3. *Кулешов А.А.* Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров. – М.: 1980.

4. *Оводенко Б.К.* Горные работы на карьерах Заполярья. – Л.: 1972.

Коротко об авторах

Киприянов Г.О. – Якутский государственный университет.

© А.Г. Михайлов, 2004

УДК 622.271

А.Г. Михайлов

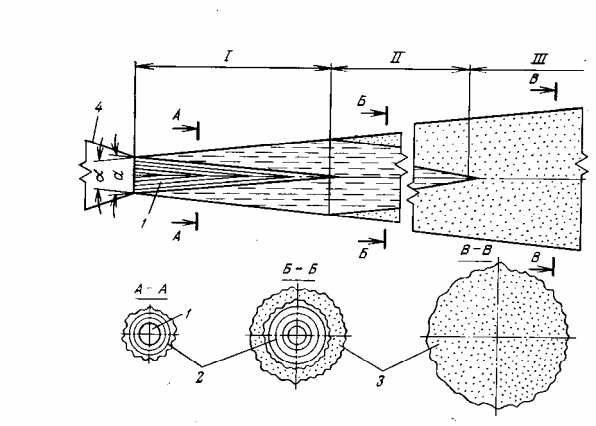
*РАЗМЫВ ПОРОД ВОДОГАЗОВЫМИ СТРУЯМИ**

Семинар № 12

Главным фактором при струйном разрушении массива забоя, по мнению ряда исследователе [1, 2], является динамическое давление струи. Выбрасываемая под давлением струя воды аналогична твердому телу по характеру воздействия на забой. В то же время известно [3], что разрушение массива водной струей происходит при удельном давлении, значительно меньшем временного сопротивления пород, характеризуемого величиной сопротивления вдавливанию в породу плотномера. Соотношение разрушающих усилий давления на породу струи плотномера имеют существенные различия для разных типов пород. Для глинистых пород соотношение составляет 10–15, а для песчаных грунтов его значение находится в пределах 5–7. Принято считать [1], что разница разрушающих усилий обусловлена динамическим характером воздействия струи и гидродинамическим силам, возникающим при проникновении отдельных струек воды в поры грунта [4].

Безусловно, фактор динамического давления водной струи является основным, без которого разрушения массива происходить не будет. Однако не менее важным является факт использования самой воды в процессе разрушения. Именно этим может быть объяснено существенное снижение давления (почти на порядок) для водной струи на забой, при котором осуществляется разрушение массива, и разница в соотношениях разрушающих давлений струи для разных пород. Наличие избыточной воды (выше естественной влажности) обусловливает включение природного механизма дезинтеграции материала массива. Характерно это явление только для массивов пород, природа связей частиц которых основана на водных оболочках. Дополнительная вода, подаваемая на забой массива, снижает крепость пород, уменьшая силу сцепления смежных частиц посредством перевода связей между частицами с оболочек прочносвязанной воды на более низкий уровень – оболочки рыхлосвязанной воды. Однако, взаимодействие глинистых пород с водой, характеризуемое набуханием и размоканием, процесс для пород с высоким содержанием глинистых частиц является достаточно медленным. Физика процесса набухания представляет собой вначале гидратацию наружного слоя частиц, получавшего доступ к свободной воде, а образовавшиеся гидратные оболочки проникают

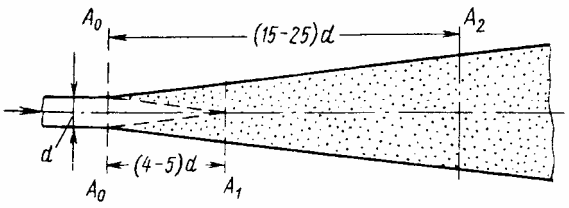
*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 02-05-64372)

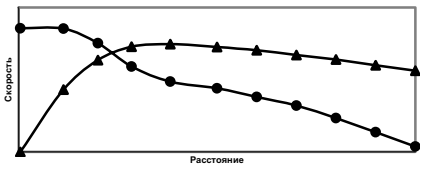


между частицами и тем самым препятствуют проникновению воды внутрь массы. Частицы внутренних слоев могут гидратироваться только в результате диффузии воды из наружных слоев. Природный процесс набухания для различных типов глинистых пород без удаления дезинтегрированных внешних слоев протекает со скоростями от единиц до десятков миллиметров в час. Скорость природной самодезинтеграции глинистого материала можно характеризовать как медленный процесс, если в расчетах использовать толщину разрушаемого слоя, превосходящую более чем на порядок по отношению к среднему размеру частиц разрушаемого слоя массива, при условии протекания процесса набухания в статических условиях, т.е. без дополнительных внешних разрушающих воздействий. Приложение внешних разрыхляющих воздействий (механических либо акустических) позволяет осуществлять насыщение водой в слое до десяти частиц с минимального значения величины естественной влажности до максимального значения в пределах секунды. При дальнейшем увеличении толщины слоя за пределы внешнего разрыхляющего воздействия скорость насыщения водой массива резко падает. Насыщение материала водой свыше максимального значения естественной влажности практически не происходит. Материал остается связанным, но на уровне рыхлосвязанной оболочки пленочной воды. Поскольку прочность связей частиц на уровне рыхлосвязанной оболочки ниже соответствующим связям на уровне прочносвязанной водной оболочки на порядок [5], то энергетических усилий на осуществление полного разрушения насыщенного слоя требуется соответственно меньше на порядок.

Струйная обработка забоя кроме фактора наличия воды, создает давление на внешний слой забоя массива, посредством которого интенсифицируется насыщение материала массива водой и последующее удаление разрушенного слоя. Этот процесс весьма технологичный и вряд ли стоит отказываться от него при разработке рыхлых массивов месторождений. Важным является поиск оптимальных технологических решений процесса струйного разрушения массива. Существенными недостатками существующего метода разрушения массива гидромониторными струями являются высокие затраты на создание напорной струи и большой расход воды. Это значительно ограничивает область его применения. При существующем гидравлическом способе разработки на единицу объема разрушаемой породы необходимо до 20 и более объемов воды. В то время как для осуществления собственно процесса разрушения материала массива в забое с полной дезинтеграцией частиц достаточным является объем воды не превышающий объем отделяемой породы.

При гидравлическом способе разрушения массива разрушающим рабочим телом является струя воды. Структура струи после выхода из насадки гидромонитора (рис. 1) меняется от сплошной водной массы на начальном участке до потока водных капель в воздухе на конечном участке. Основными параметрами струи, обусловливающие процесс разрушения материала в забое, служат сила давления на забой и длина рабочего участка струи. Эти параметры обеспечиваются напором вод-





.

Рис. 1. Структурная схема гидромониторной струи: I – начальный участок; II – основной участок; III – участок распада струи; 1 – ядро; 2 – смесь капелек и струек воды с воздухом; 3 – поток капелек воды в воздухе

ной струи и диаметром насадки. Главным энергетическим носителем является напор. Он создается насосным оборудованием.

Обеспечение основных параметров струйного разрушения пород может быть осуществлено скоростной газовой струей, в составе которой присутствует водная составляющая. Струя газа при добавлении воды на начальном участке имеет аналогичную с гидромониторной струей структуру на ее конечном участке (рис. 2). В пределах соответствия необходимого давления на забой водогазовая струя будет служить альтернативой гидромониторной струе.

Подача воды в область газовой струи осуществляется на начальном участке. Газ, перемещающийся с высокой скоростью, дробит воду на мелкие капли и разгоняет, передавая энергию воде. Далее участка водного насыщения струи двигается водогазовая смесь. Именно она и служит рабочим разрушающим телом, воздействующим с забоем. Общая характеристика передачи кинетической энергии от газа к воде на участке насыщения газовой струи водой приведена на рис. 3.

На начальном участке газовая струя дробит воду на мелкие капли и разгоняет их. Далее, за пределами начального участка струи, скорость водных капель уже превышает скорость газа. Разница скоростей воды и газа в струе зависит от водонасыщенности струи. Чем больше водной составляющей, тем меньше разница скоростей.

Главным отличием водогазовой обработки является то, что носителем энергии является высокоскоростная струя газа. Из известных средств, которые могут быть применены в качестве генератора скоростной струи, наиболее приемлемым вариантом может являться аналог прямоточного реактивного двигателя. Такой аппарат весьма компактен и состоит из камеры сгорания, в которую подают по продуктопроводам топливо и окислитель, а на выходе оборудован соплом. В камере сгорания сжигается смесь высококалорийного топлива (газ, керосин, бензин, дизельное топливо) с окислителем (кислород, воздух), в результате которого образуются газообразные продукты, выбрасываемые со сверхзвуковой скоростью из сопла. Именно такой способ обеспечивает достаточно высокую мощность при малых габаритах и массе и, при этом, оборудование может работать в автономном режиме.

С технологической точки зрения применение способа разрушения массива водогазовыми струями имеет незначительные отличия от способа разрушения гидромониторными струями. Основные из них заключаются в снижении расстояния до забоя и применении принудительного удаления разрушенного материала.

Преимущества водогазовых струй над водными, создаваемыми гидромониторами, заключаются, прежде всего, в возможности регулирования в широком диапазоне степени водонасыщенности рабочего тела струи. Осуществлять эту операцию можно как эжектированием при безнапорном подводе воды, так и регулированием расхода при напорной подаче. Возможность обеспечения использования оптимального объема воды в процессе разрушения материала в забое позволяет расширить область применения струйного метода вплоть до применения в безводных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никонов Г.П., Кузьмич И.А., Гольдин Ю.А.* Разрушение горных пород струями воды высокого давления. – М.: Недра, 1986.

2. *Шавловский С.С.* Основы динамики струй при разрушении горного массива. – М.: Наука, 1979.

Рис. 2. Схема газовой струи: A_0 – A_1 – начальный участок; A_0 – A_2 – участок водонасыщения

3. *Шорохов С.М.* Технология и комплексная механизация разработки россыпных месторождений. – М.: Недра, 1973.

4. *Нурок Г.А.* Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. – М.: Недра, 1985.

Рис. 3. Изменение скорости газа и воды на начальном участке струи: 1 – вода; 2 – газ

5. *Шварцев С.Л.* Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1996.

Коротко об авторах

Михайлов А.Г. – ИХХТ СО РАН, Красноярск.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ГЕОФИЗИКА»			
ФАТХУТДИНОВ Исламнур Хасанович	Прогнозирование и предупреждение осложнений при бурении глубоких скважин в неустойчивых глинисто-аргиллитовых отложениях	25.00.15	к.т.н.

© Н.А. Туласынов, 2004

УДК 622.271

Н.А. Туласынов

ЛЬДОПОРОДНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

Семинар № 12

Подавляющее большинство осваиваемых месторождений Севера отрабатывается открытым способом, который сопровождается нарушением земель на большую глубину со значительным изменением гидрогеологических условий района разработок и его ландшафта, перемешиванием пород и выносом на дневную поверхность неплодородных пород. Следствием этого является непредвиденное и опасное нарушение экологического равновесия земли. Поэтому Север особенно нуждается в реализации технических решений с меньшей трудовой ресурсоемкостью, в чистых и безотходных технологиях. На землях, перспективных для сельскохозяйственного использования, размещены отвалы пород обьемом свыше 1 млрд. м^3. Только за последние 20 лет горнодобывающими предприятиями нарушены свыше 200 тыс. га земель. Сложилась и прогрессирует тенденция накопления нарушенных, неотработанных и невосстановленных земель, так как ежегодно восстанавливается земель значительно меньше чем, нарушается.

При разработке мощных пологих и горизонтальных месторождений с коэффициентом вскрыши больше 1 выработанное пространство не полностью заполняется породами вскрыши с учетом коэффициента разрыхления. Кроме