

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, доцента

Дреуса Андрія Юлійовича на дисертаційну роботу

Потапчук Ірини Юріївни

“Обґрунтування параметрів процесу плазмового розширення
наскрізних низхідних свердловин”,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.15.09 – “Геотехнічна та гірнична механіка”

Актуальність обраної теми дисертації.

Процес руйнування гірських порід при розвідці та розробці родовищ корисних копалин є найбільш енерговитратною технологічною операцією. З цієї точки зору, тема представленої дисертації, яка спрямована на вдосконалення одного з найбільш перспективних методів руйнування гірських порід, а саме плазмового термічного руйнування, є актуальною та важливою. На сьогоднішній день, у світі існує кілька команд дослідників, що активно займаються проблемою термічного руйнування гірських порід. Впровадження технологій термічного руйнування гірських порід із використанням впливу низькотемпературної плазми стримується недостатньою теоретичною базою для визначення ефективних режимів теплообміну та газодинаміки високотемпературних теплоносіїв, зокрема, плазми, при їх взаємодії з матеріалом гірського масиву. Створення адекватної математичної моделі термічного руйнування гірських порід при розширенні свердловин із застосуванням плазмового термоінструмента з обґрунтованими ефективними експлуатаційними характеристиками, встановлення закономірностей та визначення параметрів технології термічного руйнування гірських порід має важливе значення для розвитку видобувної галузі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до державної бюджетної теми ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України III-74-19 «Розвиток наукових основ процесів енергоперетворення та вібраційної обробки природних і техногенних матеріалів та вуглецевмісної сировини, накопичення та отримання енергії з низькопотенційних і відновлюваних джерел» (№ ДР 0119U000453), в якій автор є виконавцем.

Наукова новизна отриманих результатів.

До наукової новизни результатів досліджень можна віднести наступні положення:

- вперше встановлено закономірність для градієнту температур на боковій поверхні свердловини від теплогазодинамічних параметрів плазмоутворюючого газу та геометричних параметрів свердловини і теплофізичних властивостей гірського масиву;

- вперше розроблено математичну модель термічного руйнування гірських порід з використанням плазмового термоінструменту, що враховує взаємозв'язок між газодинамічними параметрами високотемпературного теплоносія і термонапруженим станом гірського масиву;

- вперше науково обґрунтована залежність положення максимуму температури на поверхні свердловини при її температурному розширенні, якому відповідає координата початку термічного руйнування гірської породи;

- вперше встановлено раціональне значення тривалості термічної обробки внутрішньої поверхні свердловини, що відповідає мінімальній енергоємності процесу термічного руйнування та визначається температурою та теплофізичними властивостями плазмоутворюючого газу;

- вперше встановлено зв'язок мінімуму питомих витрат енергії на розширення свердловин з початковою температурою та витратою плазмоутворюючого газу, а також кінцевим діаметром свердловини.

Ступінь обґрунтованості і достовірності положень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується: коректністю постановки завдань; використанням фундаментальних положень газодинаміки, теплообміну та теорії міцності, а також апробованих методів розв'язання задач для визначення швидкості та температури плазмового теплоносія і параметрів термонапруженого стану в гірському масиві у процесі їх руйнування; точністю апроксимації отриманих залежностей; достатнім обсягом експериментальних досліджень із використанням адекватних методик і засобів вимірювання; задовільним збігом результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

Значення роботи для науки і практики.

Наукове значення роботи полягає у розвитку теорії термічного руйнування гірських робіт при використанні низькотемпературної плазми та встановленні закономірностей зміни енергоємності процесу термічного розширення свердловин плазмоутворюючим газом.

Практичне значення отриманих результатів: полягає в обґрунтуванні раціональних технологічних параметрів плазмотрона, розроблених методах визначення продуктивності руйнування гірського масиву з використанням плазмового термоінструменту. За результатами досліджень розроблено „Методичні рекомендації по вибору і обґрунтуванню параметрів процесу

плазмового розширення наскрізних низхідних свердловин”, що дозволяє виконувати: розрахунок продуктивності та енергоємності процесу термічного руйнування в залежності від характеристик плазмового термоінструменту; розрахунок режиму роботи плазмового термоінструменту.

Загальна характеристика змісту роботи.

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списків джерел до кожного розділу та 9 додатків. Загальний обсяг дисертації – 198 сторінок машинного тексту, основний текст викладено на 124 сторінках. Текстова частина ілюстрована 55 рисунками і містить 9 таблиць.

В додатках представлені результати експериментального дослідження, акти та довідки про використання результатів досліджень, а також матеріали методичних рекомендацій.

В 1 розділі за результатами аналізу відомих джерел було зроблено висновок про актуальність удосконалення технології та методів розрахунків термічного руйнування гірських порід. Виявлено, що існуючі методики розрахунку параметрів процесу термічного розширення наскрізних низхідних свердловин обмежується розв'язанням за спрощеними математичними моделями або побудовані на результатах частинних емпіричних даних, які придатні тільки для умов проведення експериментів, і, як наслідок, недостатньо обґрунтованими є параметри процесу плазмового розширення наскрізних низхідних свердловин. Виходячи з цього здобувачем було сформульовані мета роботи, задачі і методи досліджень.

В 2 розділі розроблено математичну модель плазмового розширення свердловин, що описує взаємозв'язок між газодинамічними параметрами високотемпературного теплоносія і термонапруженим станом гірського масиву з урахуванням залежностей теплофізичних властивостей теплоносія і гірської породи від температури, на основі якої визначені параметри плазмового розширення низхідних наскрізних свердловин. Визначена раціональна початкова температура плазмоутворюючого газу, встановлена залежність часу розширення свердловини від її кінцевого діаметру і масової витрати плазмоутворюючого газу.

В 3 розділі виконані експериментальні дослідження процесу плазмового розширення низхідних наскрізних свердловин осьовим та кутовим плазмотроном і запропоновано конструкцію плазмотрону, яка відрізняється тим, що анодний вузол обладнано каналами формування плазмового струменя, нахиленими до осі корпусу під гострим кутом. В результаті досліджень визначена залежність енергоємності процесу термічного розширення свердловин від тривалості термічної обробки внутрішньої поверхні свердловини. Встановлено, що при

однакових значеннях теплової потужності час лушення гірської породи кутовим плазмотроном вдвічі менший ніж осьовим, що дає змогу підвищити продуктивність та знизити енергоємність процесу руйнування породи.

В 4 розділі приведені методичні рекомендації для визначення параметрів процесу і технологічних характеристик обладнання плазмового розширення наскрізних свердловин, а також приведено економічний ефект застосування установки плазмового розширення свердловин, який становить 1617,45 грн. на один метр свердловини.

Зміст дисертації повно розкриває її тему.

Публікації.

Основні результати роботи опубліковано в 9 роботах, 6 з яких – в фахових наукових виданнях (4 – у виданнях, що зареєстровані в міжнародних наукометричних базах), 1 – патенти України, 2 – матеріали міжнародних наукових конференцій.

Автореферат та публікації достатньою мірою відображають зміст дисертації.

Зауваження по роботі.

1. Газова динаміка плазмового струменю моделюється дуже спрощеною одновимірною моделлю, без урахування ефектів в'язкості і турбулентності, з використанням явної схеми числового розрахунку, яка потребує аналізу та обґрунтування.

2. Однією з задач дослідження ставиться: побудова математичної моделі термічного руйнування гірської породи, що передбачати аналіз термопружних ефектів в гірській породі, проте основна увага приділяється лише температурним полям, питання щодо термопружного стану гірської породи висвітлено недостатньо.

3. Слід також зазначити, що процес термічного руйнування гірської породи обумовлений не лише термічними напруженнями внаслідок температурних градієнтів, що виникають в породі, але і за рахунок фізико-хімічних перетворень, що мають місце в гірській породі: дегідратації, зміною маси, структурними та фазовими перетвореннями тощо. Цим питанням приділяється недостатньо уваги.

4. Експериментальні дослідження були виконані в стендових умовах, проте не пояснюється наскільки отримані результати адекватні умовам реальних шахт.

5. Слід також зауважити, що переважна більшість посилань на літературні джерела мають більш ніж 10-річний термін, що заважає оцінити сучасний стан проблеми.

6. Зауваження щодо оформлення дисертації: в роботі зустрічаються невдалі позначення і описки, наприклад, розмірність ентальпії на стор. 67 вказано в $\text{м}^2/\text{с}^2$ (в системі СІ це Дж), таблиця 2.4 містить від'ємні значення похибки без

пояснень, дані на рис.2.30 не дають можливості визначити різницю між різними варіантами. числові значення апроксимаційних коефіцієнтів для теплофізичних залежностей (стор.77-87) краще розмістити у додатках, тощо.

Висновок

Зроблені зауваження не мають принципового характеру і не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Потапчук І.Ю. “Обґрунтування параметрів процесу плазмового розширення наскрізних низхідних свердловин” є завершеним науковим дослідженням, в якому отримано наукове рішення актуального наукового завдання, спрямованого на підвищення ефективності технологій руйнування гірських порід при розробці родовищ корисних копалин.

За змістом, об’ємом, одержаними науковими та практичними результатами дисертаційна робота відповідає вимогам до кандидатських дисертацій «Порядку присудження наукових ступенів» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015, № 567 від 27.07.2016, № 943 від 20.11.2019, № 607 від 15.07.2020, а її автор Ірина Юріївна Потапчук, за вирішення важливого науково-практичного завдання, що полягає у встановлення закономірностей та визначення параметрів технології термічного руйнування гірських порід та визначенні ефективних експлуатаційних характеристик технології плазмового руйнування, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – «Геотехнічна і гірнична механіка».

Офіційний опонент, завідувач кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, доктор технічних наук, доцент



Андрій ДРЕУС

Підпис завідувача кафедри аерогідромеханіки та енергомасопереносу, д.т.н., доцента Дреуса Андрія Юлійовича **завіряю**

Вчений секретар ДНУ, к.ф.-м.н., доц.



Тетяна ХОДАНЕН