ряду, дорівнює 163,5 мм.

Проте для забезпечення нормальної роботи долота, щоб уникнути заклинювання сателітів ми не рекомендуємо приймати діаметр останнього ступеня більше 150 мм і відповідно проектувати одноступінчаті планетарні долота діаметром що перевищує 149,4 мм.

Виходячи з наведених вище розрахунків і рекомендацій [15],приведених в (табл. 3.1) для розробленого снаряда приймаємо двоступінчатє планетарне долото діаметром 215,9 мм. Тому як одноступінчатє долото не рекомендується приймати більше 163,5 мм.

3.2.2 Вибір і обґрунтування робочого органу снаряда

Для додаткового руйнування гірської породи пропонується використовувати джерело НВЧ енергії. Нині використовуються магнетрони безперервного генерування, що перетворюють енергію постійного або змінного струму промислової частоти в енергію електромагнітних коливань понад високу частоту. Магнетрони безперервного генерування в порівнянні з іншими джерелами енергії (високочастотні, теплові, хімічні і так далі) мають високий коефіцієнт корисної дії (до 80%), компактний, має великий запас міцності (до 1000 ч при багатократному включенні), простий в обслуговуванні і найголовніше має відносно невисоку вартість. Нині промисловістю випускається ряд магнетронів різної потужності (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Основні технічні дані магнетронів

Параметр магнетрона	М - 571	М - 81	М - 93	М - 111
Потужність вихідна, кВт	2,5	5	25	52
К.К. Д., %	60	60	83	72
Частота, МГц	2375	2375	915	915
Напруга анода, кВ	4	6	9,3	12
Струм анода, А	1,2	2,2	3,6	6
Напруженість магнітного поля, А/м(10^3)	119,4	127,4	95,5	87,6
Довговічність роботи, ч	1000	1000	1000	1500
Маса, кг	4	6,5	10	93

Виходячи з (табл. 3.1) для додаткового руйнування гірських порід приймаємо магнетрон М - 93 оскільки він має ряд вищеперелічених переваг.

3.2.3. Обґрунтування способу підведення енергії.

Одним з найпоширеніших способів підведення енергії на вибій, являється підведення енергії з поверхні від джерела до споживача через спеціальних кабелю. Такий вид підведення енергії має ряд недоліків:

- Оскільки це спец кабель це спец устаткування спеціальна технологія роботи з ним;
- Це певні незручності тому як при СПО кожену секцію треба правильно з'єднати і так далі
- Такий вид підведення енергії ненадійний і небезпечний. Тому як при передачі енергії на великі глибини будуть великі втрати в провіднику, що призводить до додаткових ускладнень і витрат. Велика вірогідність відмови і так далі
- Висока небезпека перетирання кабелю, пробою, короткого замикання і так далі

Тому у зв'язку з усіма цими недоліками розроблений пристрій яке генерує енергію для живлення магнетрона безпосередньо на вибої свердловини, пристрій є погрузной генератором який опускається на вибій свердловини і для генерування електричної енергії використовує енергію обертання бурового верстата генерована енергія передається магнетрону який разом з генератором встановлений на вибої. Таким чином вибравши такий спосіб підведення енергії тим самим, ліквідовуються все ті недоліки які були при способі підведення енергії з поверхні.

3.2.4. Розрахунок мультиплікатора.

РЕДУКТОР

1). Конструктивно приймаємо число зубів для зубчастих коліс планетарного механізму:

$Z_1 = 33$ - число зубів центральної (сонячної) шестерні:

$Z_2 = 27$ - число зубів сателіта;

Модуль зубів приймаємо $m = 3$.

Визначаємо число сателітів по формулі:

$$\sin \frac{180^\circ}{k} > \frac{z_2 + 2}{z_1 + z_3}; \quad \sin \frac{180^\circ}{4} > \frac{27 + 2}{27 + 33}; \quad 0707 > 048 \quad (3.13)$$

Приймаємо 4 сателіти.

2). Визначаємо число зубів зовнішнього зубчастого колеса по формулі

$$z_3 = z_1 + 2z_2 = 27 + 2 \cdot 17 = 61. \quad (3.14)$$

Визначаємо передавальне відношення одного ступеня редуктора по формулі

$$i = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 1 + \frac{61}{27} = 3,25; \quad (3.15)$$

Приймаємо для розрахунку число східців редуктора 2, 3 і 4.

Для двох ступінчастого редуктора загальне передавальне число буде рівне

$$i_2 = i^2 = 3,25^2 = 10,56.$$

Для триступінчастого редуктора загальне передавальне число складає

$$i_3 = 3,25^3 = 34,3.$$

для чотиріступінчастого редуктора передавальне число складе

$$i_4 = i^4 = 3,25^4 = 111,5.$$

для п'яти східців редуктора передавальне відношення складе

$$i_5 = i^5 = 3,25^5 = 362,4;$$

для шести східців редуктора передавальне відношення складе

$$i_6 = i^6 = 3,25^6 = 1178.$$

МУЛЬТИПЛІКАТОР

1). Приймаємо конструктивно число зубів зубчастих коліс

$z_1 = 18$ - число зубів центральної (сонячної) шестерні;

$z_2 = 21$ - число зубів сателіта.

2). Визначаємо число сателітів

$$\sin \frac{180^\circ}{4} = 0,707. \quad \frac{21+2}{21+18} = 0,59. \quad (3.16)$$

Приймаємо число сателітів до $= 4$, оскільки $0,707 > 0,59$.

3). Визначаємо число зубів зовнішнього зубчастого колеса по формулі: (3.14)

$$z_3 = 21 + 2 \cdot 18 = 57 \text{ зубів.}$$

4). Визначаємо передавальне відношення одного ступеня мультиплікатора по формулі: (3.15)

$$i = 1 + \frac{57}{21} = 3,71.$$

5). Визначаємо загальне передавальне відношення для двох, трьох і чотирьох східців мультиплікатора :
для двох східців

$$i_2 = i^2 = 3,71^2 = 13,76.$$

для трьох східців

$$i_3 = i^3 = 3,71^3 = 51,06.$$

для чотирьох східців

$$i_4 = i^4 = 189,3;$$

для п'яти східців

$$i_5 = 3,71^5 = 702.$$

РОЗРАХУНОК ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ БУРОВОГО СНАРЯДА

1). Частота обертання ротора електричного генератора

Приймаємо частоту обертання бурильних труб $n = 600.700 \text{ хв}^{-1}$, тоді частота обертання ротора електричного генератора складе для одне-, двох-, трьох- і чотирьохступінчастого мультиплікатора:

$$n_1 = (600.700)3,71 = 2226...2597 \text{ хв}^{-1}; n_2 = 8256...9631 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_3 = 30629...35734 \text{ хв}^{-1}; n_4 = 113633...132576 \text{ хв}^{-1}; n_5 = 421578...491857.$$

2). частота обертання бурового долота визначається для чотирьох значень передавального відношення редуктора для кожної частоти обертання ротора генератора, тобто:

$$n_{1-1} = (2226...2597) : 3,25 = 684...799 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{1-2} = 210...245 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{2-2} = (8256...9631) : 10,56 = 782...912 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{2-3} = (8256...9631) : 34,3 = 240...281 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{3-3} = (30629...35734) : 34,3 = 892...1041 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{3-4} = 162...188 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{4-4} = (113633...132576) : 51,06 = 2225...2596 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{4-5} = (113633...132576) : 114,5 = 1019...1188 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{4-6} = (113633...132734) : 1178 = 96...112 \text{ хв}^{-1}.$$

Довжина зуба вибирається із співвідношення $b = (0,2...0,5)D_{\text{ш}} = 30 \text{ мм}$.

За цією схемою визначається частота обертання для усіх варіантів поєднання передавальних стосунків мультиплікатора і редуктора. За результатами розрахунків вибирають оптимально поєднання з урахуванням досягнення раціональних параметрів буріння по частоті обертання бурового долота.

РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

1). Редуктор

Діаметр дільного кола центральної (сонячної) шестерні

$$D_1 = m z_1 = 3 \cdot 27 = 81 \text{ мм}; \quad (3.17)$$

$$D_2 = m z_2 = 3 \cdot 17 = 51 \text{ мм};$$

$$D_3 = m z_3 = 3 \cdot 61 = 183 \text{ мм}.$$

2). Мультиплікатор

$$D_1 = 3 \cdot 21 = 63 \text{ мм}; D_2 = 3 \cdot 18 = 54 \text{ мм}; D_3 = 3 \cdot 57 = 171 \text{ мм}.$$

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ЗУБІВ

Спрощений розрахунок міцності зубів виконуємо по[14].

Для розрахунку міцності зубів приймаємо наступні параметри роботи зубчастої передачі :

- умови роботи зубчастого з'єднання - з динамічними навантаженнями, режим роботи середній;
- найменшу частоту обертання центральної шестерні 162 хв^{-1} ;
- довжину зуба 30 мм;
- модуль 3 мм;
- потужність, що передається на долото 2,0 кВт;
- матеріал шестерні сталь 40ХН, загартована в маслі з низькою відпусткою.

Розрахунок циліндричних зубчастих коліс на довговічність - визначається потужність передачі, що допускається по опірності поверхневих шарів зубів викрошіванню по формулі;

$$N = \left(\frac{N}{n_k} \right) n_k k_u k_m k_u k_o k_T k_3, \text{ к.с.}, \quad (3.18)$$

де ($N: nk$) = 0,015 - коефіцієнт відношення потужності до частоти обертання шестерні;

$n_{ш} = 162 \text{ хв}^{-1}$ - частота обертання шестерні;

$k_{ш} = 2,5 \cdot (30:132) = 2.3$ - коефіцієнт ширини шестерні;

$k_m = 1,00$ - коефіцієнт матеріалу шестерні;

$k_u = 2,75$ - коефіцієнт циклів вантаження;

$k_d = 0,87$ - коефіцієнт деформації валів і шестерні;

$k_T = 1,00$ - коефіцієнт точності виготовлення шестерні;

$k_3 = 1,00$ - коефіцієнт зачеплення шестерні з сателітом.

$$N = 0,015 \cdot 162 \cdot 2,3 \cdot 1,00 \cdot 2,75 \cdot 0,87 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 4,8 \text{ к.с.} = 3.58 \text{ кВт}.$$

Висновок: редуктор і мультиплікатор задовольняють по довговічності зачеплення умовам роботи при бурінні свердловин, оскільки $3,58 \text{ кВт} > 2 \text{ кВт}$.

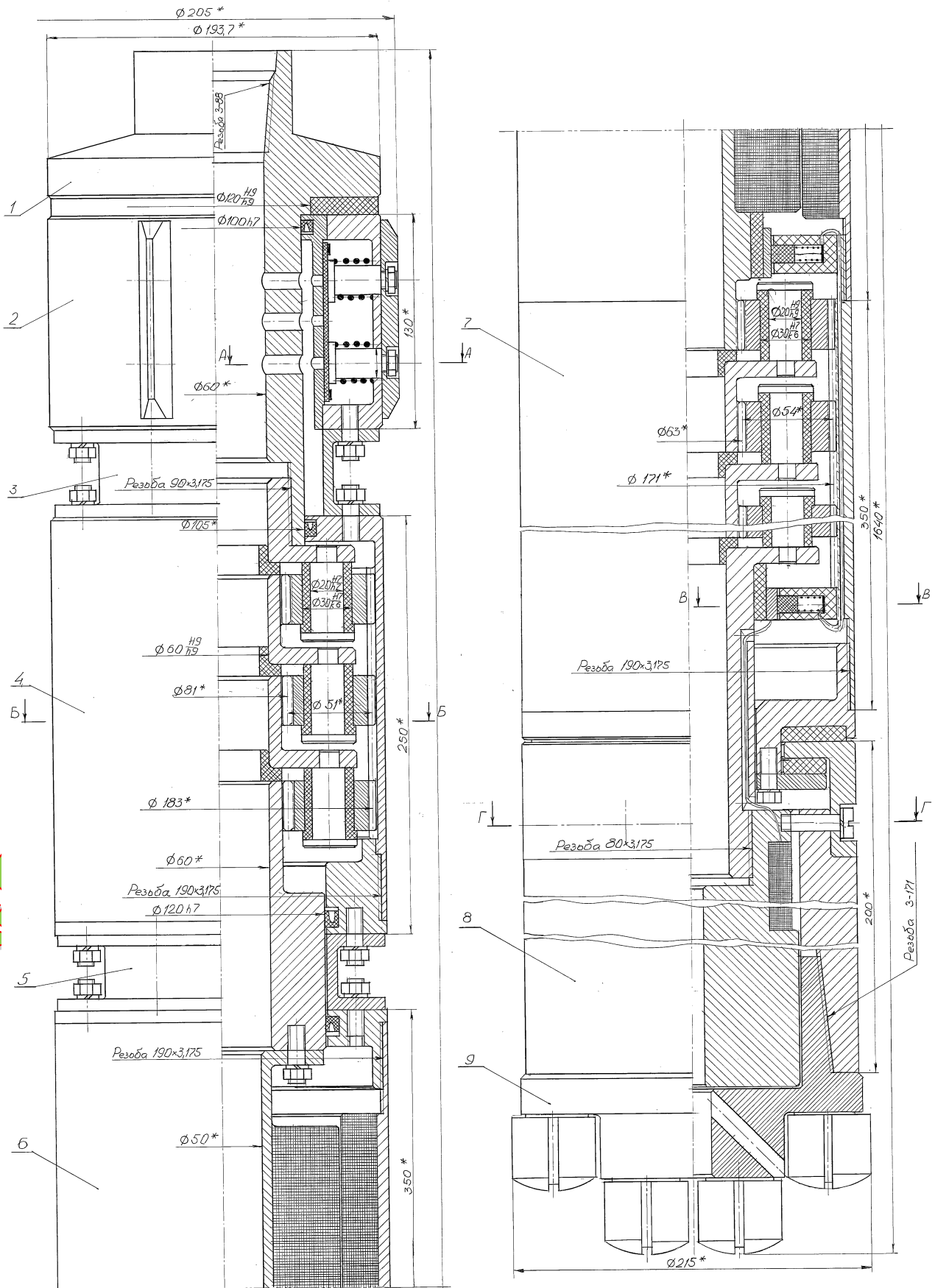


Рисунок 3.1 - Загальний вигляд пристрою для руйнування гірських порід із застосуванням НВЧ-енергії

3.3 Компановка і принцип дії вибійного снаряда

Цей пристрій (рис. 3.1) відноситься до гірничодобувної промисловості і призначено для електротермомеханічного буріння свердловин діаметром 216 мм і більш з продуванням повітрям. Пристрій працює таким чином: до валу 1, на різьбовому з'єднанні кріпляться бурильні труби, снаряд пускається на вибій, частина пристрою (статор), що потім не обертається, розкріплюється у свердловині. У момент подачі стислого повітря в пневматичний розкріплюючий пристрій розташоване в тій, що направляє 2. Верхня частина пристрою з'єднується з мультиплікатором 4, за допомогою фланця 3. Після розкріплювання пристрою у свердловині бурильним трубам повідомляється обертання, труби обертають вал, що прекрепленный до них, 1, вал передає обертання на мультиплікатор 4, який сполучений з валом через венцовую шестерню. Мультиплікатор підвищує частоту обертання бурильних труб в три і вище за рази тим самим створюючи достатню частоту обертання ротора генератора 6, для живлення магнетрона 8, який розташований в різьбовій частині планетарного двоступінчатого долота 9. Магнетрон 8, випромінює НВЧ - енергію яка проходячи по хвилеводах долота 9, яке обертається з набагато нижчою частотою чим ротор генератора 6, за рахунок знижуючого редуктора 7, який сполучений з валом 1, через шестерне з'єднання, ефективно руйнує опромінені ділянки вибою і одночасно розкриває не піддані, що пролягають нижче, опроміненню шари породи. Таким чином досягається підвищення продуктивності руйнування.

Розділ 4 Технологія ТМ буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії. Аналітичні дослідження

4.1 Технологія буріння

Під технологічним режимом буріння розуміється сукупність параметрів, що характеризують роботу породоруйнуючого інструменту, регульованих з поверхні [7,10].

При обертальному бурінні до цих параметрів відносяться:

- Осьове навантаження (C_{oc}), даН
- Частота обертання (n), об/хв
- Витрата промивальної рідини (Q), л/хв

Осьове навантаження визначає силу, прикладену по осі бурового снаряда до породоруйнуючого інструменту. Від її величини залежить характер руйнування гірської породи і величина напруги в ній.

Залежно від межі міцності породи і що виникає під дією осьового навантаження напруги при бурінні можуть мати місце поверхневе стирання, втомне або об'ємне, найбільш ефективне, руйнування.

Величина осьового навантаження розраховується, виходячи з раціональних значень питомого навантаження, що доводиться на один 1 см діаметру долота, :

$$C_{oc} = C_{уд} \cdot D \quad (4.1)$$

де D - діаметр долота.

Частота обертання визначає лінійну швидкість елементів озброєння породоруйнуючого інструменту і частоту поразки ними вибою свердловини.

Із збільшенням частоти обертання до деякої межі механічна швидкість зростає. Обмежується міцністю бурильної колони, потужністю приводу верстака, виникненням динамічних навантажень (вібрацій), інтенсивним зносом озброєння долота.

Розраховується з урахуванням раціональних значень окружної швидкості:

$$V_{окр.} = \pi D \cdot n / 60 \quad (4.2)$$

звідки

$$n = 60 V_{окр.} / \pi D., \quad (4.3)$$

Витрата промивальної рідини V в нашому випадку як промивальний агент виступає стисле повітря, що має ряд переваг :

- необмежена кількість і в будь-якому місці
- мала в'язкість і щільність
- хороша стисливість
- низька теплоємність і теплопровідність.

Ці переваги забезпечують хороше очищення вибою свердловини внаслідок миттєвого розширення стислого повітря і турбулентності висхідного потоку, відсутність противодавлення стовпа рідини на вибій, зниження теплової дії

на стінки свердловини. Буріння з продуванням характеризується високою механічною швидкістю.

При бурінні стисле в компресорі повітря поступає в компенсатор (ресівер)

Використовуються компресори загального призначення з робочим тиском 0,6 - 0,8 Мпа і продуктивністю 5 - 9 м³/с. Необхідна продуктивність компресора

$$Q = 60 V_{\text{вп}} F_{\text{кп}} K, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (4.4)$$

де $V_{\text{вп}}$ - швидкість висхідного потоку повітря в кільцевому просторі між бурильною колоною і стінками свердловини, м/с (20 - 25 м/с - долотами).;

$$F_{\text{кп}} = \pi/4 * (D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{н.бт}}^2) - \text{площа кільцевого простору, м}^2; \quad (4.5)$$

де $D_{\text{скв}}$ - діаметр свердловини, ді.бт2 - зовнішній діаметр бурильних труб До - коефіцієнт запасу (1,05 - 1,1 при бурінні до 200 м і 1,25 - 1,3 - до 500 м)

Осьове навантаження розраховується по формулі: (4.1)

$$C_{\text{ос}} = C_{\text{уд}} \cdot D = 400 * 21,6 = 8640 \text{ даН}$$

При $C_{\text{уд}} = 4 \text{ кН} = 400 \text{ Н}$; [7].

Частота обертання розраховується по формулі: (4.3)

$$n = 60 V_{\text{окр}} / \pi D = 60 * 0,7 / 3,14 * 0,216 = 63 \text{ об/хв},$$

При $V_{\text{окр}} = 0,7 \text{ м/с}$

Необхідна продуктивність компресора :

$$Q = 60 V_{\text{вп}} F_{\text{кп}} K = 60 * 22 * 0,026 * 1,05 = 36 \text{ м}^3/\text{хв}; \quad (4.4)$$

$$F_{\text{кп}} = \pi/4 * (D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{нбт}}^2) = 3,14/4 * (0,216^2 - 0,114^2) = 0,026 \text{ м}^2.$$

Таблиця 4.1 - Параметри режимів буріння.

Тип долота	Діаметр долота D, мм	Осьове навантаження $C_{\text{ос}}$, даН	Частота обертання n, об/хв	Продуктивність компресора Q, м ³ /хв
Планетарне двоступінчате	215,9	8640	63	36

4.2 Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень технології

Математичний опис процесу термомеханічного руйнування гірської породи і визначення на теоретичній основі початкових даних для обґрунтування необхідних значень його параметрів, оптимізації конструкцій породоруйнуючого інструменту і технології термомеханічного колонкового буріння пов'язаний з урахуванням безлічі специфічних особливостей, обумовлених багатоманітністю процесу термомеханічного буріння.

Усі зміни в температурному полі призводять до зміни температурної напруги і теплофізичних властивостей в гірських породах. Безпосередньо у момент закінчення нагріву пограничного шару здійснюється додаток механічного

навантаження і зрізає разупрочненого шару при значно меншій енергоємності руйнування. Результуюче поле термомеханічної напруги визначає величину і характер руйнування, які відбиваються в механічній швидкості буріння [13].

Розробка математичних моделей процесу буріння ґрунтується, передусім, на кількісній оцінці усіх його параметрів, а також на експериментальних залежностях, отриманих при термомеханічному бурінні в стендових умовах.

Теоретично розподіл температури в тепловому полі можна отримати по формулі Б.Б. Кудряшова, виведеній для умов мерзлих гірських порід. З причини того, що випромінювач магнітної енергії знаходиться на незначній відстані від вибою (10-12 см) те рахуємо, що відстань до джерела тепла $Z=0$. Залежність температури на поверхні нагріву прийме вид

$$T = \frac{q}{\lambda} \sqrt{a_n \tau_n / \pi} \quad (4.5)$$

де τ_n - час прогрівання, с; q - тепловий потік, Вт/м²; λ_n - коэфф. теплопровідності гірської породи, Вт/(м²С); a_n - коэфф. температуропровідності, м²/с. Розрахункове значення температури поверхні нагріву склало 1128 До при початку процесу термомеханічного буріння. Таким чином, питомий тепловий потік прямо пропорційний коефіцієнту нагріву породи, питомій силі тертя і назад пропорційний часу нагріву породи.

Температурне поле попереду вибою, генероване НВЧ снарядом і долотом представлено таблицею. 4.2., рис. 4.1.

Таблиця 4.2 - Розподіл температури в температурному полі сектора хвилеводу (за даними Челишкеної В. В.)

Глибина проникнення, см	Час опромінення, с.	Температура нагріву руди за час, К.
2	10	744,3
5	20,2	653,9
10	36,4	612,2
20	36,4	444,3

У кристалічних тілах збільшення температури у присутності високих механічних навантажень, як відомо з термодинаміки гірських порід і теорії обробки металів, може призводити до ряду вторинних процесів : зміни властивостей приповерхневого шару, режиму тертя і інших параметрів. У квазістаціонарній фазі нагріву кристалічних тіл тертям, коли температура

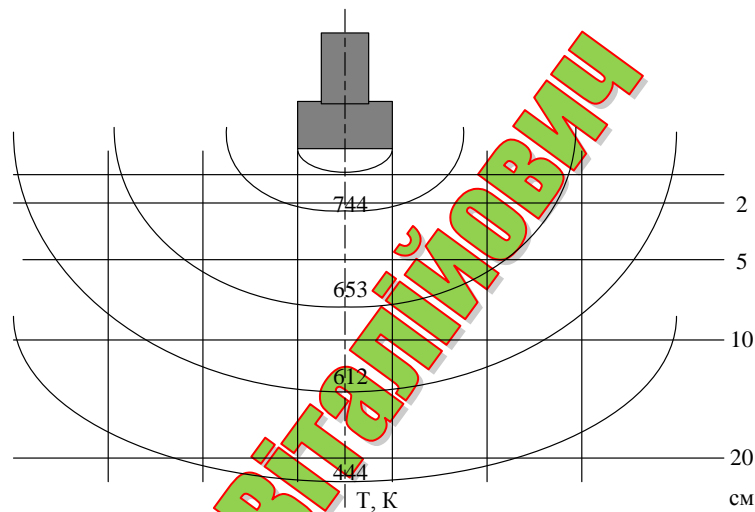


Рисунок 4.1 - Температурне поле під торцем хвилеводів долота.

стабілізувалася, коефіцієнт тертя практично не залежить від тиску на поверхню тертя при зміні в межах 0 - 100 МПа.

Короткі висновки до розділу.

На основі вищевикладеного матеріалу можна відмітити наступне:

- встановлено, що раціональними сферами застосування НВЧ енергії являються безводні розрізи складені нелипкими нестійкими породами VIII - XII категорії по буримості.
- Розраховані оптимальні режими параметрів буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії.
- Вивчений характер розподілу температури в температурному полі електромагнітних хвиль.

Розділ 5 Економічна ефективність впровадженої технології буріння свердловин із застосуванням запропонованої технології

5.1 Критерії економічної ефективності

Останніми роками усього більшого значення набувають прогресивні способи буріння свердловин. Нову бурову техніку і досконаліші технологічні заходи слід впроваджувати на основі розрахунків економічної ефективності.

Економічний ефект від впровадження нової техніки і передової технології характеризується величиною річної економії. Річна економічна ефективність \mathcal{E} (у грн.) визначається порівнянням початкових показників за собівартістю і капітальним витратам з показниками після впровадження нової техніки і передової технології :

$$\mathcal{E}=[(C_C+E_H K_C) - (C_H+E_H K_H)]A_H \quad (5.1)$$

де C_C і C_H - собівартість одного метра буріння до і після впровадження заходів щодо нової техніки, грн.; E_H - галузевий нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності капітальних витрат (для бурових робіт $E_H=0,2$); K_C і K_H - питомі капітальні витрати до і після впровадження нової техніки, грн.; A_H - річний об'єм буріння, виконаний після початку впровадження заходу щодо нової техніки.

5.3 Оцінка економічної ефективності від впровадження запропонованої технології.

За базу порівняння береться буріння свердловин з промиванням водою або розчином. Річний економічний ефект підраховується по формулі (5.1).

Буріння розвідувальних свердловин з продуванням стислим повітрям в порівнянні з бурінням з промиванням забезпечує: збільшення механічної швидкості буріння від 2 до 5 разів і стійкості породоруйнуючого інструменту від 1,3 до 10 разів; [9,12].

Зниження витрат на транспортування води, глини і реагентів для обробки глинистих розчинів; поліпшення умов роботи бурової бригади, особливо при низьких температурах.

На стадії промислових досліджень вибірного снаряда для буріння свердловин із застосуванням НВЧ енергії були отримані наступні дані:

За зіставленими даними при бурінні свердловин середня проходка на долото без застосування НВЧ енергії склала $h_2=35$ м. А середня проходка на долото із застосуванням НВЧ енергії склала $h_1=140$ м[1].

Оцінити економічний ефект від застосування НВЧ енергії якщо термін служби снаряда 2000 м.

1. Визначити витрати на руйнований матеріал на 1 м при бурінні із застосуванням НВЧ снаряда C_2 і без нього C_1 .

$$C_1=C_{AK}3/h_1=5000*3/35=428,5 \text{ грн. ст. - змін} \quad (5.2)$$

$$C_2=C_{AK}3/h_2=5000*3/140=107,2 \text{ грн. ст. - змін;} \quad (5.3)$$

C_{AK} - вартість долота; h_1 і h_2 - середня проходка на долото із застосуванням НВЧ снаряда і без нього.

2. Визначити витрати на додаткові матеріали C_M (у грн./ст. - змін) які збільшуються за рахунок підвищення їх вартості

$$C_M = C_{AM} \cdot 3 / T_{AM} = 5000 \cdot 3 / 2000 = 7,5 \text{ грн./ст. - змін}; \quad (5.4)$$

$C_{AM} = 5000$ грн., вартість НВЧ снаряда; $T_{AM} = 2000$ ч, термін служби снаряда.

3. Економічний ефект при використанні НВЧ снаряда.

$$\Delta = C_1 - (C_2 + C_M) = 428,6 - (107,2 + 7,5) = 314 \text{ грн./м} \quad (5.5).$$

Федоренко Максим Віталійович

Федоренко Максим Віталійович

Розділ 6. Техніка безпеки.

6.1. Загальний стан

До роботи на буровій допускаються особи, що досягли 18 - літнього віку, пройшли медичний огляд і визнані придатними до роботи в геологорозвідувальних організаціях.

Категорично забороняється присутність на території бурової сторонніх осіб і що знаходяться в нетверезому стані. Помітивши небезпеку, загрозливу людям, спорудам, майну, бурильник зобов'язаний прийняти залежні від нього заходи для її усунення.

6.2. Буріння спуско-підймальні операції

Буріння повинне вестися в строгій відповідності з геологотехнічним вбранням.

Перед включенням будь-якого механізму бурильник зобов'язаний подати сигнал, застережливий робітників про пуск механізму. Значення сигналів має бути відоме усім членам зміни.

В процесі буріння забороняється:

- використовувати погнуті провідні штанги;
- застосовувати бурильні труби, знос яких перевищує допустимий.

Допустимий знос бурильних труб діаметром 50 мм залежно від глибини свердловини приведений в нижченаведеній табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Допустимий знос бурильних труб

Діаметр труб в мм	48	48,5	49
Допустима глибина буріння в метрах	500	1200	Більше 1200

В процесі буріння ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- працювати з необгородженим шпинделем бурового верстата;
- продавлювати за допомогою насоса пробки, що утворилися в трубопроводах;
- пускати в роботу насоси після тривалої зупинки зимою без попередньої перевірки прохідності трубопроводу.
- не можна ремонтувати трубопроводи, сальник під час роботи промивального насоса.
- усі шлангові з'єднання повинні виконуватися за допомогою стандартних пристроїв. Використання для цих цілей штирів, дроту, скоб і тому подібне не допускається.

Під час спускоподъемних операцій забороняється:

- Працювати за наявності несправності в лебідці бурового верстата; стояти в безпосередній близькості від труб, що спускаються або піднімаються, або елеватора;
- Спускати труби з тим, що недокрутило різьбовими з'єднаннями;
- Тримати на вазі талеву систему за допомогою вантажу, закріпленого на руків'ї гальма або шляхом заклинювання руків'я;
- Працювати за відсутності сигналізації механізму від перепідйому талевого блоку, а також поганому освітленні в нічний час.

При витяганні керн з колонкової труби забороняється:

- перевіряти руками положення керн в трубі;
- витягати керн шляхом струшування або нагрівання колонкової труби в підвішеному стані вона повинна утримуватися на вазі гальмом, керованим бурильником. Підвішувати трубу слід на вертлюга - пробку або елеватор, при цьому клямка затвора має бути застопорена. Відстань від нижнього кінця труби до підлоги бурової не повинна перевищувати 2 сантиметрів.

6.3. Електробезпека

При монтажі і експлуатації електроустаткування повинні виконуватися вимоги ПУЕ- 76 і санітарних норм.

Загальні вимоги являються: захисне заземлення; занулення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, електричний розподіл мереж, захисне відключення, ізоляція токоведущих частин; компенсація струмів замикання на землю; захисні пристрої, блокування, знаки безпеки; засоби захисту і запобіжні пристосування.

6.4. Аварійні роботи

Виробництво аварійних робіт на свердловині, особливо ліквідація прихватів бурового снаряда, пов'язано з накладенням великих навантажень на бурову вишку, талеву систему, буровий верстат і розтяжки бурової вишки. Тому перед ліквідацією аварії і після неї вищезгадане бурове устаткування повинне піддаватися ретельній перевірці.

6.5. Протипожежні заходи

Бурильник зобов'язаний добре знати правила пожежної безпеки при виконанні геологорозвідувальних робіт і вимагати від своїх помічників строгого дотримання їх.

Навколо бурової установки в радіусі 50 м має бути викошена трава, а територія очищена від вітролому і листя.

Норми оснащення бурової установки протипожежним устаткуванням :

- Вогнегасники:
 - а) пінні - 4 шт.
 - б) вуглекислотні - 1 шт.

- Ящики з піском місткістю 0,5 м куб. і лопатою - 4 шт.
- Відра пожежники - 4 шт.
- Бочка з водою місткістю 250 л - 1 шт.
- Шанцевий інструмент (сокира, багор, лом) - 2 компл.

Палити на буровій заборонено.

Для куріння повинно бути виділено і спеціально обладнано місце.

Бурові вишки, щогли самохідних або пересувних установок в цілях грозозахисних повинні мати заземлення не менше чим в 2 - х точках, окремо від контура захисного заземлення. Опір заземлюючих пристроїв має бути не менше 10 Ом.

Забороняється під час грози виробляти які - або роботи, а також знаходитися на відстані ближче 10 м від заземлюючих пристроїв грозозахист.

6.6. Промислова санітарія.

Для боротьби з шкідливими виробничими чинниками і профілактики захворювань повинні прийматися наступні заходи:

- вдосконалення технологій виробництва;
- устаткування роздягалень, сушок для зволоженого одягу, душових і так далі;
- забезпечення робітників спецодягом, спец взуттям і засобами індивідуального захисту;
- тримання робочих місць в чистоті і порядку.

Для миття працівників після роботи на виробничих ділянках повинні розміщуватися душові. Душові повинні розміщуватися в приміщеннях суміжних зі вбиральнями. Робітники повинні забезпечуватися кип'яченою або газованою водою. Пункти живлення влаштовуються для відпустки живлення працівникам в години внутрішньозмінної перерви.

Для захисту від шуму застосовують спеціальні навушники, шоломи (каска), еластичні вкладиші, тампони з волокнистих матеріалів. Засоби індивідуального захисту мають бути простими і зручними в експлуатації.

Розділ 7

Охорона довкілля

В процесі ведення геологорозвідувальних робіт можуть виникнути наступні види порушень природного середовища :

- відчуження і виведення із ладу орних земель на період бурових робіт;
- нераціональне використання земельних ділянок під планування бурових майданчиків і під'їзних доріг;
- порушення ґрунтового шару і зниження продуктивності ґрунтів на ділянках бурових робіт;
- вступ у водоносні горизонти хімічних реагентів, вживаних як добавки до промивальних рідин;
- перетік підземних вод з одного водоносного горизонту в іншій по затрубному простору свердловини;
- витік і проникнення у водоносний горизонт масел, нафти - продуктів і глинистих розчинів, оброблені хімічними реагентами, на ділянці бурових робіт;
- забруднення підземних вод поверхневим потоком через покинуті свердловини;
- забруднення підземних вод при застосуванні соляної кислотної обробки при вибійній частині свердловини або гідророзриву пласта.

Усі геологічні роботи погоджувати з органами місцевої влади.

Перш ніж приступити до буріння свердловин, необхідно зняти ґрунтовий шар і зберегти його до закінчення робіт для наступної рекультивації земель.

В процесі проведення геофізичних робіт і інших робіт уникати, по можливості, проїзду по полях, що б не порушити ґрунтовий - рослинний шар.

При знятті, складуванні і зберіганні родючого ґрунтового шару прийняти заходи, що виключають погіршення його якості (змішування його з підстилаючими породами, забруднення рідинами і горючий - мастильними матеріалами), а що так само запобіжить розмивши і видування ґрунтового шару, що складе, шляхом закріплення поверхні відвала посівами трав або іншими способами.

Приведення земельних ділянок в придатний стан виробляти в ході робіт, а при неможливості цього не пізніше, ніж в течії трьох місяців після завершення робіт.

Після завершення робіт необхідно провести засипку зумпфов, ліквідацію свердловин, рекультивацію земель.

Рекультивації підлягають землі, що знаходилися під буровими установками, зумпфами, відстійниками, смуги під'їзних доріг.

Біологічна рекультивація включає так само передачу ділянок відновлених земель землекористувачам. При цьому поверхня передаваної ділянки має бути вирівняна, покрита окультуреним шаром і мати можливість стоку, головний під'їзний шлях і господарські дороги.

Загальні висновки

У дипломній роботі науково - дослідницького характеру, на підставі теоретичних і експериментальних досліджень, висунена пропозиція, що полягає у використанні НВЧ випромінювання для додаткового руйнування гірської породи при бурінні свердловин з продуванням повітрям.

В ході виконання дипломної роботи отримані наступні результати:

1. Обґрунтований той факт, що традиційні способи алмазними і твердосплавними долотами вичерпали можливості подальшого прогресу, досягнувши певної ефективності. Досконалішим і прогресивнішим способом руйнування гірських порід є ТМ спосіб руйнування гірських порід. Що має відносно малий коефіцієнт енергоємності 0,1 і досить високий ККД до 90%.
2. Розроблена і обґрунтована конструкція вибійного механізму що дозволяє використовувати НВЧ енергію для додаткового руйнування гірської породи на вибої.
3. Розраховані раціональні параметри режимів буріння із застосуванням НВЧ енергії.
4. На основі теоретичних досліджень встановлена оптимальна сфера застосування розробленого пристрою.
5. Встановлений оптимальний час опроміненя гірської породи достатнє для її руйнування.
6. Проведена оцінка і підрахована економічна ефективність від впровадження технології ТМ буріння із застосуванням НВЧ енергії. Встановлено, що вартість 1 м буріння із застосування НВЧ снаряда на 314 грн. менше, ніж при бурінні без нього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мисник Ю.М. Основы руйнування мерзлых пород СВЧ полями. Ленинград 1982. 212 с.
2. Галяс А.А. Полуянский С.А. Основы термомеханического разрушения горных пород, «Наукова Думка» Киев - 1972 г. 289 с.
3. Судаков А.К. Технология изоляции зон поглощения буровых скважин с применением термопластичных материалов. Днепропетровск 2000 204 с.
4. Воздвиженский Б.Н. Колонковое бурение. Москва Недр 1982 360 с.
5. Волков А.С. Буровой геологоразведочный инструмент. Москва Недр 1979. 286 с.
6. Башкатов Д.Н. Справочник по бурению скважин на воду. Москва Недр 1979. 560 с.
7. Винниченко В.М. Максименко Н.Н. Технология бурения геологоразведочных скважин. Москва Недр 1988. 149 с.
8. Максимов В.И. Новые способы бурения скважин Москва 1971. 55 с.
9. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении. Москва Недр 1986. 253 с.
10. Иогансен К.В. Спутник буровика. Москва Недр. 1986. 294 с.
11. Чельшкіна В.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему: Обоснование и выбор параметров воздействия электромагнитной энергии СВЧ на железистые кварциты для идентификации процесса измельчения. Днепропетровск 1990.
12. Филатов Б.С. Бурение геологоразведочных скважин с продувкой воздухом. Москва Недр 1984.
13. Бродов Г.С. Основы термомеханического колонкового бурения. Санкт-Петербург ВИТР 2001. 55 с.
14. «Детали машин, Расчет и конструирование. Справочник». Том 3. Издательство «Машиностроение» Москва Недр 1969. 99 с.
15. Хоменко В.Л. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему: обоснование конструктивных параметров планетарных долот безударного действия. Днепропетровск 2004.