

УДК 622.243

**А.А. Третьяк**

## **ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД КОРОНКАМИ, АРМИРОВАННЫМИ АЛМАЗНО-ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНАМИ, ОТ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

*Рассмотрены основные технологические параметры при бурении горных пород коронками, армированными алмазно-твердосплавными пластинами (АТП). Показано влияние этих параметров на механическую скорость бурения.*

*Ключевые слова: коронки, технология бурения, механическая скорость бурения, категория по буримости, скважины, технологический регламент.*

**П**ри колонковом бурении горных пород средней твердости и твердых решающее влияние на механическую скорость бурения оказывает осевая нагрузка на коронку, частота вращения и количество промывочной жидкости. Выполненные экспериментальные исследования по бурению горных пород коронками, армированными АТП, показали, что увеличение осевой нагрузки, количества промывочной жидкости и частоты вращения способствуют росту механической скорости. Однако, увеличивать технологические параметры бурения желательно только до определенного предела, далее эффективного роста механической скорости не наблюдается, а отрицательные моменты могут быть (повышенный износ АТП, поломки инструмента, аварии). Поэтому при бурении горных пород

нужно соблюдать оптимальные параметры технологии бурения.

При практических расчетах осевой нагрузки пользуются удельным значением осевой нагрузки, приходящейся на один резец для коронок резцового типа или на одну вставку для самозатачивающихся коронок (табл. 1).

Расчет осевой нагрузки (даН) на твердосплавную коронку проводится по формуле:

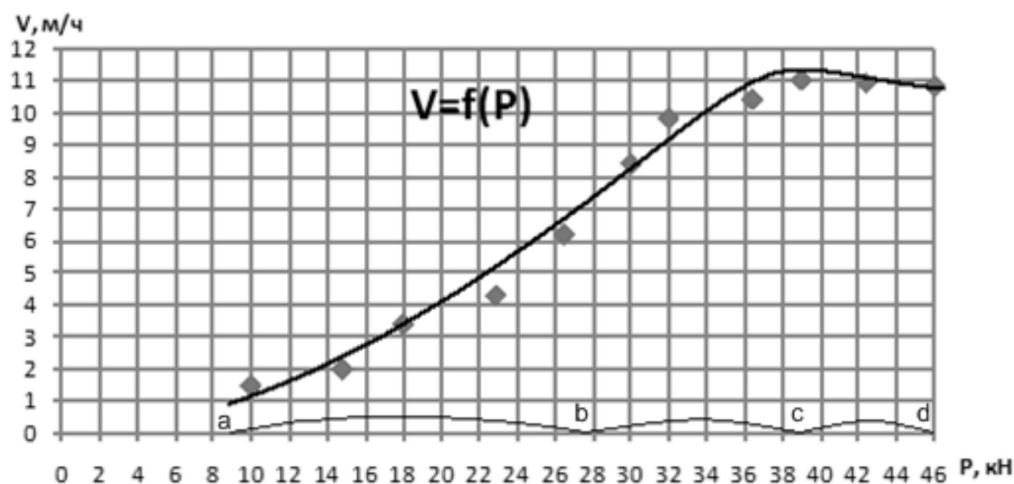
$$P = P_{уд} \cdot m, \quad (1)$$

где  $P_{уд}$  – удельная осевая нагрузка, даН;  $m$  – число основных резцов или вставок в коронке.

Экспериментально установлено наличие трех областей разрушения пород при бурении горных пород коронками, армированными АТП (табл. 2, рис. 1) в зависимости от осевой нагрузки. При нагрузках на коронку до 26,5 кН функция  $V_m = f(P_D)$  практически

Таблица 1  
**Удельная осевая нагрузка для разных типов коронок**

Тип коронки	Удельная нагрузка даН, при категории пород по буримости		
	VI	VII	VIII-IX
Д-112 АТП	120-140	140-160	160-180
Д-225 АПТ	120-140	140-160	160-180



**Рис. 1. Зависимость механической скорости бурения от осевой нагрузки (коронка Д225АТП, категория по буримости - VIII)**

Таблица 2

**Рациональные нагрузки для коронки, армированной АТП**

Тип коронки	Категория по буримости	Количество промывочной жидкости, л/мин	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин	Механическая скорость бурения, м/час
Д225АТП	VIII	225	10,0	280	1,5
Д225АТП	VIII	225	14,8	280	2,0
Д225АТП	VIII	225	18,0	280	3,4
Д225АТП	VIII	225	22,9	280	4,3
Д225АТП	VIII	225	26,5	280	6,2
Д225АТП	VIII	225	30,0	280	8,4
Д225АТП	VIII	225	32,0	280	9,8
Д225АТП	VIII	225	36,4	280	10,4
Д225АТП	VIII	225	39,0	280	11,0
Д225АТП	VIII	225	42,4	280	10,9
Д225АТП	VIII	225	46,0	280	10,8

прямолинейна, имеется некоторый рост механической скорости бурения. Здесь происходит поверхностное разрушение породы (область a-b). При дальнейшем увеличении нагрузки, когда нагрузка на коронку достигает 39 кН функция  $V_m=f(P)$  имеет степенной характер. Механическая скорость с ростом нагрузки увеличивается. Однако степень роста нагрузки опере-

жает степень прироста механической скорости. Разрушение породы происходит здесь в усталостном режиме (область b-c).

При дальнейшем увеличении нагрузки на коронку прирост механической скорости достигает своего максимума при 39 кН. Дальнейшее увеличение осевой нагрузки до 46 кН не дает прироста механической скорости (об-

Таблица 3

**Зависимость частоты вращения от диаметра коронок**

Наружный диаметр коронок, мм	93	112	132	151	164	184	225
Предельное значение частоты вращения, об/мин, не более	450	400	350	300	300	300	250

Таблица 4

**Влияние частоты вращения коронки Д-225 АТП на механическую скорость бурения, категория буримости VIII**

№ п/п	Количество промывочной жидкости, л/мин	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин	Механическая скорость бурения м/час
1	225	39	120	8,3
2	225	39	200	10,2
3	225	39	250	11,1
4	225	39	280	11,0
5	225	39	300	10,9
6	225	39	400	10,1
7	225	39	430	9,9

ласть с-d). Выполнять бурение в этой области нерационально. Здесь разрушение происходит в объемном режиме.

Вести бурение при нагрузках более 39 кН нецелесообразно, так как это приводит к ряду осложнений, в частности, поломкам пластин АТП, искривлению стволов скважин, выходу из строя некоторых узлов бурового оборудования, например, обрыву бурильных труб.

Частота вращения бурового снаряда существенно влияет на показатели работы твердосплавных коронок. Эта зависимость имеет вид параболы. Рост частоты вращения повышает механическую скорость до определенного максимума, затем наблюдается снижение скорости бурения, которое, очевидно, связано с износом коронок. Максимум механической скорости бурения для каждого диаметра коронки соответствует различной частоте вращения. За критерий выбора оптимальной частоты вращения коронки принимается окружная скорость коронки, равная 1,4-1,5 м/с.

Необходимая частота вращения (об/мин) рассчитывается по известной формуле:

$$n = 60 V_{\text{окр}} / \pi D_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{окр}}$  - окружная скорость коронки, м/с;  $D_{\text{ср}}$  - средний диаметр коронки, м,

$$D_{\text{ср}} = (D_1 + D_2) / 2, \quad (3)$$

где  $D_1$   $D_2$  - наружный и внутренний диаметры коронки, м.

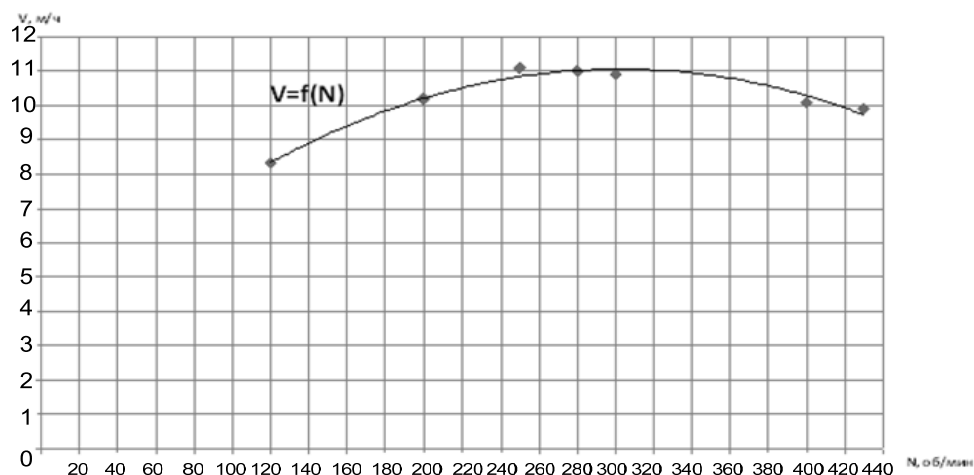
При бурении скважин самозатачивающимися коронками, частота вращения коронок приближается к значениям, близким для алмазного бурения.

Предельные частоты вращения не должны превышать следующих значений (табл. 3).

После просчета данных получаем оптимальную частоту вращения равную 250-400 об/мин, что вполне приемлемо для данного оборудования.

При бурении коронки, армированные АТП во всех случаях установлено, что механическая скорость бурения увеличивается с увеличением частоты вращения коронки при сохранении неизменными других параметров режима бурения (табл. 4, рис. 2).

Из табл. 4 видно, что оптимальной частотой вращения для данных условия является 250-300 об/мин. Дальнейшее увеличение частоты вращения



**ис. 2 Зависимость механической скорости бурения от частоты вращения (коронка 225 АТП, категория по буримости -VIII)**

не приводит к интенсивному увеличению механической скорости бурения.

Расход промывочной жидкости входят из рекомендуемого расхода в л/мин на 1 см диаметра коронки по формуле:

$$Q = KD_1 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4)$$

где K - удельный расход на 1 см диаметра коронки, л/мин;  $D_1$  - наружный диаметр коронки, см.

Величина K определяется опытным путем и приведена в табл. 5.

Из опытных данных видно, что увеличение производительности насоса НБ-32Б в диапазоне рабочих режимов (табл. 6) приводит к пропорциональному повышению механической скорости бурения при неизменных: категории пород VIII, нагрузке на коронку Д225 АТП-36 кН, плот-

Таблица 5

**Удельный расход промывочной жидкости**

Конструкции коронок	Категория пород по буримости	Уд. расход,
Д-112 АТП	V	12
	VII	11
	VIII-IX	11-10
Д-225 АТП	V	12
	VII	11
	VIII-IX	11-10

ность промывочной жидкости равной  $1,1 \text{ г}/\text{см}^3$ , частота вращения - 280 об/мин.

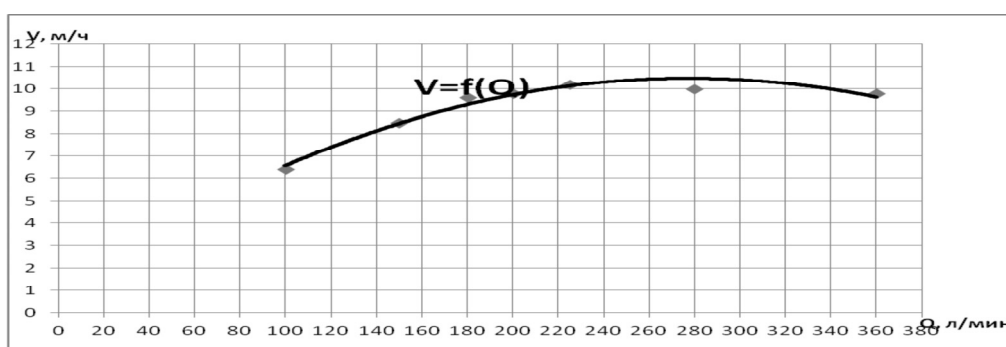
Анализ рис. 3 показывает, что при бурении коронками Д-225АТП по горным породам VIII категории по буримости имеет место оптимум по расходу промывочной жидкости в количестве 225 л/мин. При таком расходе механическая скорость достигает своего максимума (10,2 м/час). Далее увеличивать подачу промывочной жидкости не имеет смысла. Качество промывочной жидкости играет важную роль в процессе сооружения скважин с отбором керна. С учетом геологического разреза, простой конструкции скважин и опыта работ был принят для промывки скважин полимерглинистый раствор.

Состав раствора: бентонитовая глина -5-10 %, КМЦ 700/85 до 2 %, мылонафт - 0,5 %, остальное вода. Параметры раствора: плотность -  $1,2 \text{ г}/\text{см}^3$ , вязкость 22-24 с, водоотдача 6-10  $\text{см}^3$  за 30 минут.

Таблица 6

**Изменение механической скорости бурения в зависимости от количества промывочной жидкости**

Тип коронки	Категория по буримости	Количество промывочной жидкости, л/мин	Механическая скорость бурения, м/час
Д225АТП	VIII	100	6,4
Д225АТП	VIII	150	8,5
Д225АТП	VIII	180	9,6
Д225АТП	VIII	200	9,8
Д225АТП	VIII	225	10,2
Д225АТП	VIII	280	10,0
Д225АТП	VIII	360	9,8



**Рис. 3. Изменение механической скорости бурения в зависимости от количества промывочной жидкости (коронка Д225АТП, категория по буримости VIII)**

Выполненные исследования позволяют сделать следующий вывод:

1. Увеличение осевой нагрузки с 30 до 39 кН приводит к росту механической скорости в 1,3 раза.
2. Увеличение частоты вращения буровой коронки в интервале 200-430 об/мин. приводит к росту механической скорости в 1,6 раза.
3. Установлено, что увеличение интенсивности промывки с 100 до

220 л/мин вызывает повышение механической скорости бурения горных пород коронками, армированными АТП в 1,6 раз.

4. Внедрение технологического регламента в практику буровых работ АК "Алроса" (ЗАО) позволило добиться увеличения механической скорости бурения более чем в два раза. ■■▲

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Калинин А.Г., Ошкордин О.В., Питерский В.М., Соловьев Н.В. Разведочное бурение. – М., Недра, 2000.
2. Будюков Ю.Е., Власюк В.И., Спирин В.И., Алмазный породоразрушающий инструмент. ТулНИГП, 2005.

**КОРОТКО ОБ АВТОРЕ**

Третьяк Александр Александрович – инженер, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасского политехнического института), alexsandr\_bngs@mail.ru