

облучаемой плазмы, позволяет увеличить степень ионизации и температуру газа T_r ($\Delta T \approx 2000-2500$ K), колебательных температур молекул и радикалов, например $\Delta T(\text{CN}) \sim 3700$ K, а $\Delta T(\text{C}_2)$ - 4000 K, и, следовательно, обеспечить неравновесную плазму [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Льюис Б., Пиз Р.Н., Тейлор Х.С. Процессы горения. -М.: Госиздат физ. мат. лит-ры, 1961.-542с.
2. Георгиев И.Б., Михайлов Б.И. Газификация угля в плазме водяного пара // Химия высоких энергий, 1991.-Т.25.-№1.-С.76-80.
3. Легасов В.А., Русанов В.Д., Фридман А.А. Неравновесные плазмохимические процессы в гетерогенных системах//Химия плазмы. - М.: Атомиздат, 1978.-С.117.
4. Шумриков В.В., Алымов Б.Д. Физические предпосылки создания лазерного катода электродугового плазмотрона. Плазмотехнология. Сб. научн. трудов. Запорожье, 1997.-С.125-129.

УДК 622.233.916.25

Л.Т. Холявченко

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИН В ПРОЦЕССАХ ОТРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Приведені результати розробки, випробувань та впровадження в промислових умовах шахт ПО Кривбасруда технології та установки плазмового розширення вибухових та компенсаційних свердловин з діаметра 105 до 350-500 мм. Дана оцінка економічних показників подрібнення гірничого масиву з використанням технології плазмового розширення. Табл. 1. Бібліогр.: 4 найм.

Существенное улучшение технико-экономических показателей буровых работ при отработке крепких руд и магнетитовых кварцитов возможно созданием высокопроизводительной техники на основе новых

физических методов разрушения горных пород с использованием тепловой, электрической энергии или же их комбинации с механической [1,2], а также разработкой и внедрением энергонасыщенных технологий для управляемого локального разрушения. Рядом испытаний в промышленных условиях метода, экспериментальных образцов установок и технологии [3,4] плазменного расширения скважин, ИГТМ НАН Украины установлены высокие показатели процесса термического (плазменного) разрушения в скважине. В таблице представлены обобщенные результаты этих испытаний в различных горногеологических условиях шахт им. Орджоникидзе, им. Ленина, Гвардейская, Первомайская-1 ПО Кривбассруда. Во всех случаях расширялись сквозные нисходящие скважины глубиной от 30 до 60 м с диаметра 105 до 250-500мм. В общей сложности расширено свыше 1000 м взрывных и около 600 м компенсационных скважин. Установлено, что техническая производительность процесса зависит от диаметра расширения, типа разрушаемой породы (руды), технологии расширения скважины и состояния горного массива. Она может снижаться в несколько раз от максимально достигнутой при заметной трещиноватости и обводненности массива, при уменьшении вместимости кварца и снижении крепости руд (пород).

Установлено, что объемная производительность, достигающая максимального значения $0,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, характерна для кварцесодержащих, крепких ($f \geq 12$), монолитных пород - магнетитовых, амфиболомагнетитовых, силикатно-магнетитовых кварцитов, джеспилитов и др. В значительной мере зависящая от диаметра расширения, линейная производительность для данного типа пород составляет: при расширении до диаметра 200-220 мм - 4,5-5 м/ч; 300-330 мм - 2,0-2,5 м/ч; 380-400 мм - 1,6-1,8 м/ч; 480-500 - 0,4-0,5 м/ч. И в то же время для аспидных сланцев, где минералы кварца отсутствуют, а крепость не превышает восьми единиц, линейная производительность расширения в 7-8 раз ниже, чем на породах выше перечисленной группы. Отсюда просматривается область рационального применения плазменного метода расширения скважин -

монолитные, обезвоженные, кварцесодержащие руды (породы) с коэффициентом крепости свыше 10 по шкале проф. Протодьяконова.

Таблица 1 - Основные технические показатели расширения скважин с помощью плазмотрона мощностью 140-150 кВт

Характеристика разрушаемой породы	Технология термического воздействия	Диаметр расширения, мм	Техническая производительность, м/ч	Общая длина расширенных скважин, м
Лагнетитовый кварцит, $f = 15-20$	прямой газовый поток	300	1,7	20
		380-400	1,57	300
		480-500	0,5-0,6	220
	отраженный газовый поток	300-330 400	2,3-2,5 1,75-1,8	20 24,5
Кварцит амфиболомагнетитовый, $f = 10-12$	прямой газовый поток	450	0,9-1,0	35
Метасамотит амфиболомагнетитовый, $f = 10-12$	- " -	300	0,9-1,0	26
Силикатно-магнетитовый кварцит, $f = 15-18$	- " -	450-480	0,5	30
Аспидные сланцы, $f = 7-8$	- " -	200-220	0,4-0,6	38

Кроме этого, линейная производительность расширения скважин находится в заметной зависимости от диаметра расширения. Из таблицы следует, что с увеличением диаметра на 60-70%, при мощности расширителя, равной 150-160 кВт, она снижается в 3-3,2 раза. Объясняется это не только возросшим в геометрической прогрессии объемом термически разрушенной породы. Специально поставленными исследованиями установлено, что объемная производительность разрушения в зависимости от диаметра носит явно выраженный экстремальный характер. Максимальное ее значение, при выше

отмеченной мощности расширителя, относится к диаметру 200-300 мм. Резкое снижение производительности, с дальнейшим увеличением диаметра, объясняется уменьшением удельной плотности теплового потока на непрерывно увеличивающейся поверхности разрушения.

Заметное влияние на производительность разрушения в скважине оказывает технология расширения. Установлены четыре варианта технологии плазменного расширения сквозных нисходящих скважин, отличающиеся прямым и отраженным направлением движения высокотемпературного потока газов и направлением движения самого расширителя в скважине [4]. Общим для всех вариантов технологии является предшествующие расширению подготовительные работы - бурение опережающей (пилотной) скважины с горизонта на горизонт; вскрытие скважины с выработок ниже лежащего горизонта. Исследованиями каждого из вариантов установлено, что все они отличаются производительностью, условиями выпуска продуктов разрушения и работы расширителя в скважине. Несмотря на то, что производительность разрушения отраженным газовым потоком на 20-25% выше, все же по технической простоте и более предпочтительным эксплуатационным показателям к практическому применению рекомендован вариант расширения прямым газовым потоком с встречным ему направлением движения расширителя. В этом случае подводимое устройство и сам расширитель не подвержены воздействию высокотемпературного потока отходящих газов, а значит исключается необходимость их охлаждения и применения жаропрочных материалов. Конструкция установки значительно упрощается. Вынос продуктов разрушения производится под действием гравитационных сил в направлении пылегазового потока в выработки ниже лежащего горизонта. Энергия плазменной струи используется только для разрушения. Разнесенные по разным горизонтам рабочее место оператора установки и место выброса отработанного пылегазового потока обеспечивают безопасные и комфортные условия работы персонала, обслуживающего установку, по факторам запыленности, загазованности и шуму.

Для реализации в промышленных условиях метода плазменного расширения скважин Институтом геотехнической механики разработана, изготовлена и испытана в промышленных условиях установка плазменного расширения скважин (1УПС). Она предназначена для расширения диаметра нисходящих взрывных скважин со 105 до 500 мм на глубину до 65 м в кварцесодержащих породах и рудах с $f \geq 10$ и использования при проходке восстающих и горизонтальных выработок бессекционным взрыванием скважинных зарядов на компенсационную полость, расширенную до диаметра 500мм. Может быть использована при оборудовании других инженерных сооружений различного технологического назначения. Установка представляет собой самоходный агрегат на гусеничном ходу, состоящий из отдельных узлов, взаимосвязанных единой электрической и пневмо схемами. Основные узлы агрегата: рабочий орган (плазмотрон-расширитель); самоходная часть, на которой смонтированы все элементы конструкции; подводящее (кабель-шланг) и подающее (кабель-барабан) устройства; шкафы электро- и пневмооборудования; системы автоматики сигнализации и контроля. Энергопитание установки осуществляется от электростанции типа ТСШВП мощностью 180-200 кВт, напряжением 660-690 В, а также от шахтной пневмосети с давлением 0,45-0,5Мпа и расходом воздуха до 0,033м³/с. Габаритные размеры установки: 2800x1350x1600мм, масса 3200 кг.

Комплекс узлов 1УПС, размещенных на гусеничной ходовой тележке, функционально обеспечивает следующие технологические операции: перемещение установки от скважины к скважине в пределах одного забоя со скоростью 10-12 м/мин; подачу рабочего органа в скважину на заданную глубину с маневренной скоростью 7-9 м/мин; подъем рабочего органа в режимах ручного и автоматического циклического перемещения при расширении скважины и с маневренной скоростью при выполнении операций по его технологическому перемещению; автоматическую и синхронную с процессом расширения герметизацию устья скважины в процессе ее расширения; двухступенчатый запуск плазмотрона и стабилизацию горения дуги; контроль режимов работы расширителя;

программное и автоматическое управление процессом расширения; автоматическую укладку кабель-шланга; контроль токов утечки в цепях постоянного и переменного токов. Дистанционное, с выносного пневмопульта, управление ходовой тележкой, а также реверсивный ход ее привода обеспечивают свободное маневрирование агрегата и его точную установку над скважиной.

Выполненный технико-экономический анализ показывает, что при плазменном разбурировании условного блока магнетитовых кварцитов скважинами расширенного диаметра до 250-320 мм, приведенные издержки потребителя в 5-6 раз ниже по сравнению с механическим его разбуриванием пучком параллельно сближенных скважин диаметром 105 мм с помощью станка НКР-100 М, составляющего 98% бурового парка станков глубокого бурения подземного Кривбасса. При этом в 2,5-3 раза увеличивается производительность труда, в 6-8 раз уменьшается расход твердосплавного бурового инструмента. Кардинально меняются условия труда горнорабочего, обслуживающего установку, из-за отсутствия каких либо вредных воздействий (шум, пыль, вибрации и т.п.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахов Г.М., Сиволобов М.И. Циклично-поточная технология подземной разработки магнетитовых кварцитов.-Киев: Наук. думка, 1986.-128с.
2. Москалев А.Н., Галяс А.А., Трохимец Н.Я. Пути повышения эффективности бурения скважин большого диаметра в рудных шахтах.-М.: Горный журнал, 1985.-№10.-С.42-43.
3. Полуянский С.А., Холявченко Л.Т., Алымов Б.Д. Исследования метода плазменного расширения скважин в подземных условиях.-М.: Горный журнал, 1981.-№10.-С.58-59.
4. Холявченко Л.Т. Технология и технико-экономический анализ отбойки магнетитовых кварцитов скважинами увеличенного диаметра. // Способы разрушения и управления состоянием горного массива.-К.:Наук. думка, 1985.-С.121-127.