

О ПРИМЕНЕНИИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

А. Г. Хуташивили

Проведение горных выработок в слабых неустойчивых породах затруднено и требует применения специальных способов—замораживания пород, инъекции закрепляющих веществ, осушения. Наибольшие трудности для ведения горных работ представляют глинистые водонасыщенные породы со слабой фильтрационной способностью, не поддающиеся упрочнению большинством широко распространенных способов. В настоящее время выработки в таких условиях проводятся в основном с применением замораживания пород.

В последние годы в промышленном и гражданском строительстве широко распространены методы упрочнения глинистых пород с применением постоянного электрического тока, вводимого в породу самостоятельно или с растворами химических веществ (электроосмотический и электрохимический методы упрочнения). Для этих методов разработаны технологические схемы, рекомендованы оптимальные режимы упрочнения, составлены технические условия для применения на различных объектах строительства [3]. Однако при проведении горных выработок они используются очень редко, несмотря на ряд несомненных преимуществ, обусловленных простотой оборудования и технологии, небольшим сроком подготовительных работ и демонтажа оборудования, возможностью необратимого упрочнения пород. Небольшое число исследований, посвященных внедрению указанных способов в практику горных работ, вызвало некоторые единичные не вполне удовлетворительные примеры их использования [1,5].

Анализ физико-химических процессов упрочнения и конечных результатов позволяют установить, что указанные методы, при их технически грамотном использовании, могут дать значительный эффект в улучшении условий проведения и поддержания выработок в водонасыщенных слабых глинистых породах [3, 6, 8, 10]. Электрохимическими методами к настоящему времени успешно закреплены плавучи при проходке подземных выработок в СССР и ГДР [4, 6], причем сравнение с методом замораживания показало значительную экономию средств и времени [6]. Стабилизация лучащих пород подошвы подземной выработки проведена в Чехословакии [11]. Успешные результаты получены также при применении электроосмотического и электрохимического упрочнения пород для улучшения условий работы и на открытых разработках полезных ископаемых. Так, электроосмотическое водопонижение на карьерах ГДР позволило создать водонепроницаемую завесу и уменьшить приток воды в карьер [10]. На Ермолаевском угольном карьере в СССР применение указанных методов

позволило успешно пройти траншею в плывунах [7]. Эти методы рекомендованы к производственному применению для повышения устойчивости бортов карьеров и рабочих площадок под шагающие экскаваторы [9].

В результате пропускания постоянного электрического тока и введения растворов химических веществ в глинистых породах протекают различные взаимосвязанные явления, основные из которых электроосмос, электролиз и обменные реакции. Электроосмос обеспечивает перенос порового раствора и растворов закрепляющих добавок в малопроницаемой глинистой породе, в конечном счете упрочняя и осушая породу. Электролиз создает благоприятные условия для выпадения в осадок различных цементирующих соединений. В результате обменных реакций происходит насыщение поглощающего комплекса породы многовалентными ионами.

Предопределяющим фактором правильного применения того или иного метода электроосмотического и электрохимического упрочнения, выбора параметров введения тока и химических добавок в породу является тщательное изучение химической природы породы.

Технически грамотное применение указанных методов упрочнения глинистых пород позволяет значительно повысить их прочность. По нашим данным [10], можно снизить влажность породы до 9—10%, увеличить предел прочности до 5—10 кг/см², превратить сильно размокающую породу в водоустойчивую. Ориентировочная стоимость упрочнения 1 м³ глинистой породы составляет 1—1,5 руб.

Большой интерес представляет использование постоянного электрического тока для повышения коэффициента фильтрации скальных водонасыщенных пород при инъекции в них закрепляющих растворов под давлением.

Как известно, значительная часть тонких трещин в водонасыщенной скальной породе является недоступной проникновению в них закрепляющего раствора или суспензии, несмотря на то, что геометрические размеры раскрытия трещин могут быть значительно больше размеров микрочастиц вводимого раствора. Это явление объясняется образованием на стенках трещин слоя прочно связанной воды и адсорбированных ионов, уменьшающих сечение трещин или полностью закрывающих их. Силы сцепления воды со стенками могут достигать нескольких тысяч атмосфер и практически не могут быть преодолены давлением нагнетаемых растворов.

Удаление большей части прочно и рыхло связанного диффузного слоя воды в трещинах горной породы возможно воздействием электрического постоянного тока, способного ослаблять электрические силы сцепления адсорбированной воды с породой и переносить воду в результате электроосмоса [2]. Благодаря этому увеличивается эффективное раскрытие трещин и упрочнение пород инъекцией происходит при более благоприятных условиях, что подтверждается предварительными экспериментами со скальными породами в лабораторных условиях.

Рассмотренные примеры и теоретические предпосылки показывают, что применение постоянного электрического тока самостоятельно и в сочетании с введением химических растворов для упрочнения пород является перспективным и должно найти более широкое распространение в практике горных работ, для упрочнения в первую очередь слабых глинистых и возможно скальных трещиноватых пород. Этот способ должен найти широкое применение при проходке вертикальных стволов при пересечении мелкопористых, сильно обводненных песчаников, не поддающихся цементации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоуска З. В. Горные работы в плавнуях. Углетехиздат, 1958.
 2. Григорьев О. Н. Электрокинетические свойства капиллярных систем. Изд-во АН СССР, 1956.
 3. Жинкин Г. Н. Электрохимическое закрепление грунтов в строительстве. Стройиздат, 1967.
 4. Загоруйко Л. П. Электрохимическое закрепление обводненного суглинка при проведении вертикальной горной выработки. В сб. „Научно-техническая конференция молодых ученых Украины“, секция горного дела. Изд-во АН УССР, 1957.
 5. Насонов М. Н. Электрохимический способ закрепления водоносных песков при проходке вентиляционного ствола шахты Лин Си. В сб. „Проходка выработок в Китае“. Углетехиздат, 1957.
 6. Проходка ствола через плавнуы с помощью электроуплотнения пород. Бюлл. ЦИТИ угля № 9 (21), 1960.
 7. Степанова Е. В. Электроосушение при проходке глубокой траншеи. В сб. „Закрепление грунтов“ № 50, НИИО и ПС, 1962.
 8. Унковская Н. Ф. Электроосмотическое осушение пород с плохой водоотдачей на открытых горных работах. Горн. ж. № 2, 1961.
 9. Хуташвили А. Г., Новожилов В. Н. Опыт электрохимического упрочнения глинистых пород на карьерах Тихвинского глиноземного завода. Зап. ЛГИ, т. LII, вып. I, 1965.
 10. Хуташвили А. Г. Исследование электрохимического упрочнения глинистых пород в условиях Бокситогорских карьеров. Автореферат канд. диссертации, ЛГИ, 1967.
 11. Шульц И., Врбицкий Б., Нешлега К. Опытное электроосмотическое уплотнение пучащей почвы вентиляционного штрека в шахте, „Uhly“ № 11, 1959.
-