Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института. Том XXIV, 1950 г.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА СКРЕПЕРНОЙ ЛЕБЕДКИ

Канд. техн. наук *Л. Ф. Шклярский*

Мощность двигателя скреперной лебедки, как известно, определяется на основании выражения:

$$P = \frac{fQ' v_p}{102\,\eta_л}, \qquad (1)$$

где Q' — суммарный вес полезного и мертвого груза;
f — коэфициент трения;
v_p — скорость рабочего хода скрепера;
$\eta_л$ — к. п. д. скреперной лебедки.

Таким образом, предполагается, что тяговое усилие скрепера является постоянным в течение всего времени его работы, т. е. по существу выбор мощности двигателя для привода скрепера осуществляется так, как при длительном режиме работы. На самом же деле режим работы привода скреперной лебедки должен быть отнесен к повторно-кратковременному, так как чередуются периоды рабочего и холостого ходов скрепера, что видно из приведенных ниже нагрузочных диаграмм, снятых автором на шахтах Черемховского угольного бассейна. Поэтому с точки зрения режима работы выбор мощности двигателя скреперной лебедки на основании выражения (1) едва ли может быть рекомендован. В этом смысле наиболее целесообразным было бы, пользуясь нагрузочными диаграммами, аналогичными приведенной на рисунке, определять мощность привода, как среднеквадратичную. К сожалению, это практически почти неосуществимо, так как условия скреперирования столь разнообразны в отношении угла наклона плоскости перемещения груза, характера скреперируемого материала, длины пути доставки и пр., что в каждом конкретном случае необходимо было бы располагать или нагрузочными диаграммами, снятыми с натуры, или большим количеством записанных на ленту графиков нагрузки, на основании которых можно было бы вывести экспериментальные коэфициенты.

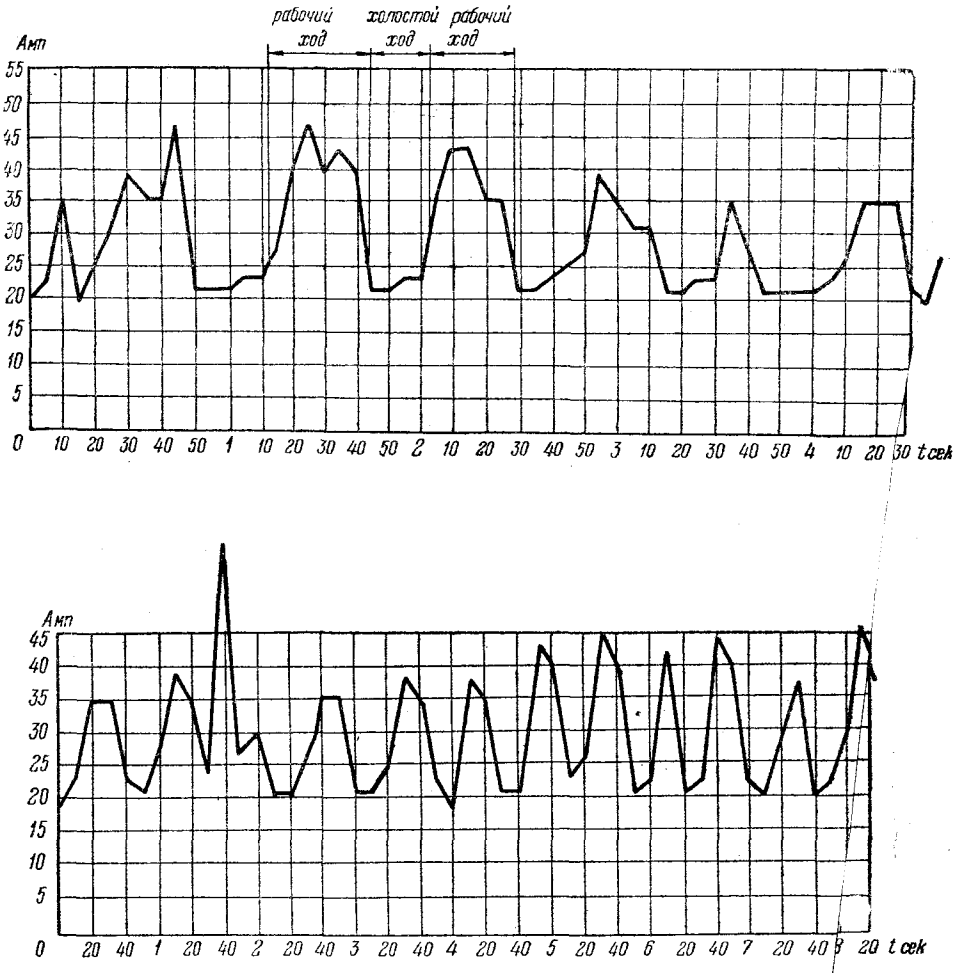
Таким образом указанный метод выбора мощности привода скреперной лебедки на основании нагрузочных диаграмм также не может быть применим.

Кроме того, необходимо заметить, что у большинства современных скреперных лебедок, установленных для транспортирования руды и угля при угле наклона скреперирования не $>15°$, мощность их двигателей завышена на 40—60% [1], что объясняется в большей степени неточными методами определения мощности привода скреперных лебедок.

[1] Доц. С. А. Волотковский и инж. В. И. Невзоров, Выбор типа мотора для скреперной лебедки ЦМК, «Горный журнал», 1934, № 9.

Ниже предлагается метод выбора мощности привода скреперных лебедок, который основан на использовании упрощенных расчетных нагрузочных диаграмм.

Во время работы скреперной лебедки двигатель ее вращается непрерывно, а переключение барабанов осуществляется фрикционными



Нагрузочные диаграммы привода скреперной лебедки ЛУ-15, установленной на угольном складе одной из шахт Черемховского угольного бассейна.

Длина скреперирования 65 *м*; работа сверху вниз под углом 4°; полезный груз скрепера $Q = 600$ *кг*. Двигатель «Д» МА-143 2/4, 5 *квт*, 1475 об/мин. Напряжение 220 *в*. Замеры производились через каждые 5 сек. (диаграмма тока) и через каждые 10 сек. (диаграмма мощности)

муфтами. Рабочий режим двигателя характеризуется чередованием рабочих периодов $t_р$ при полной нагрузке $P_р$ с периодами холостого хода $t_х$ скрепера при нагрузке $P_х$.

Следовательно, выражение эквивалентной мощности двигателя скреперной лебедки представляется таким образом:

$$P_э = \sqrt{\frac{P_р^2 t_р + P_х^2 t_х}{t_р + t_х}}. \quad (2)$$

В связи с тем, что во время холостого хода скрепера нарушается прямая зависимость между мощностью $P_х$ и током двигателя $I_х$, так как $\cos\varphi_х$ в данном случае значительно меньше $\cos\varphi_{ном}$ при рабочем ходе скрепера, то в выражение (2) необходимо ввести поправку, учитывающую указанное явление. Поправку на к. п. д. не вводим, так как для условий работы скреперов характерно, что $P_х \geqslant 0{,}5\ P_р$; при этом к. п. д. изменяется в пределах 2—3%. Под знак радикала вводим, таким образом, коэфициент:

$$\beta = \frac{\cos\varphi_{ном}}{\cos\varphi_х}, \quad (3)$$

где $\cos\varphi_{ном}$ — коэфициент мощности двигателя при его номинальной нагрузке (рабочий ход скрепера);

$\cos\varphi_х$ — коэфициент мощности двигателя при холостом ходе скрепера.

Таким образом, выражение (2) переписывается в следующем виде:

$$P_э = \sqrt{\frac{P_р^2 t_р + (\beta P_х)^2 t_х}{t_р + t_х}}. \quad (4)$$

Вводя понятие *относительной продолжительности работы* ε для скреперной лебедки, как весьма характерного показателя режима работы ее привода

$$\varepsilon = \frac{t_р}{t_р + t_х}, \quad (5)$$

переписываем окончательно выражение (4) с учетом выражения (5):

$$P_э = \sqrt{P_р^2 \varepsilon + (\beta P_х)^2 (1 - \varepsilon)}. \quad (6)$$

Пользуясь предложенным методом, ниже приводим примерный расчет.

Пример. Выбрать двигатель скреперной лебедки типа УСА-10 завода «Свет шахтера», установленной на угольном складе.

Данные:

длина скреперирования s, *м*	80
угол наклона плоскости скреперования α	0
скорость рабочего хода скрепера $v_р$, *м/сек*	0,97
скорость холостого хода скрепера $v_х$, *м/сек*	0,14
полезный груз скрепера Q, *кг*	700
вес самого скрепера G, *кг*	250
к.п.д. лебедки $\eta_л$	0,8
диаметр каната d, *мм*	13
вес 1 *пог. м* каната q, *кг*	0,54
коэфициент трения угля о почву f_1	0,65
коэфициент трения скрепера и каната о почву $f_2 = f_3$	0,45

Нагрузка двигателя $P_р$ во время рабочего хода скрепера может быть определена из выражения:

$$P_р = \frac{F_р v_р}{102\,\eta_л}, \quad (7)$$

причем

$$F_р = F_1 + F_2 + F_3 + F_4.$$

где $F_1 = f_1 Q = 0{,}65 \cdot 700 \approx 450$ *кг* — сопротивление движению захваченного скрепером материала; [1]

$F_2 = f_2 G = 0{,}45 \cdot 250 \approx 110$ *кг* — сопротивление движению самого скрепера;

$F_3 = f_3 2sq = 0{,}45 \cdot 2 \cdot 80 \cdot 0{,}54 \approx 40$ *кг* — сопротивление движению канатов;

$F_4 \approx 10$ *кг* — сопротивление в блоках и от жесткости канатов.

Сопротивлением зачерпыванию скреперируемого материала в данном случае пренебрегаем, так как оно действует всего лишь несколько секунд, вызывая кратковременную перегрузку.

Следовательно:

$$F_р = 450 + 110 + 40 + 10 = 610 \text{ кг}.$$

Подставляя данный результат в выражение (7), получаем:

$$P_р = \frac{610 \cdot 0{,}97}{102 \cdot 0{,}8} = 7{,}2 \text{ квт}.$$

Нагрузка двигателя $P_х$ во время холостого хода скрепера определяется из выражения:

$$P_х = \frac{F_х v_х}{102 \eta_л}, \qquad (8)$$

причем

$$F_х = F_2 + F_3 + F_4 = 110 + 40 + 10 = 160 \text{ кг}.$$

Подставляя в выражение (8), получаем:

$$P_х = \frac{160 \cdot 1{,}14}{102 \cdot 0{,}8} = 2{,}2 \text{ квт}.$$

Затем определяем *относительную продолжительность работы* ε, для чего предварительно определяем элементы времени по данным скреперной установки:

$$t_р = \frac{s}{v_р} = \frac{80}{0{,}97} \approx 83 \text{ сек.};$$

$$t_х = \frac{s}{v_х} = \frac{80}{1{,}14} = 70 \text{ сек.}$$

На основании выражения (5) получаем:

$$\varepsilon = \frac{83}{83 + 70} = 0{,}5.$$

В *отношении коэфициента* $\beta = \frac{\cos \varphi_{ном}}{\cos \varphi_х}$ необходимо заметить, что, так как мы не располагаем еще определенным двигателем, то задаваться указанным коэфициентом приходится, ориентируясь на двигатель, рекомендуемый, например, заводом-изготовителем для данной лебедки. Таким двигателем в данном случае является асинхронный короткозамкнутый двигатель с $P_н = 10$ *квт*. Поэтому для наших условий нагрузки получаем:

$$\beta = \frac{\cos \varphi_{ном}}{\cos \varphi_х} = \frac{0{,}78}{0{,}60} = 1{,}3.$$

Надо сказать, что в подобных случаях последующие проверки коэфициента β, ориентируясь на выбранный на основании выражения (6)

[1] Определение сопротивлений движению и значения коэфициентов трения см. проф. А. А. Щукин, Справочник по скреперным работам, 1935; проф. В. И. Геронтьев, Рудничный транспорт, ч. I, 1939.

двигатель, дают очень небольшие отклонения от значения β, принятого нами выше несколько ориентировочно. Таким образом, все определенные выше величины подставляем в выражение (6):

$$P_э = \sqrt{7{,}2^2 \cdot 0{,}5 + (1{,}3 \cdot 2{,}2)^2 \cdot (1 - 0{,}5)} \approx 5{,}5 \text{ } квт.$$

Предвидя ряд возможных случайных перегрузок во время движения скрепера по почве, увеличиваем полученное значение на 15%:

$$P'_э = 1{,}15 \cdot 5{,}5 = 6{,}3 \text{ } квт.$$

По каталогу принимаем нереверсивный асинхронный короткозамкнутый двигатель АДО, $P_н = 7$ *квт*, $n = 1460$ об/мин, к. п. д. $= 87\%$, $\cos\varphi = 0{,}78$.

Ранее в данных условиях устанавливался двигатель с $P_н = 10$ *квт*.

Таким образом, на основании приведенного примера можно притти к заключению, что применение предлагаемой методики дает мощность привода скреперной лебедки, значительно меньшую по сравнению с получаемой при расчетах по общепринятым методам.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Щукин, Справочник по скреперным работам, 1935.
2. В. К. Попов, Основы электропривода, 1945.
3. С. А. Пресс, Приближенный способ расчета мощности электродвигателей для повторно-кратковременного режима, «Труды Ленинградского индустриального института», 1940, № 3.