

УДК 550.8

Канд.техн.наук ЮШКОВ А.С. (ДонНТУ)

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПО СЛОЖНОСТИ ОТБОРА КЕРНА**

Основной целью колонкового геологоразведочного бурения является получение качественного керна. Линейный выход керна большинства полезных ископаемых для обеспечения достоверности опробования должен быть не менее 70–90%. Выход керна при бурении одинарным колонковым снарядом (ОКС) зависит от многих факторов, но главными являются геологические: минералогический состав, структура и текстура пород, наличие прожилков и включений, сланцеватость, трещиноватость, раздробленность, влагоемкость, характер связей между частицами и др.

Для получения необходимого выхода керна применяют двойные колонковые снаряды (ДКС) и специальные колонковые снаряды. В условиях недостаточного выхода керна важно выбрать рациональный тип ДКС. Этим целям и должны служить классификации пород по сложности отбора керна.

Одной из первых распространенных классификаций является классификация А.С.Волкова [1], который все породы разделил на четыре группы: первая — породы монолитные и слабо трещиноватые, практически не разрушаемые промывочной жидкостью и вибрациями снаряда; вторая — породы, разрушающиеся промывочной жидкостью и вибрациями снаряда, сильно трещиноватые, перемежающиеся по твердости, от твердых VII категории по буримости до мягких III категории; третья — породы легко растворимые (минеральные соли) и многолетнемерзлые; четвертая — породы, размываемые промывочной жидкостью, рыхлые, сыпучие и плавучие I и II категории. Недостатком классификации является то, что во вторую группу помещены породы, требующие применения разных технических средств, что затрудняет их выбор.

С.С.Сулакшин предложил [2] в основу положить характер связи между частицами породы и также выделил четыре группы пород. Первая — породы неустойчивые, не имеющие связи между зернами; вторая — породы слабоустойчивые со слабой связью между частицами; третья — породы с изменяющейся устойчивостью (соли, мерзлые породы, глины); четвертая — породы устойчивые. Эта классификация мало отличается от предыдущей: изменен порядок нумерации, но группы пород практически однозначны.

В научно-исследовательском институте ВИТР разработаны классификационные схемы, предусматривающие разделение пород на основе конкретных размерных характеристик физико-механических свойств [3,4]. Основной является эталонная схема классификации пород по трудности отбора керна (табл. 1).

Породы в приведенной схеме разделены по показателям трещиноватости, дополненным отношением длины куска к диаметру керна и по объединенному показателю динамической прочности и абразивности. Буквенный индекс поля А соответствует несвязным, рыхлым породам, а индексы Б–Д разделяют породы по крупности обломков (до 2 мм, 2–10 мм) и степени соотношения динамической прочности обломков вкрапленников и обломков цемента (основной массы) или отношению динамической прочности прослоев различной твердости. Как видно из таблицы, сочетание показателей дает 37 вариантов ожидаемого выхода керна при бурении ОКС в стандартных условиях, которыми являются диаметр 59 мм, частота вращения 500–700 об/мин, осевая нагрузка 8–10 кН, расход жидкости 20–30 л/мин. С использова-

нием эталонной таблицы ее авторами разработано до десяти различных таблиц, критериев, алгоритмов.

Не подвергая сомнению научную полезность данной работы, следует отметить, что она малопригодна для практических целей. Причиной является то, что в основу положено предположение о соответствии прогнозного выхода керна с отклонениями в пределах 5% строгим оценочным показателям свойств пород. Учитывая, что на выход керна влияет много факторов, в том числе случайных, этот прогноз может оказаться очень неточным. По оценкам самих авторов [3] вероятность прогноза о получении выхода керна в пределах 20% составляет не более 35%. В реальных условиях проведение обширных лабораторных исследований свойств пород вряд ли возможно, трудно представить и разделение вкрапленников и цемента для определения динамической прочности. Тем не менее на прогножном выходе керна, разделенном на пять групп, основываются рекомендации по выбору технических средств. Это приводит к тому, что, например, снаряд ВИТР ССК рекомендуется для всех пяти групп по выходу керна

Табл. 1. Эталонная схема классификации пород по трудности отбора керна (по [4])

Степень трещиноватости пород	Показатель удельной кусковатости керна, шт/м	Объединенный показатель динамической прочности и абразивности пород	Цифровой индекс поля	Буквенный индекс поля				
				А	Б	В	Г	Д
				Выход керна, %				
Монолитные и слаботрещинчатые	1-10 $\frac{l_k}{d_k} > 2,5$	>22,5 10,0-22,5 2,0-10,0	1		65-70	70-75	80-85	90-100
			2	0-20	60-65	65-70	70-75	85-90
			3		50-55	60-65	65-70	80-85
Среднетрещиноватые	11-30 $\frac{l_k}{d_k} = 0,6 - 2,5$	>22,5 10,0-22,5 2,0-10,0	4		45-50	55-60	60-65	75-80
			5	0-20	40-45	45-50	50-55	70-75
			6		35-40	40-45	45-50	60-65
Сильнотрещиноватые	>30 $\frac{l_k}{d_k} < 0,6$	>22,5 10,0-22,5 2,0-10,0	7		20-25	25-30	35-40	45-55
			8	0-20	15-20	20-25	25-30	25-40
			9		0-5	5-10	10-15	15-20

К настоящему времени разработано множество конструкций устройств для повышения выхода керна. Существуют и их классификации, но, в основном, по конструктивным признакам (по [4] до 14 признаков).

Автором статьи ставилась цель создания такой классификации пород по выходу керна, которая позволяла бы конкретно выбрать ДКС.

Однако все виды специальных устройств совершенно четко можно разделить всего на четыре группы: 1) снаряды с обратной местной циркуляцией: одинарные эжекторные (ОЭС), двойные эжекторные (ДЭС) и с принудительным изменением направления потока (например, ДКС типа ТДН-2/0 при работе в режиме обратной промывки); 2) ДКС обуривающего типа (например, ТДН-ССК); 3) ДКС с внутренней трубой со штампом (например, ДКС типа «ДонбассНИЛ»); 4) грунтоносы для несвязных пород.

Автор статьи уже указывал [5, 6] на необходимость пересмотра классификаций, в том числе по сложности отбора керна, таким образом, чтобы их применение

позволяло однозначно определить необходимое техническое средство. Особенно это важно в процессе обучения студентов и учебного проектирования.

Учитывая изложенное, предложена новая классификация пород по сложности отбора керна (табл. 2).

Как и у С.С.Сулакшина, основным признаком является характер связей между частицами или кусками породы. Но другим не менее важным определяющим признаком является характер взаимодействия потока жидкости и породы. (Отношение пород к воздействию вибрации не может быть определяющим признаком, т.к. современные вращающиеся ДКС не защищают керн от вибраций).

В части влияния потока на керн требуется разграничить терминологию. Не вызывает разночтений понятие растворение пород. Но в отношении термина размывание породы предлагается установить, что это устранение связей между частицами породы, характерных для III-IV, частично V категорий по буримости. Если же порода в результате силового воздействия потока разделяется на уже сформировавшиеся кусочки (из-за трещиноватости, полученной в процессе тектонических воздействий или механического разрушения), то этот процесс будем называть разрушением породы потоком жидкости.

Табл. 2. Классификация пород по сложности отбора керна

Группа по сложности отбора керна	Краткая характеристика пород	Категория пород по буримости	Примерный выход керна при бурении ОКС с промывкой	Рекомендуемый тип бурового снаряда	Типичные конструкции снарядов и технологические рекомендации
1	Связные, монолитные и слаботрещинчатые	IV-XII	80-100%	Обычные или специальные снаряды	ОКС, ТДН-УТ
2	Связные, средне и сильно трещиноватые; склонные к систематическому самозаклинанию. Не размываемые, но разрушаемые потоком на кусочки по трещинам	VII-XII	10-60%	Снаряды с обратной циркуляцией жидкости	ОЭС, ДЭС, ТДН-2/0 (в режиме обратной промывки)
3	Связные, среднетрещиноватые. Не разрушаемые и не размываемые потоком при кратковременном воздействии	V-XII	20-60%	Снаряды обуривающего типа	ТДН-ССК, ТДН-2/0 (в режиме прямой промывки)
4	Слабосвязные. Легко разрушаемые или размываемые потоком.	III-IV(V)	0-40%	Снаряды со штампом	ДТА-2, «ДонбассНИЛ», ДКС-ИМП
4а	Растворимые соли			Любые ДКС	Промывка водносолевым раствором
5	Слабосвязные, несвязные, рыхлые, сыпучие, плывуны. Размываемые потоком жидкости	I-III	0-20%	Грунтоносы	Грунтоносы обуривающие, забивные, вдавливаемые. Безнасосное бурение, затирка «всухую»

Такие признаки, как категория пород по буримости и выход керна, являются в предлагаемой классификации косвенными, их величина является примерной. Автор не счел необходимым выделять минеральные соли в отдельную группу, но, учитывая особый характер этих пород, выделил их в виде подгруппы.

В производственных условиях отнесение пород к той или иной группе легко сделать по изучению керна и шлама породы.

Пригодность классификации для учебного проектирования проверена в течение нескольких лет, после чего в нее были внесены необходимые коррективы.

### **Библиографический список**

1. **Инструктивные** указания по отбору керна при колонковом бурении геологоразведочных скважин. — Л.: Недра, 1970. — 44 с.
2. **Сулакшин С.С.** Современные способы и средства отбора проб полезных ископаемых. — М.: Недра, 1970. — 248 с.
3. **Пономарев П.П., Каулин В.А.** Отбор керна при колонковом бурении. — Л.: Недра, 1989. — 256 с.
4. **Каулин В.А., Пономарев П.П.** Технология отбора керна при бурении скважин в аномально сложных условиях. — М., 1991. — 66 с. (Техника, технол. и орг. геол.-развед. работ: Обзор / ВИЭМС. МГП «Геоинформарк»)
5. **Юшков А.С.** К оптимизации классификаций основных свойств пород для выбора техники и технологии бурения // Тезисы докладов 2-го международного симпозиума по бурению разведочных скважин в осложненных условиях. — Санкт-Петербург, 1992. — С. 13.
6. **Юшков А.С.** О необходимости пересмотра классификаций основных свойств пород для выбора технических средств и технологии бурения // Совершенствование техн. и технол. бурения скважин на твердые полезные ископаемые. — Вып.16. Межвуз.науч.-тематич.сборник. — Екатеринбург, УГГА, 1993. — С. 56–61.

© Юшков А.С., 2003

УДК 622.25+622.831

Кандидаты техн. наук **ФОРМОС В.Ф., БОРЩЕВСКИЙ С.В.**, студ. **ДРЮК А.А.** (ДонНТУ), **БОРОДУЛЯ Н.Ф.** (зам.гл.инж. ГОАО «Трест Донецкшахтопрходка»)

## **ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ КРЕПЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ**

Значительное уменьшение в последнее время объемов и темпов проходки стволов стало причинами отставания в подготовке новых горизонтов, реконструкции угольных шахт в рентабельные сроки, усложнения схем их проветривания и подземных транспортных систем. Интенсификация сооружения шахтных стволов ставит ряд проблем, из которых важнейшей является повышение экономичности, технологичности и надежности крепления.

Опыт проходки вертикальных стволов убедительно показывает, что тип крепи, технология и механизации ее возведения (предопределяют скорости проходки, в значительной степени влияют на качество горно-проходческих работ и производительность труда проходчиков.

За последние 50 лет скорость проходки стволов возросла почти в 5 раз и достигает более 100 м/мес., примером служит фланговый ствол шахты им.А.Ф.Засядько. Сложнее обстоит вопрос с конструкцией крепи стволов.

Практика свидетельствует, что, несмотря на определенные технические достижения в этом, крепление стволов остается материало- и трудоемким, малопроиз-