

**ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ СТАНКА ДЛЯ БУРЕНИЯ  
УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН.**

Вибір електродвигуна бурового станка проведено на основі експериментальних залежностей сумарної максимальної потужності, що затрачається на руйнування вибою свердловини, обертання бурового ставу і передаточних механізмів.

**THE CHOICE OF THE MACHINE ELECTRIC MOTOR FOR THE  
MOISTENING BORE HOLE DRILLING.**

The choice of drilling will electric motor was carried out on the base of experimental dependence of the maximal total power that spends on bore hole destruction, drilling will and transfer tools rotary.

Применение высокопроизводительных машин позволило увеличить объем добычи угля, что в свою очередь привело к увеличению пылеобразования в шахтах. Поэтому проблема борьбы с пылью в угольных шахтах одна из самых важных в вопросе сохранения здоровья горнорабочих.

Одним из эффективных способов борьбы с угольной пылью является предварительное увлажнение угольных пластов через длинные скважины, пробуриваемые из подготовительных выработок. Однако, применение этого эффективного средства сдерживается отсутствием станков для бурения увлажнительных скважин с техническими параметрами, отвечающими современным требованиям.

В настоящее время в шахтах применяется значительное число станков вращательного бурения, но они разработаны для скважин большого диаметра, и вследствие этого, имеют низкую производительность, большую массу и габариты и не приспособлены для работы в выработках малого сечения. Поэтому обоснование параметров и создание машин для бурения увлажнительных скважин является актуальной задачей.

Мощность привода бурового станка является основным параметром и зависит от многих факторов, в том числе от скорости бурения, крепости буримой породы, частоты вращения и степени износа бурового инструмента.

Затраты мощности при бурении определяются уравнением

$$N_B = N_C + N_{II} + N_{BC} + N_M, \text{ кВт},$$

где  $N_C$  – мощность, затрачиваемая на разрушение забоя, кВт;  $N_{II}$  – мощность, затрачиваемая на трение резца о породу, кВт;  $N_{BC}$  – мощность, затрачиваемая на вращение бурового става, кВт;  $N_M$  – потери мощности в передаточных механизмах станка, кВт.

Максимальная осевая нагрузка, с точки зрения стойкости твердого сплава ВК-8 и ВК-15, по данным различных исследований принимается в пределах 10-15 кН [1].

Поэтому, для определения суммарной максимальной мощности, затрачиваемой на разрушение забоя, на трение резца о породу и потери в передаточных

механизмах, построим ее зависимости от площадки затупления лезвий инструмента и зависимости скорости бурения углей и пород от площадок затуплений лезвий коронок РУ-45 и РП-42 при усилнии подачи 15 кН. Для этого используем нижеприведенные статистические формулы для определения скорости и мощности при бурении углей и слабых горных пород [2]

$$V_y = (3,4 - 0,67 \cdot f - 0,05 \cdot S)(P_n - 0,025 \cdot f \cdot S), \text{ см/с}; \quad (1)$$

$$V_{no} = (0,74 - 0,051 \cdot f - 0,012 \cdot S)(P_n - 0,0375 \cdot f \cdot S), \text{ см/с}; \quad (2)$$

$$N_y = [(1,3 - 0,23 \cdot f - 0,008 \cdot S) \cdot P_n + 0,4] \cdot \frac{n_{\delta}}{425}, \text{ кВт}; \quad (3)$$

$$N_{no} = [(1,19 - 0,062 \cdot f - 0,012 \cdot S) \cdot P_n + 0,6] \cdot \frac{n_{\delta}}{425}, \text{ кВт}. \quad (4)$$

Отметим, также, что формулы (1,3) применимы для расчетов при бурении коронкой РУ-45 углей крепостью  $f \leq 2,8$ , а формулы (2,4) применимы для расчетов при бурении коронкой РП-42 горных пород крепостью  $f \leq 7$  [2].

Рассматривая зависимости, представленные на рис. 1,2 можно отметить, что с увеличением площадки затупления резцов коронок падает скорость и, соответственно, мощность бурения скважины. Это объясняется тем, что при постоянном усилнии подачи и увеличении площадки затупления, уменьшается удельная подача на оборот.

Анализ полученных зависимостей (рис. 1,2), показывает, что максимально возможная скорость бурения коронкой РУ-45, обусловленная геометрией резца и равная 8 см/с, достигается при бурении углей крепостью  $f=2$  с предельно допустимой площадкой затупления лезвий  $S=30 \text{ мм}^2$ . При этом максимальная суммарная мощность составит  $N_B=11,1 \text{ кВт}$ .

При бурении слабых горных пород максимально возможная скорость бурения коронкой РП-42, обусловленная геометрией резца и равная 3,2 см/с, достигается при бурении пород крепостью  $f=5$  с площадкой затупления лезвий  $S=17,6 \text{ мм}^2$ . При этом суммарная мощность составит  $N_B=7,25 \text{ кВт}$ .

Потери мощности в передаточных механизмах станка ( $N_M$ ) определены экспериментально и составляют при бурении углей с применением коронки РУ-45 станком БЖ45-100Э не более 0,3 кВт.

Экспериментально также установлено, что мощность, затрачиваемая на трение резца о породу и уголь ( $N_{II}$ ) не превышает 0,1 кВт при бурении скважин диаметром не более 45 мм.

Мощность, затрачиваемая на вращение бурового става ( $N_{BC}$ ) может быть определена по формуле Мацейчика В.М. [3]

$$N_{BC} = 5,7 \cdot 10^{-5} \cdot D \cdot \delta \cdot L_P \cdot \frac{f^{1,2}}{J^{0,18}} \cdot \omega_P^{1,9}, \text{ кВт}, \quad (5)$$

где  $D$  – диаметр скважины, м,  $D=0,045$  м;  $\delta$  – полуразность диаметров трубы и скважины, м;  $L_P$  – длина бурового става, м;  $L_P=150$  м;  $\omega_P$  – угловая скорость,  $\text{с}^{-1}$ ;  $J$  – осевой момент сечения става,  $\text{м}^4$ .

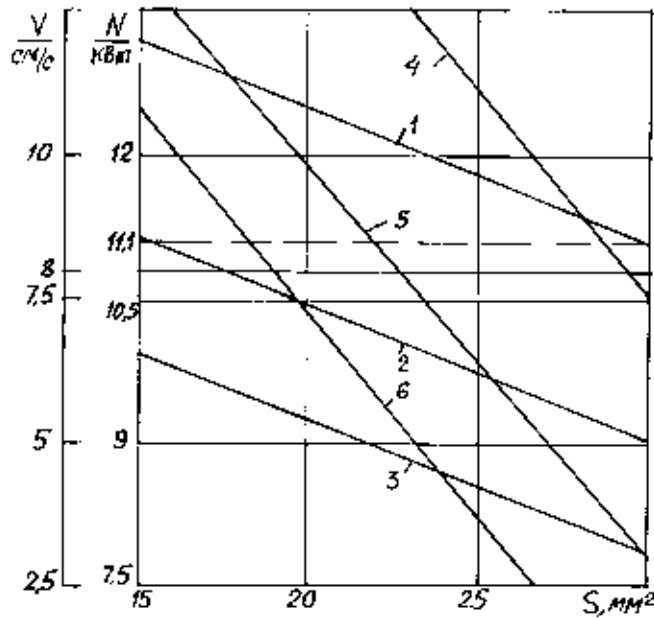


Рис. 1 – Расчетные значения мощности от площадки затупления лезвий коронки РУ-45 при бурении углей различной крепости  $f$ : 1 - 2; 2 - 2,5; 3 - 2,8 и расчетные значения скорости бурения от площадки затупления при бурении углей различной крепости  $f$ : 4 - 2; 5 - 2,5; 6 - 2,8 с усилиями подачи 15 кН.

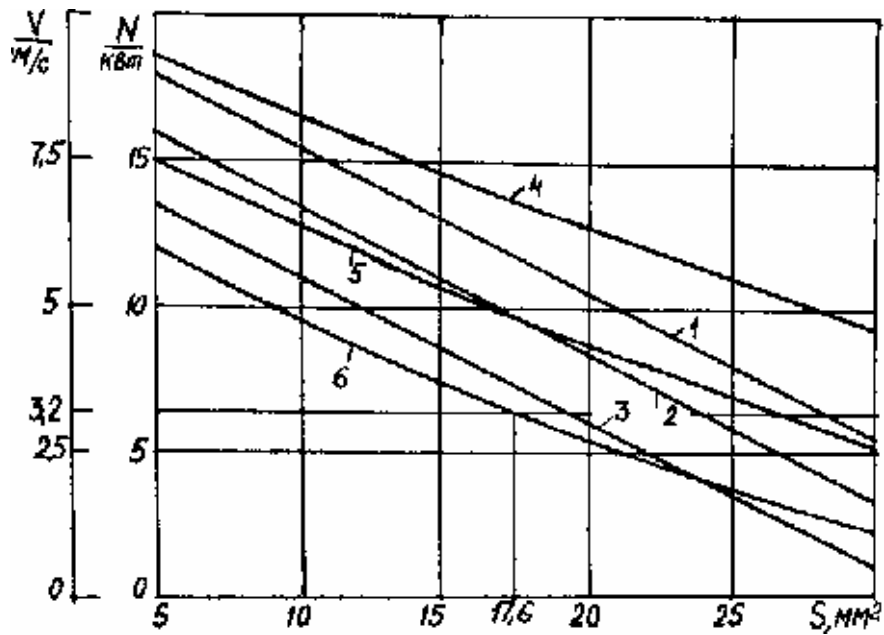


Рис. 2 – Расчетные значения мощности от площадки затупления лезвий коронки РП-42 при бурении пород различной крепости  $f$ : 1 - 1; 2 - 3; 3 - 5 и расчетные значения скорости бурения от площадки затупления при бурении пород различной крепости  $f$ : 4 - 1; 5 - 3; 6 - 5 с усилиями подачи 15 кН.

При этом

$$\delta = \frac{D - d_n}{2} = 0,00575 \text{ м,}$$

где  $d_n$  – наружный диаметр штанги, м,  $d_n = 0,035$  м.

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n}{30} = 52,36 \text{ с}^{-1},$$

где  $n$  – частота вращения бурового става, об/мин,  $n=500$  об/мин.

$$J = \frac{\pi}{64} (d_n^4 - d_e^4) = 0,48 \cdot 10^{-7} \text{ м},$$

где  $d_e$  – внутренний диаметр штанги, м,  $d_e=0,023$  м.

При подстановке значений в формулу (5) находим, что мощность, необходимая на вращение бурового става длиной 150 м составляет 0,25 кВт, а с учетом к.п.д. вращателя находится в пределах 0,3-0,35 кВт.

Привод вращателя бурового станка работает в повторно-кратковременном режиме и с переменной нагрузкой на валу. Поэтому выбор мощности электродвигателя следует проводить с учетом этого режима. Характер нагрузки двигателей в большинстве случаев невозможно точно предвидеть заранее. Несмотря на это, можно все же свести режим работы двигателя буровых машин к нескольким типичным режимам и для них установить условия наилучшего использования двигателя по нагреву.

Режим работы бурового станка в технологическом отношении достаточно стабилен, в нем имеют место регулярные паузы, которые можно заранее учесть. Для этого были проведены замеры времени последовательно повторяющихся операций бурения скважины на длину одной штанги (1,35 м) при наиболее скоростных режимах:

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Зажим буровой штанги в патроне и освобождение её в люнете  | – 2 с;    |
| 2. Подача воды на промывку скважины                           | – 13 с;   |
| 3. Включение подачи и бурение 450 мм скважины                 | – 12,2 с; |
| 4. Зажим буровой штанги в люнете и освобождение её в патроне  | – 2 с;    |
| 5. Включение обратного хода и обратный ход патрона            | – 4,4 с;  |
| 6. Зажим буровой штанги в патроне и освобождение её в люнете  | – 2 с;    |
| 7. Включение подачи и бурение 450 мм скважины                 | – 12,2 с; |
| 8. Зажим буровой штанги в люнете и освобождение её в патроне  | – 2 с;    |
| 9. Включение обратного хода и обратный ход патрона            | – 4,4 с;  |
| 10. Зажим буровой штанги в патроне и освобождение её в люнете | – 2 с;    |
| 11. Включение подачи и бурение 450 мм скважины                | – 12,2 с; |

Принимая это во внимание, с некоторым приближением, сравним характеристики электродвигателя с возможными нагрузками на валу в процессе бурения на длину штанги. Двигатель бурового станка должен удовлетворять условию равенства (эквивалентности) переменной нагрузки, для которой он предназначен и рассчитан. В этом случае температура двигателя достигает такой же величины, как и при работе его продолжительное время с постоянной нагрузкой.

Фактическая продолжительность включения двигателя определится из известного выражения

$$ПВ_{\phi} = \frac{t_{uu}}{t_y} \cdot 100\%,$$

где  $t_{uu}$  – время бурения скважины на длину одной штанги, с. По хронометражным данным время бурения станком БЖ45-100Э скважины на длину одной штанги,  $t_{uu}=68,4$  с;  $t_y$  – время цикла, с.

Для станка БЖ45-100Э время цикла определится по формуле [4]:

$$e_y = 2(m+1) \cdot e_1 + (m+1) \cdot e_2 + m \cdot e_3 + e_4 \text{ б сб}$$

где  $t_1$  – промежуток времени перед началом бурения, когда двигатель включен, штанга зажата в патрон и вращается вместе с ним,  $t_1=2$  с;  $t_2$  – время бурения,  $t_2=12,2$  с;  $t_3$  – время, затрачиваемое на перехват става,  $t_3=4,4$  с;  $t_4$  – время наращивания бурового става,  $t_4=145$  с;  $n$  – число перехватов;

$$n = \frac{l - m}{m} = \frac{1350 - 450}{450} = 2,$$

где  $l$  – длина штанги,  $l=1350$  мм;  $m$  – ход механизма подачи,  $m=450$  мм, тогда  $t_y = 2(2+1) \cdot 2 + (2+1) \cdot 12,2 + 2 \cdot 4,4 + 145 = 202,4$  с

и  $ПВ_{\phi} = \frac{68,4}{202,4} \cdot 100\% = 33,8\%$ .

Среднюю статистическую мощность определим по формуле [4]:

$$N_{\phi} = \frac{k[(N_M + N_{II} + N_{BC}) \cdot 2(n+1) \cdot t_1 + N_B(n+1) \cdot t_2 + N_M \cdot n \cdot t_3]}{t_y} =$$

$$= \frac{1,3[(0,3 + 0,1 + 0,35) \cdot 2(2+1) \cdot 2 + 11,1(2+1) \cdot 12,2 + 0,3 \cdot 2 \cdot 4,4]}{202,4} = 2,68 \text{ кВт},$$

где  $k = 1,3$  – коэффициент перегрузок при пуске и торможении.

Полученную мощность пересчитаем по выражению

$$N_H = N_{\phi} \sqrt{\frac{ПВ_{\phi}}{ПВ_H}} = 2,68 \sqrt{\frac{33,8}{25}} = 3,12 \text{ кВт},$$

где  $ПВ_H$  – ближайшее стандартное число ПВ.

Для преодоления различных осложнений, которым сопровождается бурение по угольным пластам и породам (обвалы стенок скважины, прихваты бурового

става) необходимо иметь запас мощности двигателя вращателя. С учетом этого выбираем электродвигатель мощностью 4 кВт.

#### ВЫВОДЫ

Как показали расчет и практика бурения скважин серийно выпускаемым станком БЖ45-100Э, мощность его электродвигателя, равная 5,5 кВт, является завышенной. Согласно приведенным выше расчетам, при модернизации станка может быть применен электродвигатель мощностью 4 кВт. Это позволит увеличить срок службы бурового станка, уменьшить его массу и габариты.

Предложенная в статье методика выбора электродвигателя может быть использована при проектировании новых буровых станков для вращательного бурения скважин малого диаметра.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворников Л.Т. Исследование некоторых вопросов вращательного бурения шпуров в горных породах средней крепости: Дисс....канд. техн. наук. – Томск, 1963. – 182с.
2. Демченко В.С. Обоснование параметров и создание машин для бурения длинных увлажнительных скважин: Дисс....канд. техн. наук – Днепропетровск, 1994. – 167с.
3. Мацейчик В.И. Некоторые вопросы теории работы колонковых бурильных труб при геологоразведочном бурении: Дисс....канд. техн. наук – Днепропетровск, 1970. – 128с.
4. Васильев Л.М., Демченко В.С., Демченко С.В. Обоснование мощности электропривода станка для бурения скважин малого диаметра. – Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов. – Институт геотехнической механики НАН Украины – Донецк: ООО Норд Компьютер, 2002. – Вып.36, с. 93-100.

УДК 622.647.83.004.3:621.313.333

С.М. Пилипчук

### **ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ АВАРИЙНОГО КОРПУСНОГО ТОРМОЗА КОНВЕЙЕРНОГО ПОЕЗДА НА РЫБАЛЬСКОМ ГРАНИТНОМ КАРЬЕРЕ.**

Попередні аналізи техніко-економічних показників транспортування гірської маси конвеєрним поїздом в порівнянні з автомобілями, визначив перевагу першого типу транспорту перед другим. Приведені експериментальні дослідження розробленого грузового гальма, показали його спроможність і надійність роботи при гальмуванні конвеєрного поїзду.

### **ON EMERGENCY DECELERATION EXPERIMENTAL INVESTIGATION FOR WHEEL BARROW RAILWAY CONVEYER CASE BRAKING AT RIBALSKY GRANITE QUARRY.**

Preliminary economic and technical comparison parameter analysis for rock mass transportation with wheel barrow railway conveyer and lorries demonstrated advances of first kind transport. Experiment design investigation results are presented. Designed load deceleration demonstrated high efficiency and reliable work in wheel barrow railway conveyer deceleration.

Одним из главных звеньев технологической цепи при добыче полезных ископаемых открытым или подземным способом является транспорт.

Современным направлением технического прогресса на гранитных карьерах