

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОД ПРОКОПЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО БУРИМОСТИ

М. К. ЦЕХИН

(Представлено научным семинаром кафедр разработки пластовых месторождений, разработки рудных месторождений, шахтного строительства, техники безопасности и рудничной вентиляции)

Темпы проведения горизонтальных выработок по породе на шахтах Прокопьевского рудника в значительной степени определяют развитие очистных работ.

В результате проведенного автором анализа проходческого цикла, с точки зрения затраты времени и труда по отдельным операциям, установлено, что наиболее трудоемкими и продолжительными являются буровые работы. В зависимости от крепости пород и числа одновременно работающих в забое колонковых электросверл процесс бурения шпуров занимает в условиях Прокопьевска до 45—65% времени цикла.

Низкая скорость и высокая стоимость бурения шпуров, как установлено в результате проведенных исследований, объясняются несоответствием режимов работы электросверл горно-геологическим условиям и неправильным нормированием буровых работ, производимым на основе ведомственной классификации горных пород [1], показанной в табл. 1.

Таблица 1

| Категория крепости | Название и характеристика пород |
|--------------------|---|
| I | Плотные кварцитовые песчаники. Мелкозернистые монолитные песчаники и известняки (без признаков плоскостей спайности). |
| II | Плотные песчаники и известняки с выраженными плоскостями спайности (колчедан). |
| III | Крепкие песчано-глинистые и песчаные сланцы. Сланцеватые и глинистые песчаники. Крепкие глинистые сланцы. Песчаный сланец (Кучерявчик). Крепкие глинистые сланцы со включением колчедана. |
| IV | Глинистые и углистые сланцы средней крепости. Слабые песчаные сланцы. |
| V | Трещиноватые разрыхленные известняки, глины с примесью валунов и железной руды. |
| VI | Тяжелая ломовая глина. |
| VII | Легкая глина. Растительная земля. Торф. Легкий суглинок. Слежавшиеся породы (земля, гравий, песок, щебень). |

Принятая в Кузбассе классификация горных пород носит субъективный характер. Для отнесения пород к той или иной группе по этой классификации не имеется объективных и количественных показателей. При классификации учитываются лишь внешние признаки этих пород.

Такое положение с классификацией горных пород приводит к целому ряду ошибок и злоупотреблений в отношении нормирования горных работ и особенно по бурению шпуров. На шахтах породы часто относятся к более высоким категориям и оплата буровых работ производится по более высоким расценкам. Так, из 94 проходок по породе, изученных автором в течение 1952—1954 гг., в 70 случаях работы нормировались для пород второй категории, в 21 случае—первой категории и только в трех случаях—третьей категории. Таким образом на подавляющем большинстве проходок при нормировании буровых работ породы относились к наиболее крепким, хотя в целом ряде случаев по паспортам бурение шпуров по этим породам предусматривалось ручными электросверлами как по породам IV и V категорий.

Для построения классификации пород Прокопьевского месторождения по буримости нами был проведен ряд исследований. Наиболее характерные породы были подвергнуты микроскопическому анализу и исследованы в отношении их крепости и твердости. Для микроскопического анализа было использовано 64 шлифа. Временное сопротивление сжатию и твердость пород устанавливались по образцам этих пород, изготовленным в виде кубиков (49 штук) и пластинок (24 штуки). Анализ исследований, а также изучение геологического строения месторождения позволили установить следующее.

1. Основными породами угленосных отложений Прокопьевского месторождения являются породы песчаного и глинистого состава. На шахтах рудника главным образом по этим породам проводятся квершлага, полевые штреки и другие горные выработки.

Преобладающими в разрезе угленосной свиты являются песчаники. Они занимают 57,7% мощности свиты. Значительная часть ее (32,9%) представлена алевритами и аргиллитами и, наконец, 9,4% — пластами угля.

2. Содержание двуокиси кремния в большей части песчаников и песчано-глинистых пород превышает 10% и достигает 60—70%.

3. Породы месторождения имеют самую различную структуру (рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6), изменяющуюся от иловатой (рис. 1, 2, 3) до крупно- и грубозернистой (рис. 5, 6).

4. Вследствие большого количества кварцевых зерен породы месторождения обладают повышенной абразивностью, сильно влияющей на износ резцов и результаты бурения.

5. Твердость исследованных пород по Шору колеблется в пределах от 26 единиц для углистого аргиллита (рис. 1) до 81 единицы—для грубозернистого кварцевого песчаника, залегающего в кровле пласта Характерного (рис. 6). Наибольшая часть песчаных и песчано-глинистых пород месторождения имеет среднюю твердость по Шору в пределах 35—65 единиц.

6. Временное сопротивление исследованных пород сжатию отмечено в пределах 246—1762 кг/см². Для большей части этих пород оно колеблется от 450 до 1250 кг/см².

В ходе проведенных лабораторных исследований физико-механических свойств пород Прокопьевского месторождения, а равно проведенных в условиях шахт рудника исследований буримости этих пород выявлено, что крепость, твердость и абразивность горных по-

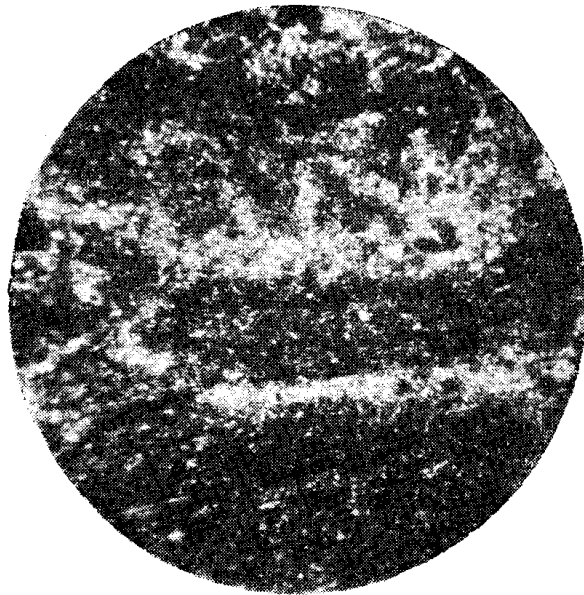


Рис. 1. Аргиллит углистый. Шахта им. М. И. Калинина. Главный квершлаг. Ув. 24. Ник. X

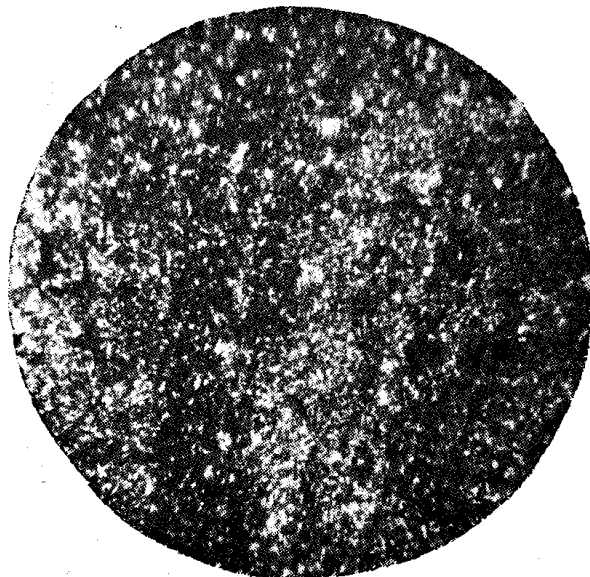


Рис. 2. Мелкозернистая структура песчаного аргиллита. Шахта им. М. И. Калинина. Квершлаг № 11. Ув. 24. Ник. X

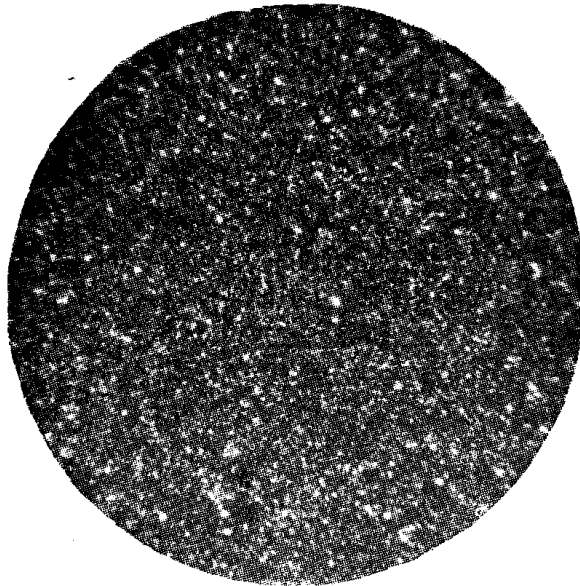


Рис. 3. Песчаник глинистый. Шахта „Черная гора“.
Квершлаг № 18. Ув. 24. Ник. X

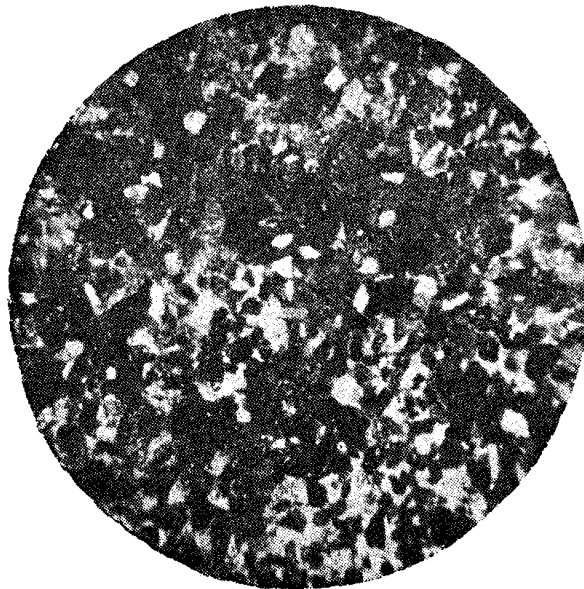


Рис. 4. Структура кварцевого песчаника шахты
„Черная гора“. Полевой штрек. Цемент карбонатный.
Ув. 24. Ник. X

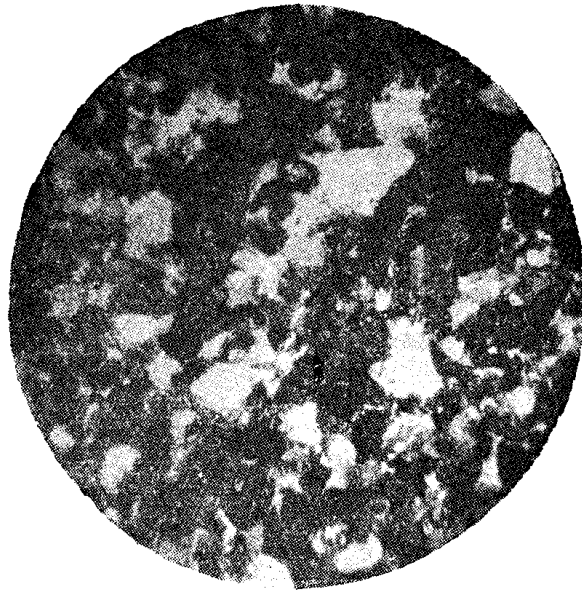


Рис. 5. Среднезернистый кварцевый песчаник.
Шахта „Южная“. Квершлаг № 2. Цемент
кальцитовый. Ув. 24. Ник. X



Рис. 6. Грубозернистая структура кварцевого
песчаника кровли пласта Характерного.
Шахта им. М. И. Калинина Цемент кремнисто-
карбонатный. Ув. 24. Ник. X

род оказывают совместное влияние на основные показатели вращательного бурения и определяют буримость породы. Ни временное сопротивление сжатию, ни твердость, ни наружные признаки породы без учета абразивности ее не могут служить показателями буримости песчаных и песчано-глинистых пород. Для абразивных пород типа песчаников это положение подтверждается также в работах Л. А. Шрейнера [2] и Е. Ф. Эпштейна [3].

Принятая на шахтах рудника классификация построена на такой основе, при которой важнейшие для оценки буримости физико-механические свойства пород — крепость, твердость и абразивность по существу не учитываются. Для оценки буримости песчаных пород мало пригодной оказывается и классификация профессора М. М. Протодьяконова. Попытка классификации пород Прокопьевского месторождения по признаку подачи резца за один оборот, сделанная Кузнецким научно-исследовательским угольным институтом, не привела к положительному решению, так как при сверлах с механической подачей шпинделя этот критерий буримости пород является малоприменимым. К тому же показатели удельных подач были получены в результате бурения шпуров колонковыми сверлами с различным числом оборотов и осевым усилием подачи шпинделя, не соблюдалась стандартность в применении бурового инструмента.

Другие классификации пород по буримости, такие как „Классификация грунтов (пород) по единым нормам выработок и расценок на 1944 год“ [4], „Единая классификация горных пород по буримости“, также не могут быть использованы для оценки буримости песчано-глинистых пород Кузбасса, поскольку при составлении их за основу принимались данные не по вращательному, а по ударному бурению.

Для установления буримости пород Прокопьевского месторождения оказалось возможным частично использовать методику определения категоричности пород, предложенную проф. А. Ф. Сухановым [5].

В основу принятого нами способа классификации пород по буримости был положен принцип установления удельных затрат энергии на выбуривание единицы длины шпура. Энергоемкость бурения единицы длины шпура достаточно полно охватывает комплекс факторов, оказывающих влияние на относительную буримость породы, и может быть вычислена по уравнению:

$$\omega = \frac{w \cdot t}{l} \quad \text{или} \quad \omega = \frac{w}{v} \left(\frac{вт \text{ мин}}{см} \right),$$

где ω — затраты энергии на выбуривание одного *см* шпура, $\frac{вт \text{ мин}}{см}$;

w — средняя нагрузка на мотор электросверла, *вт*;

t — время бурения, *мин*;

l — длина шпура, *см*;

v — средняя скорость бурения, *см/мин*.

При этом учтено, что чем крепче порода в отношении буримости, тем меньше скорость бурения и более высокий расход электроэнергии отмечается при выбуривании шпура установленной длины электро-сверлом с определенной механической характеристикой. Влияние износа резца при бурении столь абразивных песчаных пород, какими являются породы Прокопьевского месторождения, при этом находит отражение в изменении скорости бурения и нагрузки на мотор электросверла.

Постоянными параметрами режима бурения приняты: число оборотов $n = 300$ в минуту, осевое усилие $P = 500$ кг и удельная подача шпинделя $h = 0,9$ мм/об при сухом способе бурения горизонтальных шпуров глубиной по 40 см, перпендикулярных плоскости забоя.

Число таких шпуров на забой—пять-шесть. Первые 20 см каждого шпура пробуриваются вспомогательным новым резцом без замера показателей. Бурение последующих 20 см шпура осуществляется новым стандартным резцом типа РП с замером времени и нагрузки на мотор электросверла.

Стандартная витая буровая штанга должна иметь длину 60 см и допускаяемый износ ребер по окружности не более 10%. Время бурения замеряется секундомером, средняя потребляемая мощность—ватт-метром типа ВИТ или самопишущим. Как тот, так и другой ватт-метры для работы в пыльногазовых шахтах должны иметь газобезопасное исполнение. Регулировка сверла ЭБК-2М на указанные параметры числа оборотов и удельной подачи шпинделя производится установкой в редукторе стандартных заводских пар шестерен; что же касается регулировки пружины фрикционного механизма на осевое усилие в 500 кг, то она осуществляется с помощью станка с масляным манометром, схема которого помещена на рис. 7.

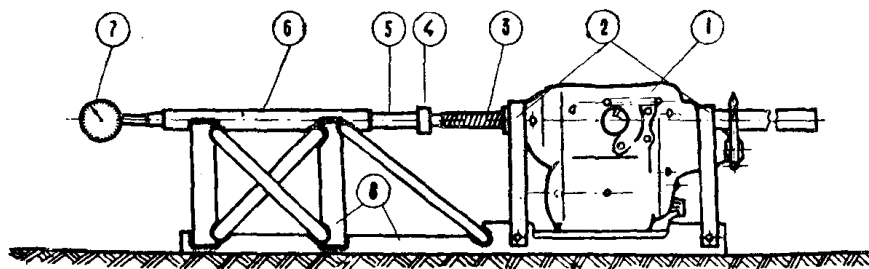


Рис. 7. Схема установки для регулирования осевого усилия подачи шпинделя. 1—электросверло; 2—стяжные хомуты; 3—шпиндель; 4—опорный подшипник; 5—поршень со штоком; 6—цилиндр; 7—манометр

Такой режим бурения не является оптимальным для всех пород Прокопьевского месторождения, однако он позволяет достаточно четко расклассифицировать эти породы по относительной их буримости и определить для каждой из них рациональный режим бурения, с учетом которого далее планируются и нормируются буровые работы.

Проведенные работы по испытанию пород Прокопьевского месторождения позволили расклассифицировать их по буримости на пять наиболее характерных категорий. Предлагаемая классификация пород дается в табл. 2.

К первой категории пород отнесены особенно трудно буримые породы. Удельная энергоемкость их составляет 180 и более $\frac{\text{вт мин}}{\text{см}}$.

К таким породам относятся очень крепкие кварцевые песчаники с кремнистым и кремнисто-известковым цементом, очень крепкие кварцевые песчаники с известковым цементом и другие особенно трудно буримые песчаные породы. В условиях Прокопьевского месторождения такие породы встречаются в кровле пласта Характерного, встречены также при проведении квершлага № 2 на шахте „Южная“.

Преобладающими в условиях этого месторождения являются породы второй, третьей и четвертой категорий с характерной для них

Таблица 2

Классификация пород Прокопьевского месторождения по буримости

| №пп | Наименование пород | Категория буримости | Степень буримости | Удельная энергоёмкость бурения, $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$ |
|-----|--|---------------------|--------------------------------|--|
| 1 | Очень крепкие кварцитовые песчаники с кремнистым и кремнисто-известковым цементом. Очень крепкие кварцевые песчаники с известковым цементом и другие особенно трудно буримые породы. | I | Особенно трудно буримые породы | 180 и более |
| 2 | Крепкие кварцевые песчаники с известковым и известково-глинистым цементом. Очень крепкие песчано-глинистые и песчаные сланцы и другие труднобуримые породы. | II | Трудно-буримые породы | 100—179 |
| 3 | Крепкие песчано-глинистые и песчаные сланцы. Сланцевые и глинистые песчаники средней крепости. | III | Породы средней буримости | 60—99 |
| 4 | Глинистые и песчано-глинистые сланцы ниже средней крепости. Слабые песчаные сланцы. | IV | Довольно легко буримые породы | 40—59 |
| 5 | Уголь. Слабые глинистые и углистые сланцы. | V | Легко буримые породы | 39 и менее |

удельной энергоёмкостью бурения от 179 до 40 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$. Эти породы

прослежены при проведении многих горизонтальных выработок на шахтах рудника. Так для аргиллита песчаного (квершлаг № 11, шахта им. М. И. Калинина) удельная энергоёмкость оказалась равной 43 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$, для песчаника мелкозернистого междупластья пластов

Характерного и 1-Внутреннего—74 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$, для песчаника мелкозернистого междупластья пластов Горелого и Характерного—68 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$, для мелкозернистого песчаника в полевом штреке шахты „Черная гора“—116 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$, песчаника глинистого (квершлаг № 18

той же шахты)—45 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$, песчано-глинистых сланцев (полевой штрек, шахта „Южная“)—62 $\frac{вт}{мин}$ $\frac{см}{см}$ и другие.

Предлагаемая классификация пород Прокопьевского месторождения по буримости достаточно полно охватывает естественные особенности этих пород, дает объективную характеристику относительной сопротивляемости их разрушению в процессе вращательного бурения,

позволяет для каждой породы определять оптимальный режим бурения, наиболее правильно планировать и нормировать буровые работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормировочник на горные работы шахт комбината „Кузбассуголь“. Углетехиздат, 1948.
 2. Шрейнер Л. А. Физические основы механики горных пород. Гостоптехиздат, 1950.
 3. Эпштейн Е. Ф. Теория бурения—резания горных пород твердыми сплавами ГОНТИ, 1939.
 4. Справочник горного инженера. Углетехиздат, 1950.
 5. Суханов А. Ф. Буримость и взрываемость горных пород. Гостоптехиздат, 1940.
-