

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ

---

На правах рукопису

СТЕПАНЕЦЬ Андрій Миколайович

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ  
РУЙНУВАННЯ ЗАБОЮ СВЕРДЛОВИН ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ  
ПРИ ОБЕРТАЛЬНОМУ БУРІННІ

05.15.11 - "Фізичні процеси гірничого  
виробництва"

Автореферат дисертації на здобуття  
наукового ступеня кандидата технічних наук

Київ 1994



00778472 (Z)

Дисертація являє собою

Робота виконана в Інституті надтвердих матеріалів  
ім.В.М.Бакуля НАН України (м. Київ)

Науковий керівник

- доктор технічних наук  
СВЄШНІКОВ Ігор Аркадійович

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук  
БАСИЛЬСЬВ Леонід Михайлович  
- кандидат технічних наук  
ЗАКОРА Анатолій Петрович

Провідна установа:

ДОНЕЦЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ВУГІЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

Захист відбудеться "9" лютого 1995 р. о 10 годині  
на засіданні Спеціалізованої Ради Д 016.56.02 при Інституті  
гідромеханіки НАН України за адресою: 252057, м.Київ, вул.Же-  
лябова, 8/4, ІГМ НАНУ.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ІГМ НАНУ.  
Автореферат розісланий "6" січня 1995 р.

Вчений секретар

Спеціалізованої Вченої Ради,  
кандидат технічних наук

В.І.Плужник

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Буріння неглибоких свердловин великого діаметру у скельних породах неефективне через низькі експлуатаційні характеристики серійного бурового інструменту. Щорічне зростання обсягів буріння свердловин (під опори ЛЕП, пальові фундаменти) потребує вдосконалення існуючих та застосування нових вискоефективних різцевих бурових інструментів. Для створення ефективного інструменту великого діаметру необхідно обґрунтувати параметри розміщення різців, що забезпечують раціональні умови роботи породоруйнівних елементів.

Таким чином, розробка методів підвищення ефективності руйнування забою свердловин великого діаметру при обертальному бурінні являє собою актуальне науково-технічне завдання.

Тема дисертації пов'язана з плановими науково-дослідними роботами (НДР) ІНМ ім.В.М.Бакуля НАН України. Результати цих досліджень представлені у звітах по НДР: 0843 (N ДР 01850021385), 1526 (N ДР 01890047601).

Мета роботи - розробка методів підвищення ефективності роботи різцевого інструменту на основі оптимізації процесу обертального буріння.

Наукові положення, розроблені здобувачем, та їх новизна:

- вперше розроблено критерій оцінки руйнівної здатності введених у гірську породу різців: чим більша площа зони у породному масиві з порушенням умови міцності при введенні інструменту, тим вища руйнівна здатність різців;

- вперше розроблено розрахунковий метод оцінки руйнівної здатності введених у гірську породу різців, що дозволяє оцінити контур можливого руйнування породи і ґрунтується на аналізі напружено-деформованого стану (НДС) породного масиву та на знаходженні у масиві ділянки з порушенням умови міцності;

- вперше для конкретних різців виміряні величини кутів переднього розвалу, нахилу контактної зони, а також знайдені їх залежності від глибини різання і форми різця, визначено відношення висоти контактної зони до глибини різання з метою обґрунтування розрахункових схем чисельного моделювання взаємодії різцевого інструменту з гірською породою;

- вперше для обґрунтування відстані між різцями і висоти уступу, що забезпечують повне руйнування уступу, розроблені чисельний метод інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забоя свердловини на базі реалізації розробленої методики чисельного моделювання з урахуванням критерію оцінки руйнівної здатності різців та експериментальний метод - на основі досліджень руйнування ступінчатого забоя свердловини; вперше розрахунковим шляхом одержані раціональні параметри розміщення різців у залежності від міцності гірської породи; вперше експериментально досліджено змінювання величини зони передруйнування від товщини стружки при спільній дії різців.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується використанням методу кінцевих елементів (МКЕ), що базується на застосуванні відомих положень механіки деформованого твердого тіла; задовільною збіжністю розрахункових даних МКЕ на різних сітках дискретизації, а також розрахункових та експериментальних даних (розбіжність не перевищує 23%); обсягом експериментальних даних, достатнім для того, щоб при довірчій імовірності 0,9 відносна погрішність апроксимації даних не перевищувала 20%; промисловими випробуваннями інструменту, що підтвердили основні наукові положення дисертації.

Значення роботи. Наукове значення роботи полягає у розробці нових підходів до оцінки руйнівної здатності різців та інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забоя свердело-

вини великого діаметру, які дозволяють обґрунтувати раціональну схему розміщення різців і завдяки цьому підвищити ефективність роботи бурів обертальної дії.

Практичне значення роботи полягає у використанні наукових положень, висновків та рекомендацій щодо вибору схеми ураження забою для створення інструменту обертального буріння свердловин діаметром 500 мм, застосування якого забезпечує порівняно з серійним збільшення швидкості буріння у 1,5-2 рази.

Економічний ефект від впровадження розробок з урахуванням часткової участі автора становить 3 млн.крб. (у цінах 1990р.).

Особистий внесок автора полягає у загальній постановці задач і виборі підходів до їх вирішення; у розробці чисельної методики визначення зони можливого руйнування та програмної її реалізації на ПЕСМ; у розробці критерію оцінки руйнівної здатності різців; у використанні експериментально визначеної геометрії зони руйнування для обґрунтування розрахункових схем чисельного моделювання взаємодії з масивом породи різцевого інструменту; у виборі раціональної (з позиції обраного критерію) схеми розміщення різців на бурі; у розробці методики і проведення комплексу експериментальних досліджень змінювання величини зони передруйнування від заглиблення пари різців; у розробці методики розрахунку необхідних силових параметрів бурильної машини для забезпечення роботи керновлашника.

Реалізація висновків та рекомендацій роботи. Результати досліджень, наукові положення, висновки та рекомендації впроваджені при створенні нових бурів обертальної дії машин, що застосовуються для проходження свердловин великого діаметру під опори ЛЕП та пальові фундаменти.

Апробація роботи. Основні результати доповідались на науково-технічній конференції ДГІ "Пути повышения эффективности геологоразведочных работ" (м. Дніпропетровськ, 1990 р.); на

семінарі ІГД ім.А.А.Скочинського "Новое в теории, технологии и технике бурения в шахтах" (м.Москва, 1990 р.).

Робота у цілому доповідалась та була схвалена на об'єднаному науковому семінарі відділів N 8,15,26 ІНМ ім.В.М.Бакуля НАНУ (м.Київ, 1994р.), на засіданні секції Вченої Ради "Надтверді матеріали і композити у породоруйнівному інструменті та вузлах тертя" ІНМ ім.В.М.Бакуля НАНУ (м.Київ, 1994р.), на об'єднаному науковому семінарі ІГМ НАНУ (м.Київ, 1994р.).

Публікації. За матеріалами роботи опубліковано 10 друкованих праць.

Обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів основної частини і закінчення, викладених на 103 стор. машинописного тексту; вміщує 66 рис. на окремих аркушах, 11 таблиць, бібліографію з 139 найменувань та 6 стор. додатків.

#### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Ефективність роботи бурового інструменту в основному визначається умовами руйнування гірських порід у процесі буріння.

Значний внесок у розвиток теорії руйнування гірських порід при взаємодії з інструментом зробили В.В.Царіцин, Е.Ф.Епштейн, І.А.Остроушко, Л.М.Васильєв, Р.М.Ейгелес, Л.Б.Глатман, А.І.Співак, О.Д.Алімов, Л.Т.Дворніков, Г.В.Арцимович, А.Ф.Кичигін, Л.А.Шрейнер, С.Я.Сологуб, Ю.І.Протасов, В.Н.Ретопанов, І.А.Свешніков, М.Р.Мавлютов, І.Ф.Кагарманов, М.Г.Крапивін, Е.З.Позін та ін.

Цікаві дослідження у галузі напрямків удосконалення конструкцій бурового породоруйнівного інструменту були проведені В.С.Федоровим, Л.М.Васильєвим, І.А.Свешніковим, Е.І.Асиченком, Г.Г.Карюком, О.М.Вочковским, Ю.П.Ліненко-Мельниковим, Г.В.Арцимовичем, Л.В.Глатманом, М.Р.Мавлютовим та ін.

Теоретичні дослідження процесу руйнування гірських порід базуються на вивченні НДС порід при взаємодії з інструментом методами механіки деформованого твердого тіла.

У працях Фадєєва А.Б. та ін. зазначається, що чисельні методи дозволяють одержувати рішення при будь-яких складних граничних умовах. Серед різних чисельних методів механіки суцільних середовищ найбільш досконалим є МКЕ.

Бундаєв В.В. та Нікіфоровський В.С. МКЕ досліджують поведінку зони руйнування у породі при змінюванні кута прикладення інструменту до забоя (під уступ) та товщини зруйнованого шару.

Свешніков І.А., Борисенко В.В., Подорога В.А. використовують МКЕ для прогнозування зародження руйнування і подальшого розповсюдження тріщин; досліджують МКЕ НДС та міцність інструменту, аналізуючи останній в точки зору мінімізації об'єму розтягуючих напружень; моделюють сколення при введенні індексаторів призматичної і клинкової форми у плоский забій та його куту зону.

Проте проведені дослідження для практичних завдань не дають конкретних рекомендацій. Тому в роботі поставлені та розв'язані такі задачі:

1. Розробити розрахунковий метод оцінки руйнівної здатності введеного у гірську породу ріжучого інструменту та здійснити його програмну реалізацію на ПЕОМ.

2. Зробити теоретичні дослідження НДС масиву гірської породи МКЕ у взаємодії з різцевим інструментом з урахуванням експериментально визначених реальних геометричних параметрів зони руйнування; для підвищення ефективності роботи бура великого діаметру запропонувати критерій, що базується на дослідженнях НДС породного масиву.

3. Розробити методи інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забоя свердловини за рахунок вибору раціональної

висоти уступу та відстані між різцями, що забезпечують повне руйнування уступу.

4. Використовуючи метод фотолюмінесценції для аналізу зон руйнування і передруйнування породного масиву розробити методу та провести експериментальні дослідження взаємодії різцевого інструменту з гірською породою.

5. Запропонувати практичні рекомендації щодо раціональних схем розміщення різців на буровому інструменті.

Метод оцінки руйнівної здатності введеного у гірську породу ріжучого інструменту розроблювався на основі таких положень. Матеріали пружно деформуються безпосередньо до руйнування. Поставлена задача теорії пружності про знаходження МКЕ НДС масиву породи у вигляді напівпростору при введенні інструменту, у результаті - ділянка разбита на кінцеві елементи (у випадку плоскої деформації - лінійні плоскі трикутні) і знайдено вузлові переміщення, компоненти тензорів напружень та деформацій у центрах ваги кінцевих елементів.

Для імітації умов контакту введено проміжний тонкий шар (у кілька елементів) по методиці О.Зенкевича із зменшеним модулем Юнга породи та заданим коефіцієнтом Пуассона  $\mu = 0,45$ .

Для оцінки руйнівної здатності інденторів, при розгляданні їх взаємодії з породним масивом, аналізувався НДС останнього і знаходилися еквівалентні напруження за теорією міцності Писаренка - Лебедева. Руйнівна здатність вважалася тим вищою, чим більше матеріалу породи перейшло у небезпечний стан за нормальними напруженнями, що перевищують границю міцності, іншими словами, визначалась площа елементів, для яких еквівалентні напруження перевищують допустимі, як площа руйнування (сколення породи, схильної до крижкого руйнування) та її контур.

За формою ріжучої грані усі породоруйнівні елементи, якими оснащують знімні різці бурів великого діаметру, поділяють

на два типи: напівкруглі та клинуваті. Взаємодія цих елементів з масивом породи розглядалась у двох "проекціях", у січній площині, перпендикулярній до передньої і задньої граней, та у площині, що перпендикулярна січній і проходить через напрямок подачі. Це припущення прийняте, оскільки вирішування об'ємної задачі має істотні складності, а також відомі експериментальні дані, обсяг яких дозволяє у загальному вигляді якісно описувати поведінку гірських порід при різанні в процесі буріння. Для оцінки руйнівної здатності різців запропоновано розглянути взаємодію, з використанням схем, зображених на рис.1, 2.

Для обґрунтування розрахункової схеми (рис.1) необхідно описати геометрію ділянки руйнування перед різцем конкретної форми при різанні, тому що літературні дані з цього питання суперечливі. Дослідження виконувались на експериментальному стенді, що створений на базі повздовжньо-стругального верстата мод.7В36. Різання блоків мармуру Газганського родовища ( $\rho_{\text{сш}} = 1250$  МПа) та пісковика Требовлянського родовища ( $\rho_{\text{сш}} = 850$  МПа) проведено твердосплавними різцями двох форм. У дослідях визначалась величина кута переднього розвалу в залежності від глибини різання  $h = (0,5 \dots 3)$  мм і форми різця. При виконанні робіт породні блоки закріплювались у розробленому В.Г.Красніком пристрої, який дозволяє переривати процес різання шляхом горизонтального переміщення вказаних блоків із зони різання з швидкістю, що перевищує швидкість руху різця. Потім будівництвом профілю перехідної ділянки від незруйнованої породи у зруйновану визначалась геометрія зони руйнування породи перед передньою гранню різця (разом з М.Є.Стахнівом).

Для дослідження інтенсивності зон передруйнування застосовано фотолюмінесцентний аналіз, що включає руйнування породи різцем, просочування зони руйнування люмінесцентною рідиною з наступним фотографуванням жовтого світіння люмінофору у тріщи-

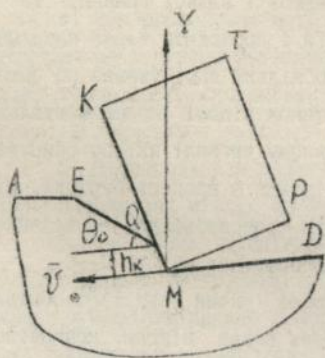


Рис.1 Розрахункова схема взаємодії різця з породою

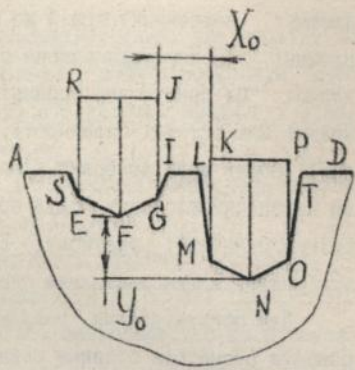


Рис.2 Розрахункова схема взаємодії двох різців з породним масивом

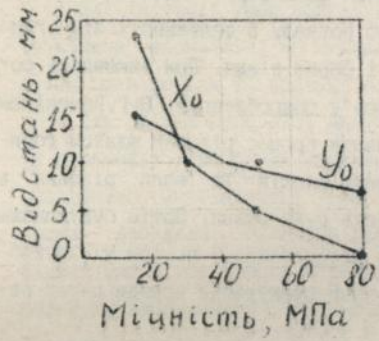


Рис.3 Розрахункові залежності відстані між різцями  $X_0$  і висоти уступу  $Y_0$  від міцності порід

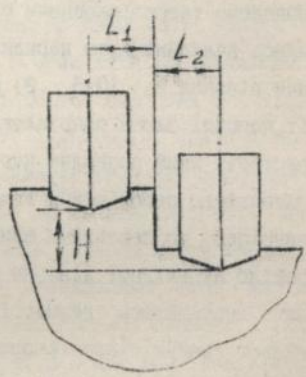


Рис.4 Схема різання ступінчатого блоку породи двома різцями

нах зони передруйнування в ультрафіолетовому світлі.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що на фотографіях видно окремі тріщини, кут нахилу яких до траєкторії різання досягає  $30^\circ$ ; величина кута переднього розвалу  $\theta_0 = 11 \dots 17^\circ$  для досліджених порід, при цьому із зростанням міцності порід  $\theta_0$  досягає максимальних значень, із збільшенням  $h$  помітних змін  $\theta_0$  не спостерігається; висота ділянки контакту передньої грані елемента  $h_k$  складає  $(0,13 \dots 0,27) \cdot h$ ; вплив геометрії індентора на величину кута переднього розвалу  $\theta_0$  і відношення висоти контактної частини до глибини різання  $h_k/h$  для умов наших експериментів незначний.

Розглянуто задачу теорії пружності про введення індентору у породу - малоабразивний пісковик ( $E = 10000$  МПа,  $\nu = 0,19$ ). Індентор - з твердого сплаву ВК6В:  $E = 608000$  МПа,  $\nu = 0,22$ . Розрахункова схема взаємодії породоруйнівного елемента з породним масивом, з урахуванням експериментальних значень  $h_k/h$  і  $\theta_0$ , зображена на рис.1. Прийнято, що грані породного масиву АЕ, ЕQ, МD - вільні (нульові напруження); до індентора прикладені такі переміщення, щоб результуюче переміщення було паралельне площині різання МD; по грані МQ здійснене зчеплення породи з індентором.

З фізичної точки зору ця розрахункова схема являє собою випадок, коли різець взаємодіє з зоною різання, утвореною на забой раніше. Така інтерпретація дозволяє обійти технічні труднощі, що виникають при моделюванні взаємодії інструменту з гірською породою, пов'язані з моделюванням виведення зруйнованого матеріалу (рівняння теорії пружності базуються на припущенні про суцільність деформованого середовища).

Аналіз полів напружень у породі (схема рис.1), показав, що перед різучою гранню різця формується зона всебічного стиснення. Існує ділянка розтягування внаслідок зсуву перед зоною

стиснення, що приводить до утворення тріщин перед різцем, наявність яких зафіксовано на фотографіях зон передруйнування. Це ділянка незруйнованого матеріалу породи, бо розтягуючі напруження не досягають максимальних значень, але завдяки існуванню дефектів у будові гірських порід достатні для утворення локальних тріщин. Звернем увагу на високі розтягуючі напруження у просторі під ведньою гранню різця. Саме їх наявність можна пояснити при різанні твердосплавним різцем блоку породи виникнення тріщин передруйнування, що одержані на фотографіях, і кут нахилу яких до траєкторії досягає  $30^\circ$ .

Методи інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого завою свердловини за рахунок вибору висоти уступу і відстані між різцями, що забезпечують повне руйнування уступу, розроблялися двома шляхами: перший - теоретичний на базі реалізації розробленої методики чисельного моделювання та критерію оцінки руйнівної здатності різців; другий - на основі експериментальних досліджень.

Розглянута розрахункова схема взаємодії двох різців з гірською породою, що представлена на рис.2. Задані граничні умови: грані породного масиву AS, IL, TD та інденторів RE, GJ, KM, PO - вільні (нульові напруження); по гранях RJ і KP прикладені вертикальні переміщення W, паралельні осі OY; по гранях EF, FG, MN, NO здійснено зчеплення різців з породою, по - SE, GI, LM, OT - проковзування. Після вирішення задачі про введення двох інденторів отримано ізолінії полів напружень. Напруження біля кутових кромки інденторів трохи відрізняються завдяки наявності для верхнього різця послабленої ділянки зліва. Зовнішні кутові кромки знаходяться у зоні всебічного стиснення. При цьому не відбувається виколу породи (при невеликому рівні деформування), а тільки її зім'яття. Внутрішні кутові кромки знаходяться у зоні меншого всебічного стиснення (особ-

ливо для верхнього індентора) завдяки наявності розтягуючих напружень. Явно виражена зона розтягуючих напружень між двома інденторами з можливим сколенням породи. Змінюючи відстані  $X_0$ ,  $Y_0$  і аналізуючи НДС гірської породи за критерієм (площа зони можливого руйнування), одержано залежності  $X_0$ ,  $Y_0$  як функції міцності порід ( $\sigma_{cm}$  до 80 МПа), які представлені на рис.3.

Таким чином, значення раціональних параметрів  $X_0$ ,  $Y_0$  одержані у залежності від міцності гірських порід шляхом чисельного моделювання з використанням методу інтенсифікації руйнування ступінчатого забоя свердловини.

Експериментальний метод інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забоя свердловини розроблявся на основі таких положень. У результаті експериментальних досліджень взаємодії різця з гірською породою встановлено, що при глибині різання  $h$  0,1...0,8 мм енергоємність процесу руйнування різцем з напівкруглою ріжучою кромкою (НРК) на 15...20% нижча, ніж різцем з клинуватою ріжучою кромкою (КРК). При глибині різання 0,9...2 мм енергоємність різання різцем з КРК у порівнянні з різцем з НРК нижча на 20...25%, оскільки при глибині 0,9 мм кутові кромки, які мають великі концентратори напружень, взаємодіють з гірською породою.

У відповідності з експериментальним методом інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забоя свердловини виконано комплекс досліджень процесу руйнування гірських порід при спільній дії різців на блоках літовалняку ( $p_{cm} = 1440$  МПа) Алгетського, пісковика ( $p_{cm} = 1380$  МПа) Требовлянського, мармуру ( $p_{cm} = 200$  МПа) Газганського родовищ, оптичного скла ЕК-8 ( $p_{cm} = 2570$  МПа). Схеми проведення експериментів показані на рис.4. Використовуючи фотолюмінесценцію, одержані фотографії зон передруйнування ступінчатих блоків літовалняку. Встановлено, що для різців з НРК форма різця повторює форму різця (відсутність

бокового розвалу при наявності зони передруйнування); для різців з КРК за рахунок бокового розвалу при напівблокованому різанні із збільшенням уступу  $H$  площа загального виколу збільшується і для  $H = 8$  мм - максимальна.

На блоках скла досліджено утворення зони передруйнування при спільній дії різців. Використані тіж самі схеми проведення експерименту. Одержані залежності глибини зони передруйнування ( $H_{3п}$ ) від числа заглиблень при ступінчатому різанні скла. Встановлено, що при послідовному заглибленні у блок різців двох типів зростання зони передруйнування носить стрибкоподібний характер, який пояснюється ефектом екранування тріщин зон передруйнування; не знайдено очевидної залежності  $H_{3п}$  від висоти уступу для різців з НРК; для сталого процесу різання (коли бокові кромки контактують з забоем) величина  $H_{3п}$  для різців з КРК більша, ніж для різців з НРК; для різців з КРК величина  $H_{3п}$  з зростанням висоти уступу  $H$  збільшується, так при  $H = 8$  мм величина  $H_{3п}$  збільшується у 1,5...2,0 рази у порівнянні з схемами різання  $H = 3$  мм і  $H = 5$  мм.

Таким чином, різці з КРК раціонально використовувати у ступінчатих схемах з висотою уступу 8 мм.

Одержано залежності загальної енергоємності руйнування ступінчатого забюю від величини заглиблення різців. Встановлено, що загальна енергоємність руйнування ступінчатого забюю двома різцями з КРК у порівнянні з різцями з НРК менша для мармуру, скла на 30...50%, літвалняку - на 50...95%, пісковіку - на 80%; змінювання загальної енергоємності руйнування ступінчатого забюю різцями з НРК у залежності від схеми різання (змінення  $H$ ) незначне; найменшу загальну енергоємність руйнування ступінчатого забюю при різанні мармуру, скла та літвалняку різцями з КРК має схема різання з уступом 8 мм.

Таким чином, проведенні експериментальні дослідження

підтверджують можливість використання положень, які закладені у розрахунки оцінки руйнівної здатності різців. З цієї точки зору різці з КРК мають більшу зону передруйнування, меншу енергоємність як при одиничному так і при спільному різанні блоків розглянутих гірських порід при товщині стружки більшій 0.9мм, отже їм слід віддати перевагу при оснащенні бурів обер-тальної дії хоч при різанні міцних порід у різців з КРК ймо-вірність сколення кутових кромки більша ніж у різців з НРК.

Для ефективної роботи кернозламника (у центральній части-ні бура) розроблена методика розрахунку необхідних силових па-раметрів бурильної машини; одержана залежність, що зв'язує на-пірне зусилля сколення керна з міцністю матеріалу керна, кутом нахилу кернозламника, діаметром та висотою керна.

Виробничі випробування бурів типу ВП-300 і ВС-500, що ос-нащені різцями РВ-158, РВ-256, РВ-261 проводились на одному з об'єктів ВУ "Спецстрой" комбінату "Якутуглестрой" у селищі Чульман при бурінні технологічних свердловин діаметром 300 та 500 мм і глибиною 10, м бурильною машинкою БКМ-1501. Використан-ня нового інструменту забезпечило підвищення швидкості буріння у 1,5-2,0 рази у порівнянні з серійним, що склало 0,16 м/хв при питомій витраті різців 0,1 шт/м.

#### ЗАКІНЧЕННЯ

У дисертації вирішені актуальні наукові задачі розробки методів підвищення ефективності руйнування забоя свердловин великого діаметру при обертальному бурінні і запропоновані ре-комендації щодо вдосконалення конструкції бурів.

Основні наукові висновки та практичні результати поляга-ють у наступному:

1. Вперше розроблено критерій оцінки руйнівної здатності

введених у гірську породу інденторов: чим більший розмір зони у породному масиві з порушенням умови міцності, тим вища руйнівна здатність різців.

2. Вперше розроблено метод оцінки руйнівної здатності введеного у гірську породу ріжучого інструменту, що дозволяє оцінити контур можливого руйнування у породі і ґрунтується на аналізі напружено-деформованого стану породного масиву та знаходженні розмірів зони у масиві з порушенням умови міцності.

3. Вперше для конкретних форм різців виміряні кути переднього розвалу, нахилу контактної зони та їх залежності від глибини різання і форми різця, визначено відношення висоти контактної зони до глибини різання для експериментального обґрунтування розрахункових схем чисельного моделювання взаємодії різцевого інструменту з гірською породою.

4. Розроблені чисельний та експериментальний методи інтенсифікації процесу руйнування ступінчатого забою свердловини, які полягають в обґрунтуванні висоти уступу і відстані між різцями, що забезпечують повне руйнування уступу.

5. На основі теоретичних досліджень одержані раціональні значення відстані між різцями та висоти уступу, які забезпечують його руйнування; залежності цих значень від міцності гірської породи (до 80 МПа) описуються гіперболічними функціями.

6. Одержано експериментальні залежності утворення зон передруйнування і руйнування при послідовному введенні двох різців вглиб ступінчатих блоків гірських порід і скла від висоти уступу та форми різця, які підтвердили теоретичні висновки (відносна погрішність 15...23%).

7. Досліджено залежності загальної енергоємності процесу різання при послідовному заглибленні двох різців вглиб ступінчатих блоків гірських порід і скла від висоти уступу, форми різця. Встановлено, що енергоємність руйнування ступінчатого

вабою парову різців з клинуватою ріжучою кромкою (КРК) у 1,3...2 рази менше, ніж різців з напівкруглою ріжучою кромкою (НРК) для тих же умов. Серед пар різців з КРК для умов дослідів найменш енергоємна схема з уступом 8 мм.

8. На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтована раціональна схема розміщення ріжучих елементів на бурах обертальної дії.

9. У результаті експериментальних і теоретичних досліджень створено новий буровий інструмент, виробничі випробування якого показали в порівнянні з серійним підвищення швидкості буріння у 1,5-2 рази та зниження питомої витрати різців у 2-3 рази.

Основні положення дисертації опубліковані в роботах:

1. Свешников И. А., Степанец А.Н. Моделирование работы буровых исполнительных органов по крепким горным породам//Синтет. сверхтвердые материалы в буровом инструменте-Киев:ИСМ АН УССР,1988.-с.40-43.

2. Красник В.Г., Коршунов В.В., Степанец А.Н. Бурение мерзлых грунтов инструментом из сверхтвердых материалов//М.: Энергетическое строительство, N 8, 1989.-с.41-42.

3. Свешников И. А., Степанец А.Н., Стахив Н.Е. Новая методика определения параметров разрушения горной породы при резании твердосплавными резаками// Пути повышения эффективности геологоразведочных работ.Тез. докл.-Днепропетровск:ДГИ,1990.-с.16-18.

4. Красник В.Г., Степанец А.Н., Ушаповский Ю.П. Расчет конструктивных параметров керноприемных устройств буровых исполнительных органов//Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. Выпуск 44.-Киев:КИСИ,1991.-с.68-72.

5. Свешников И. А., Степанец А.Н., Смирнов В.Н. Определе-

ние параметров разрушения горных пород при резании твердосплавными резами//Горные, строительные, дорожные и мелиоративные машины. Выпуск 45. - Киев: КИСИ, 1991. - с. 45-48.

6. Свешников И. А., Степанец А. Н., Беспалов С. Ф. К вопросу эффективного разрушения ступенчатого забоя в крепких горных породах//Новое в теории, технологии и технике бурения. Гев. докл. - М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1991. - с. 24-29.

7. Свешников И. А., Степанец А. Н., Гришин А. С. Экспериментальная оценка прочности породоразрушающего элемента оптического-поляризационным методом//Синтет. сверхтвердые материалы в геологоразведочном бурении. - Киев: ИСМ АН УССР, 1991. - с. 30-35.

8. Степанец А. Н., Беспалов С. Ф. Экспериментальные исследования взаимодействия породоразрушающих резов с горной породой. //Новый породоразрушающий инструмент из сверхтвердых материалов: Сб. науч. тр. / АН Украины. НТК ИСМ им. В. Н. Бакуля. - Киев, 1992. - с. 40-42.

9. Степанец А. Н. Методика математического моделирования процесса взаимодействия инструмента с горной породой. //Совершенствование техники и технологии бурения скважин: Сб. науч. тр. / АН Украины. НТК ИСМ им. В. Н. Бакуля. - Киев, 1993. - с. 4-10.

10. Лукаш В. А., Федоренко Н. Д., Степанец А. Н. Анализ отработки резов типа РШ в производственных условиях. //Совершенствование техники и технологии бурения скважин: Сб. науч. тр. / АН Украины. НТК ИСМ им. В. Н. Бакуля. - Киев, 1993. - с. 81-85.

Степанец А. Н. Разработка методов повышения эффективности разрушения забоя скважин большого диаметра при вращательном бурении. Автореф. дис. ... канд. техн. наук по специальности 05.15.11 - "Физические процессы горного производства". Институт гидромеханики НАН Украины, г. Киев. 1994г.

Разработан метод оценки разрушающей способности внедренного в горную породу режущего инструмента, позволяющий оценивать контур возможного разрушения в породе, и основанный на анализе напряженного состояния породного массива, нахождении размеров области в породном массиве с нарушением условия прочности. Разработаны численный и экспериментальный методы интенсификации разрушения ступенчатого забоя скважины, заключающиеся в определении условий разрушения уступа. Обоснована рациональная схема размещения режущих элементов на бурах вращательного действия.

Stepanets A.N. The development of methods of rise of effectiveness of destruction boring face of large diameter in rotary drilling. Abstract of thesis of cand.sc.eng. by the speciality "Physical processes in mining engineering". Institute of Hydrodynamics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev. 1994.

The method has been developed of evaluation of destructive ability of cutting tool introduced in rock enabling to evaluate the contour of possible destruction in rock and based on analysis of stressed state of rock and finding of sizes of zone in rock with infringement of condition of strength. The numerical and experimental methods of intensification of destruction of step boring face, based on definition of conditions of destruction of step have been developed. The outline of arrangement of cutting elements in drills of rotary action has been substantiated.

Ключові слова: буріння, гірська порода, твердосплавні різці, ступінчатий забій, бури обертальної дії, напружений стан порід.

---

Підп. у друк 05.05.93      Формат 60x90/16. Пап. друк. № 1  
Чм. др. л. 1,0.      Чм. кр.-відт. 1,0. Чм.-вид. л. 0,9 Тираж 100  
Замовл. № 674

Інститут надтвердих матеріалів АН України  
252153 Київ-153, вул. Автозаводська, 2  
Ротапринт ІІМ АН України.

AB 31.698

**AB 31.698**