

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой вязкой жидкости при очень больших числах Рейнольдса // АН СССР. - Т. XXX. - 1941. - № 4. - С. 299-303.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. - ГГТИ, 1948. - 440с. - ч. 2.

УДК 622.236.34

Ю.Н. Вахалин, В.Я. Осенний

ТЕРМОЦИКЛ И ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ РАЗРУШЕНИИ ГОРНЫХ ПОРОД

Розглядаються особливості процесу тріщинно-утворення в результаті термоциклічного ді-
яння на забой при плазменному бурінні. Показано переваги даного способу перед традиційни-
ми при бурінні в погано термобурих породах.

Создание прогрессивной технологии и надежной техники плазменного рас-
ширения скважин в крепких горных породах позволит значительно повысить
эффективность ведения буровзрывных работ в подземных условиях горноруд-
ной промышленности.

В теории термического разрушения предполагается, что на вновь образованной
после отделения частиц поверхности породы температура имеет невысокое значе-
ние и ею пренебрегают при отделении параметров процесса разрушения в после-
дующих циклах, а температура поверхности в момент разрушения является постоян-
ной. Данной предположение справедливо для пород хорошо термобурих, у
которых температура разрушения низкая. Для пород плохо термобурих, имею-
щих высокую температуру разрушения, такое допущение не оправдано. В них на-
блюдается постепенное накопление температуры на вновь образуемой поверхно-
сти. Эффективность процесса разрушения падает и после определенного времени
хрупкое разрушение прекращается совсем. О накоплении температуры в массиве
при разбуривании говорят результаты термического анализа продуктов разрушения
при плазменном воздействии. Шелушки, отделившиеся от массива позже, имели
более высокую среднюю температуру. Термограммы, полученные в результате фи-
зико-химических исследований, свидетельствуют о том, что температурные эффек-
ты в плохо термобурих породах значительно выше, чем в термобурих [1,2].

Восстанавливать начальные условия на вновь образованной поверхности
после перегрева породы и предотвращать заплавление забоя можно путем воз-
действия на забой знакопеременными температурами (термоциклическим воз-
действием). Термоциклическое воздействие на котловую полость приводит не
только к восстановлению начальных тепловых условий на разрушаемой по-
верхности, но и к интенсивному растрескиванию породы после цикла охлажде-
ния. Глубина развития трещин в массив и плотность сетки трещин зависят от
свойств породы, перепада температур при тепловом ударе и времени охлажде-
ния предварительно нагретой породы [3].

После цикла охлаждения новое тепловое воздействие осуществляется на по-
роду котловой полости, нарушенную системой макротрещин. Анализ показы-
вает, что трещины могут располагаться очень плотно а параметром ячейки от 1
мм до 10 мм и уходит в глубину на 150...200 мм [3,4].

Порода, нарушенная системой макротрещин, как объект сопротивления какому-либо воздействию (статическому, ударному, тепловому) ведет себя не так, как монолитная.

С точки зрения статического механического нагружения, разупрочнение породы не столь значительно, как казалось бы, даже при создании очень плотной сетки трещин. Для изучения влияния термоциклического воздействия на снижение статической прочности пород были выполнены соответствующие исследования [5]. Образцы угля и стекла подвергались термоциклической обработке с различными режимами. Перепад температур составлял $T=100...400^{\circ}\text{C}$. В зависимости от режима термоциклической обработки образцы разбивались системой трещин с параметрами ячеек от 1 мм до 10 мм. Затем образцы испытывались на сопротивляемость одноосному сжатию. Снижение прочности образцов доходило до 2,8 раз в зависимости от режимов охлаждения. Анализ результатов измерения прочности показал, что, несмотря на снижение прочности, несущая способность образцов сохраняется на довольно высоком уровне даже при создании в образцах значительно плотной сетки трещин по всей глубине образца. Это экспериментально подтверждает аналитический вывод В.З. Партёна и В.В. Панасюка о том, что определенное взаимное расположение трещин приводит к стабилизации, т.е. устойчивости каждой из них в отдельности и системы в целом. Это связано с интенсивным взаимодействием упругих полей трещин друг с другом. Особенно это проявляется при малых расстояниях между трещинами, когда они теснейшим образом слиты и эффект упрочнения оказывается наибольшим [6].

Изучалась также сопротивляемость породы, нарушенной системой термоциклических трещин, ударному нагружению [4]. Горный массив, состоящий из железистых кварцитов с прослойками гематито-мартитовых роговиков, предварительно прогревался инфракрасным излучателем (ИК) мощностью 38 кВт через опережающую скважину диаметром 0,105 м в течение часа. Затем прогретые стенки скважины интенсивно охлаждались водой в течении 6...10 мин. Визуальный контроль показал, что в массиве вокруг скважины развивалась плотная система трещин на глубину до 250 мм. После этого, в месте термоциклического воздействия предварительно пробуренная скважина расширялась пневмоударником со специальными коронками диаметрами 0,2...0,5 м. Скорость разбуривания возрастала в 2,3...3,5 раза, в зависимости от режима предварительной тепловой обработки и диаметра расширения. Учитывая, что скорость проходки скважины обратно пропорциональна крепости породы, можно утверждать, что термоциклическое воздействие снижает ударную крепость в 2,3...3,5 раза.

Плазменное образование котловых полостей с возвратом начальных тепловых условий охлаждением приводит к растрескиванию поверхности стенок котла. Нарушенность массива отрицательно сказывается на показателях термического бурения. Экспериментами на карьере ЮГОКа установлено снижение скорости бурения на 18 % с увеличением степени трещиноватости [7]. Однако, термоциклическое воздействие - это, очевидно, единственный путь решения проблемы термического разбуривания скважин в плохо термобуримых породах.

Из вышеуказанного следует, что термоциклическое воздействие должно решать задачу охлаждения стенок скважины, но при этом эффект растрескивания массива должен быть сведен к минимуму. Такого результата при плазменном образовании котловых полостей можно достичь, так как прогретый слой породы невелик. Для этого интенсивное охлаждение должно быть кратковременным (10...20 сек.). В этом случае порода охладится, но глубокого растрескивания не будет, так как для создания развитой системы трещин необходима более длительная выдержка охлаждением по времени (от 300 до 2500 сек.) [3,4].

В ИГТМ НАН Украины разработана "Методика расчета параметров термоциклической обработки массива при расширении скважин плазменными генераторами тепла". Методика позволяет рассчитать время воздействия плазмотроном на массив через опережающую скважину до момента прекращения хрупкого разрушения и перехода нагрева в режим плавления, а также рассчитать время охлаждения массива до полного остывания прогретого слоя.

По методике проведен расчет параметров термоциклического воздействия на амфиболо-магнетито-силикатный кварцит плазмотроном мощностью 150кВт. Цикл нагрева породы до начала плавления на примере эгирина составляет порядка 10...15 мин. Затем следует цикл охлаждения продолжительностью до 20 сек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осенний В.Я. Результаты исследований термического расширения скважин в шлохо термобуриемых породах // Плазмотехнология-97:Сб.науч.тр.-Запорожье,1997.-С.229-232.
2. Шумриков В.В., Осенний В.Я. Топотаксические превращения горных пород под действием энергии воздушной плазмы // Готехническая механика: Межвед. сб. научных работ / Ин-т геотехнической механики НАН Украины.-Днепропетровск,1998.-Вып.7.-С.164-169.
3. Разрушение горных пород при термоциклическом воздействии / А.Н. Москалев, Е.Ю. Пигида, Л.Г. Керкилица, Ю.Н. Вахалин.-Киев: Наук.думка, 1987.-248 с.
4. Вахалин Ю.Н., Трохимец Н.Я., Ляш С.И. Создание машин для бурения скважин большого диаметра в крепких горных породах // Машинны для підприємств гірної промашленности. Сб. науч. тр.-Киев:Наук.думка,1986.-С.85-91.
5. Москалев А.Н., Керкилица Л.Г., Вахалин Ю.Н. Разупрочнение угольного массива термоциклическими нагрузками//Повышение эффективности разрушения горных пород.Сб.науч.тр.-Киев:Наук.думка,1991.-С.76-84.
6. Финкель В.М. Портрет трещины.-М.:Металлургия,1989.-192с.
7. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термическое и комбинированное разрушение горных пород.-М.:Недра,1978.-304 с.

УДК [622.7.002.5:621.926.5]-192

В.В. Смирнов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УНИКАЛЬНОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Запропоновано засіб одержання початкових даних для оцінки надійності експериментальних зразків нових видів обладнання і унікальних гірничих машин. Наведені розрахункові формули для основних показників надійності, рекомендованих для гірничо-збагачувального обладнання.

Под экспериментальным методом определения надежности понимается метод, основанный на статистической обработке данных, получаемых при испытаниях или эксплуатации оборудования. Данные наблюдений за определенным, достаточно большим числом объектов образуют статистическую выборку.