

О НАГРУЗКЕ РЕДУКТОРОВ РУЧНЫХ ЭЛЕКТРОСВЕРЛ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Л. Т. ДВОРНИКОВ, В. В. БУРКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

1. Ручные электросверла применяются в угольных шахтах при бурении шпуров по углю и мягкой породе. Экспериментальные исследования ручных электросверл в шахтах позволили установить, что скорость бурения зависит прямопропорционально от действующего усилия подачи. Поэтому увеличение мощности двигателей ручных сверл может привести единственно к увеличению производительности бурения. Однако с точки зрения эксплуатационной на величину мощности накладываются ограничения, во-первых, по весу и, во-вторых, по максимально допустимому крутящему моменту на валу двигателя в силу специфических условий эксплуатации сверл как ручного инструмента.

В этом отношении весьма целесообразна установка сверл на податчики с необходимым увеличением мощности двигателей. Однако в некоторых стесненных условиях совершенно необходимо применение именно ручных сверл, как наиболее маневренных.

Таким образом, величина крутящего момента, передаваемая зубчатым редуктором, обуславливается мощностью двигателя сверла с учетом возможных при ручной работе усилий подачи.

2. Величина крутящего момента на шпинделе сверла, а следовательно, и на редукторе постоянно изменяется по ряду причин, главными из которых являются неоднородность физико-механических свойств углей в массиве и постоянное колебание усилия подачи, создаваемого рабочим.

Качественное и количественное изменение крутящего момента на шпинделе определялось многими исследователями, но во всех случаях косвенно — путем замера потребляемой двигателем мощности с последующим пересчетом. Если учесть, что двигатель сверла является некоторым демпфирующим элементом, можно сказать, что величина потребляемой мощности не дает абсолютно правильного представления о величине крутящего момента на шпинделе и редукторе сверла. Отсутствие данных по замеру крутящего момента непосредственно в редукторе не позволяет установить истинный закон его изменения во времени для обоснования нагрузочной диаграммы сверл при испытании на долговечность. В настоящее время на кафедре прикладной механики проектируется специальное экспериментальное сверло, которое позволит фиксировать величину крутящего момента непосредственно в редукторе в процессе бурения шпуров.

3. При исследовании редукторов ручных сверл в 1959 году Ю. С. Семеновым на основании обработки многочисленных экспериментальных диаграмм изменения мощности бурения при непосредственном бурении была обоснована нагрузочная диаграмма, приведенная на рис. 1. По этой диаграмме нагрузка на шпинделе изменялась по линейному закону от M_1 до M_2 с частотой 15 периодов в минуту.

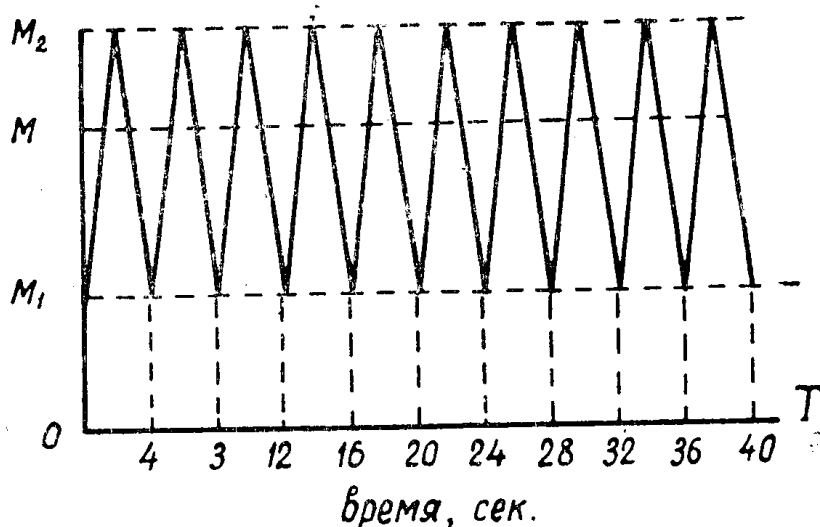


Рис. 1.

Испытания проводились как при переменной нагрузке, так и при постоянных: минимальной M_1 , максимальной M_2 и эквивалентной по контактным напряжениям M , которая несколько, на 5--10 превосходила номинальную.

Вывод о том, что при переменной нагрузке характер процесса износа зубчатых колес с малой разницей в твердостях $[HR_c]$ сопряженных зубьев (55—60—40—45) сходен с характером процесса износа аналогичных зубчатых колес при эквивалентной нагрузке и что величина износа при переменной нагрузке и углы наклона кривых износа почти не отличаются от величины износа и углов наклона кривых износа при эквивалентных нагрузках, сделанный Ю. С. Семеновым, позволил утверждать, что нагрузочная диаграмма рис. 1 может быть заменена на диаграмму с постоянной нагрузкой, равной эквивалентной.

4. Большое количество просмотренных диаграмм изменения мощности при работе ручных сверл и наблюдения за их работой показывают, что в силу трещиноватости угля и других причин при бурении почти каждого шпура бывают случаи заклинивания — остановки резца. Это приводит к опрокидыванию двигателя и значительным нагрузкам на редуктор.

В момент заклинивания резца вся запасенная кинетическая энергия вращающихся масс расходуется на скручивание буровой штанги, то есть

$$\frac{I_{\text{пр}} \cdot \omega^2}{2} = \frac{c \cdot \varphi^2}{2}. \quad (1)$$

Здесь $I_{\text{пр}}$ — приведенный к шпинделю момент инерции всех вращающихся масс, $\text{кгсм} \cdot \text{сек}^2$;

ω — угловая скорость вращения шпинделя, рад/сек ;

c — крутильная жесткость буровой штанги, кгсм/рад ;

φ — угол скручивания штанги, рад .

Формула (1) позволяет определить возможный угол скручивания буровой штанги.

Величина момента сил инерции, действующего на редуктор в случае внезапной остановки резца

$$M_{ин} = c \cdot \varphi. \quad (2)$$

Жесткость витой буровой штанги определялась экспериментально на крутильной машине «Амслер Лаффон» методом «зеркала и шкалы». Штанга длиной 0,9 м имеет жесткость 8500 кгсм/рад, а двухметровая — соответственно 18900 кгсм/рад. Приведенный момент инерции подсчитывается по известным формулам. Момент инерции буровой штанги определялся экспериментально на монофилярном подвесе. При длине штанги 2 м он равен 0,0051 кгсм/сек², при длине 0,9 м — 0,0025 кгсм/сек². Моменты сил инерции, определенные по формуле (2), оказались весьма значительными: для $e = 2$ м $M_{ин} = 3420$ кгсм, для $e = 0,9$ м $M_{ин} = 2340$ кгсм, для сверла ЭР-18Д с редуктором ЭР-18Д-20. Эти моменты во много раз (в 5—7 раз) превосходят опрокидывающий момент двигателя и при испытании редукторов сверл должны непременно учитываться.

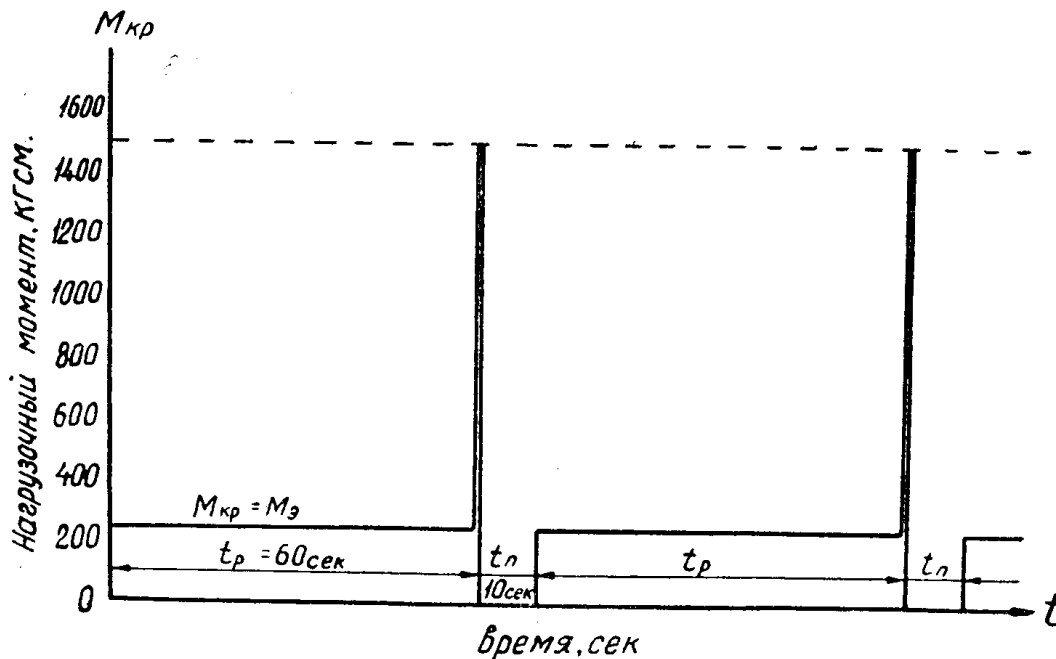


Рис. 2.

5. На основании изложенного выше нами была составлена диаграмма нагрузки сверл при испытании их редукторов на долговечность рис. 2, с учетом возможных кратковременных моментов, обусловленных внезапной остановкой резца.

Время отдельных элементов цикла и всего цикла определялось на основании обработки большого экспериментального материала по скоростям бурения, глубинам шпуров и времени вспомогательных операций (переход от пробуренного шпура к соседнему). Время перегрузки, определенное по дифференциальному уравнению вращательного движения, не превышает 0,002 сек.