УДК 622.24

МПЕЗО МАВАМБО
Факультет освоения подземного пространства,
аспирант кафедры механики

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ БУРЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Построена математическая модель механической скорости бурения трещиноватых горных пород для серийных и опытных коронок (коронок со сплошной матрицей и промывочными каналами в корпусе). В результате анализа математических моделей предложены методические рекомендации для бурения опытными коронками, для которых могут быть использованы существующие рекомендации для бурения трещиноватых пород серийными (с секторной матрицей) алмазными коронками.

Для построения регрессионной модели механической скорости бурения трещиноватых горных пород были изготовлены опытные и серийные коронки. Матрица опытной коронки выполнялась сплошной, а в корпусе выполнялись радиальные промывочные каналы. Опробование коронок проводилось на буровом стенде Санкт-Петербургского горного института.

For construction of regressive models of mechanical speed of drilling fractured of mountain breeds were made skilled and serial of bits. Experimental matrix bits made continuous, and in the case were carried out radial in the cage of the channel. The approbation of bits was spent on the chisel stand SPSMI For drilling the block simulating mountain breeds was used. With this purpose in the block the pieces of cemented geological rings and large were cemented. The plan of experiment previously was constructed.

The levels of a variation of the factors are submitted at drilling serial of bits for mechanical speed is characteristic more spasmodic changes. It is explained by self-jamming querns in a matrix ring serial of bits and termination(discontinuance) of circulation of the clearing agent. In this case a drilling machine operator is compelled to do(make) «unloading» of a chisel shell. It results in decrease (reduction) of axial loading of mechanical speed of drilling to zero.

При выполнении исследований (для бурения использовался блок, имитирующий трещиноватые горные породы [1]) был проведен полный факторный эксперимент:

Уровень фактора	–1	0	+1
Осевая нагрузка P, даН	500	750	1000
Частота вращения n, мин$^{-1}$	390	550	710

Анализ результатов бурения опытной и серийной коронкой (см. таблицу) показывает, что при бурении серийной коронкой для механической скорости характерны скачкообразные изменения. Это объясняется самозаклиниванием керна в матричном кольце серийной коронки и прекращением циркуляции очистного агента. В данном случае бурильщик вынужден делать «разгрузку» бурового снаряда. Это приводит к снижению осевой нагрузки и механической скорости бурения до нуля.

При бурении опытной коронкой при самозаклинивании керна в матрице коронки очистной агент продолжает циркулировать через радиальные промывочные каналы, выполненные в корпусе коронки. В данном случае нет необходимости выполнять « разгрузку» бурового снаряда. В результате этого процесс бурения характеризуется небольшим увеличением мощности, потребляемой электроприводом бурового станка и более стабильными значениями механической скорости. С увеличением частоты вращения снижается влияние механизма самозаклинивания керна на механическую скорость бурения. Например, при частоте вращения 390 мин$^{-1}$ и нагрузке на коронку

1000 даН механическая скорость бурения лежит в диапазоне 10-15,5 м/ч. Для серийной коронки, напротив, с увеличением частоты вращения растет и ширина интервала значений механической скорости бурения. Так, при частоте вращения 390 мин$^{-1}$ и нагрузке на коронку 1000 даН значения механической скорости бурения соответствуют диапазону 5-16 м/ч.

Результаты бурения серийной и опытной коронками

Параметры режима бурения		Опытная коронка		Серийная коронка	
n, мин$^{-1}$	P, даН	Время, с.	v, м/ч	Время, с.	v, м/ч
390	500	25	9,02	31	11,53
390	500	27	8,46	49	7,45
390	500	50	7,51	54	6,69
390	500	22	8,93	28	12,89
390	500	45	6,39	85	4,26
390	1000	25	15,47	22	13,76
390	1000	27	13,86	36	8,36
390	1000	28	14,18	35	8,21
390	1000	22	14,04	24	16,14
390	1000	45	10,03	61	5,20
710	1000	20	17,17	17	20,75
710	1000	24	16,71	27	13,41
710	1000	20	18,98	30	12,04
710	1000	18	18,12	16	23,20
710	1000	23	15,22	47	7,67
710	500	24	15,02	26	13,84
710	500	23	14,30	41	8,94
710	500	21	15,93	23	15,47
710	500	25	13,60	23	15,47
710	500	28	13,17	71	5,11

Примечание. Во всех экспериментах расход очистного агента составил для опытной коронки 15 л/мин, для серийной 20 л/мин, проходка 10 см.

Для построения математической модели механической скорости бурения были рассчитаны коэффициенты математической модели:

Коэффициенты регрессии	b_0	b_1	b_2	b_{12}
Значения коэффициента	11,84	1,74	1,74	0,14
	13,31	2,52	2,07	-0,65
Критерий Стьюдента	46,28	6,83	6,83	0,57
	50,78	9,60	7,90	-2,49

Примечание. В числителе – для бурения серийной коронкой; в знаменателе – опытной.

Табличное значение критерия Стьюдента для уровня значимости $q = 0,05$ и при числе степеней свободы $\nu = 4\ 3 = 12$ составляет 1,86 [2]. Исходя из этого, коэффициенты b_0, b_1, b_2 принимаем, как значимые. Таким образом, регрессионная модель для бурения серийной и опытной коронками соответственно имеет вид

$$y_c = 11,84 + 1,74x_1 + 1,74x_2;$$

$$y_o = 13,31 + 2,52x_1 + 2,07x_2.$$

Проверка адекватности регрессионной модели проводилась по критерию Фишера [3]. Поскольку расчетные значения критерия Фишера меньше табличного (при уровне значимости 0,05), полученные регрессионные модели могут быть использованы в практических расчетах. Таким образам, регрессионная модель механической скорости бурения для опытной коронки соответствует регрессионной модели для серийной коронки и рекомендации, предназначенные для бурения трещиноватых пород серийными коронками, могут быть использованы для опытных коронок.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пономарев П.П.* Алмазное бурение трещиноватых пород. Л., 1985.

2. *Саушев А.В.* Планирование эксперимента. СПб, 2001.

3. *Тихомиров В.Б.* Планирование и анализ эксперимента. М., 1974.

Научный руководитель д.т.н. проф. *В.Г.Гореликов*