УДК 622.

М. В. Милованов

ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ БУРОВЫХ СТАНКОВ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗБАССА

Показатели надежности несущих металлоконструкций буровых станков шарошечного бурения во многом определяются осевой динамической нагрузкой, действующей на них в процессе бурения. Поэтому достоверная информация о режимах нагружения металлоконструкций буровых станков в процессе бурения дает возможность оценить степень влияния отдельных эксплуатационных факторов на живучесть исследуемых узлов. В результате исследований было установлено, что определяющее влияние на живучесть несущих металлоконструкций буровых станков шарошечного бурения оказывает трещиноватость горных пород.

Вскрышные породы разрезов Кузбасса представлены алевролитами, аргиллитами и песчаниками различной трещиноватости. Существенное различие трещиноватости вскрышных пород даже в пределах одного карьерного поля является характерным для разрезов Кузбасса [1]. Это оказывает влияние на технологические характеристики буровых работ, и как следствие на структуру циклов нагружения несущих металлоконструкций буровых станков в процессе бурения.

По исследованиям Всероссийского научно-исследовательского института методики и техники разведки (ВИТР) наиболее точно трещиноватость можно оценить по степени раздробленности керна. Показателями раздробленности может служить удельная кусковатость – $K_{y\partial}$ (число кусков, обломков или столбиков на 1 м выхода керна) и выход керна – $B_к$ (отношение длины полученного керна к длине пробуренного интервала скважины).

Удельная кусковатость керна – $K_{уд}$ отражает истинную трещиноватость породы в массиве и меньше зависит от технологии бурения, чем такой показатель, как выход керна – $B_к$. Для более точного определения степени трещиноватости породы используется дополнительный критерий - показатель трещиноватости породы W, который позволяет более точно оценивать трещиноватость горных пород

$$W = D_k K_{y\partial} \lambda / \tan\beta , \qquad (1)$$

где $D_к$ – диаметр керна, м;

$K_{y\partial}$ – удельная кусковатость керна, шт/м;

λ – опытный коэффициент, учитывающий степень вторичного дробления породы (для расчетов за его среднее значение можно принять 0,7);

β – угол встречи плоскости трещины с осью скважины, градус.

Использование перечисленных критериев позволяют получить достаточно полную характеристику трещиноватости пород геологического объекта. Классификация пород по трещиноватости применительно к вращательному бурению приведена в таблице.

С целью оценки влияния трещиноватости горных пород на нагруженность несущих металлоконструкций буровых станков шарошечного бурения и на скорость роста усталостных трещин были проведены исследования на угольном разрезае «Кедровский» (Кемеровская обл.).

Показатели трещиноватости горных пород в ходе исследований определялись по формуле (1). Удельная кусковатость $K_{y\partial}$ и угол встречи плоскости трещины с осью скважины β определялись экспериментально при анализе образцов керна полученных при керновом колонковом бурении. Для извлечения керна применялась буровая установка поискового бурения – УКБ-12/25-02INTEK, обеспечивавшая бурение скважин алмазными и

Классификация горных пород по трещиноватости для вращательного бурения (ВИТР)

Группы по трещиноватости	Степень трещиноватости	Критерии оценки степени трещиноватости горных пород		
		Удельная кусковатость керна – $K_{y\partial}$, шт/м	Выход керна – $B_к$, %	Показатель трещиноватости – W, ед/об
1	монолитные	1-5	100-70	до 0,50
2	слаботрещиноватые	6-10	90-60	0,51-1,00
3	трещиноватые	11-30	80-50	1,01-2,00
4	сильнотрещиноватые	31-50	70-40	2,01-3,00
5	весьма и исключительно сильнотрещиноватые	51 и более	60-30 и менее	3,01 и более

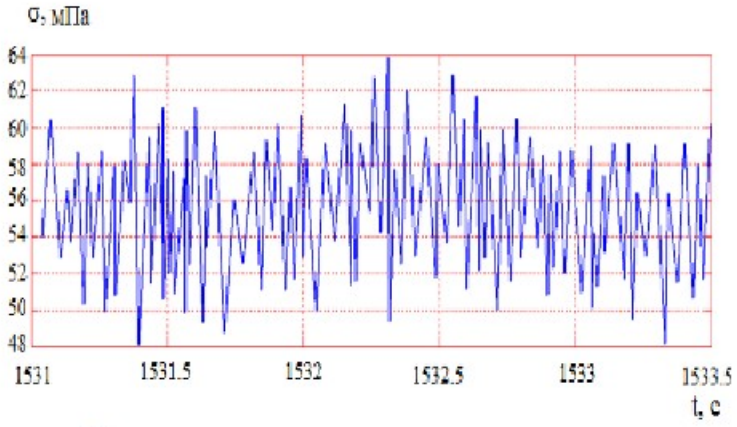

Рис. 1. Типовая осциллограмма номинальных напряжений $\sigma_н(t)$

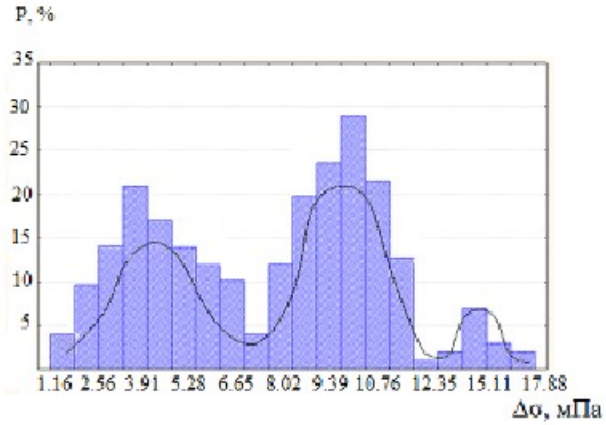

Рис. 2. Полимодальный закон распределения номинальных напряжений, действующих в раме бурового станка в процессе бурения

твердосплавными коронками диаметром 46 и 76 мм до глубины 25 м в породах любой твердости.

Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния рамы бурового станка шарошечного бурения производились на серийном буровом шарошечном станке типа DML-1200, вооруженном долотами типа: ТЗ-ПВ D187, R895(ВБМ); ТЗ-ПВ (УБМ и ГОРМАШ); ТЗ-ПВ(ВБМ) ТЗ-ПВ «AtlasCopco»; SANDVIKS30.

В процессе бурения при различных режимах работы (осевая нагрузка до 250 кН и частота вращения 85 и 180 мин$^{-1}$ и длине бурового става 7, 14, 21, 28 м) и различных по трещиноватости горных пород измерялись напряжения в раме бурового станка.

Регистрация сигналов осуществлялась при помощи 8-ми канальной тензометрической системы А17-Т8 с применением розеток тензорезисторов, наклеенных на различные элементы рамы бурового станка.

На рис.1 показана типовая осциллограмма номинальных напряжений $\sigma_н(t)$.

Исследованием НДС зон сварных швов с макротрещинами установлена зависимость между скоростью роста трещин и степенью трещиноватости буримых горных пород.

Для трещины длиной 0,0015 м, развивающейся в поперечной балке рамы бурового станка, получены зависимости скорости ее роста при бурении горных пород с различной трещиноватостью :

для рис. 3, а:

1) $\frac{dl}{dN} = 2{,}78W^2 - 13{,}39W + 42{,}4$;

2) $\frac{dl}{dN} = 1{,}61W^2 - 8{,}99W + 37{,}06$;

3) $\frac{dl}{dN} = 0{,}97W^2 - 7{,}27W + 35{,}15$;

4) $\frac{dl}{dN} = -0{,}43W^2 - 2{,}53W + 30{,}06$.

для рис. 3, б:

1) $\frac{dl}{dN} = 1{,}4W^2 - 7{,}39W + 26{,}02$;

2) $\frac{dl}{dN} = 2{,}07W^2 - 10{,}05W + 27{,}01$;

3) $\frac{dl}{dN} = 2{,}15W^2 - 11{,}12W + 26{,}74$;

4) $\frac{dl}{dN} = 2{,}13W^2 - 10{,}95W + 24{,}8$.

для рис. 3, в:

1) $\frac{dl}{dN} = 1.51W^2 - 7.99W + 22$;

2) $\frac{dl}{dN} = 1.23W^2 - 7.04W + 20.2$;

3) $\frac{dl}{dN} = 2.16W^2 - 11.28W + 22.56$;

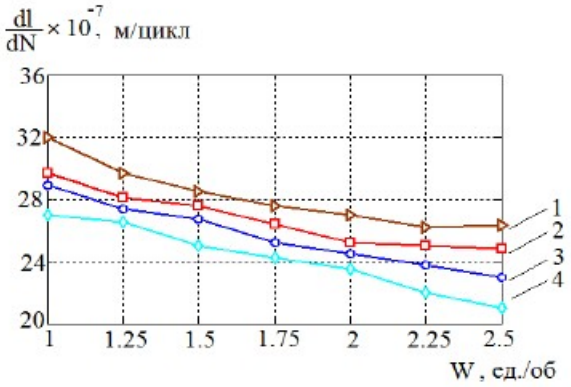

Рис. 3, а. Зависимость скорости роста усталостной трещины длиной 0,0015 м в поперечной балке рамы бурового станка при бурении песчаников различной степенью трещиноватости по классификации ВИТР:1 – тип долота: ТЗ-ПВ (УБМ и ГОРМАШ); 2 – тип долота: ТЗ-ПВ(ВБМ); 3 – тип долота: ТЗ-ПВ«AtlasCopco»; 4 – тип долота: SANDVIKS30

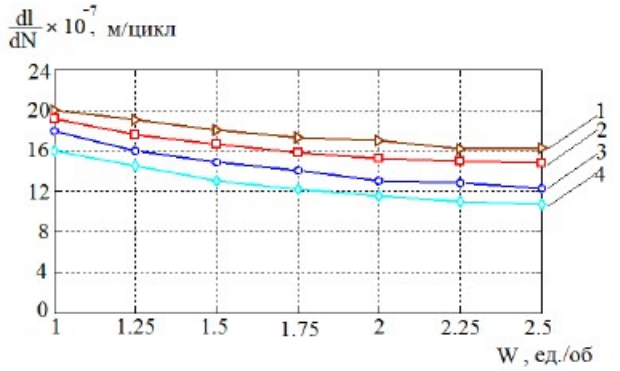

Рис. 3,б. Зависимость скорости роста усталостной трещины длиной 0,0015 м в поперечной балке рамы бурового станка при бурении алевролитов различной степенью трещиноватости по классификации ВИТР: 1 – тип долота: ТЗ-ПВ (УБМ и ГОРМАШ); 2 – тип долота: ТЗ-ПВ(ВБМ); 3 – тип долота: ТЗ-ПВ «AtlasCopco»; 4 – тип долота: SANDVIKS30

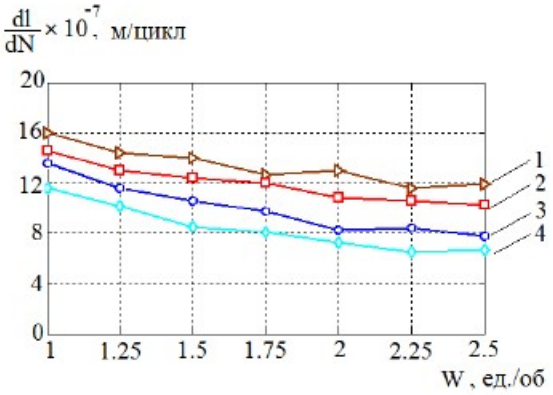

Рис. 3, в. Зависимость скорости роста усталостной трещины длиной 0,0015 м в поперечной балке рамы бурового станка при бурении аргиллитов различной степенью трещиноватости по классификации ВИТР: 1 – тип долота: ТЗ-ПВ(УБМ и ГОРМАШ); 2 – тип долота: ТЗ-ПВ(ВБМ); 3 – тип долота: ТЗ-ПВ«AtlasCopco»; 4 – тип долота: SANDVIKS30

4) $\frac{dl}{dN} = 2.22W^2 - 11.12W + 20.5$.

Полученные зависимости позволяют оценивать живучесть и долговечность металлоконструкций буровых станков при наличии усталостных трещин в зависимости от горно-геологических факторов, производить своевременную постановку на ремонт, оценивать остаточный ресурс и обоснованно продлять сроки эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бирюков, А. В.* Гранулометрия и процессы дробления /А. В. Бирюков, А. С. Ташкинов, В. В. Шепилов . – Кемерово, КузГТУ 1999. - 55 с.

2. *Рац , М. В.* Трещиноватость и свойство трещиноватых горных пород/М. В. Рац, С. Н. Чернышев,. – М.: «Недра», 1970. - 160 с.

Автор статьи:

Милованов
Максим Вячеславович,
ассистент каф. сопротивления
материалов КузГТУ
Email: 86_milovanov@mail.ru