

4.ЗАМЕНА НЕЗАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ МЕНЬШЕЙ МОЩНОСТИ

Если средняя нагрузка электродвигателя составляет менее 45% номинальной мощности, то замена его менее мощным электродвигателем всегда целесообразна и проверки расчетами не требуется. При нагрузке электродвигателя более 70% номинальной мощности можно считать, что замена его нецелесообразна.

При нагрузке электродвигателя в пределах 45...70% номинальной мощности целесообразность их замены должна быть подтверждена уменьшением суммарных потерь активной мощности в электрической системе и в электродвигателе.

Эти суммарные потери активной мощности могут быть определены по выражению:

$$\Delta P_{\text{сум}} = [Q_{xx} \cdot (1 - \kappa_n^2) + \kappa_n^2 \cdot Q_n] \cdot \kappa_\gamma + \Delta P_{xx} + \kappa_n^2 \cdot \Delta P_{a.n.}, \quad (23)$$

где $Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{xx}$ - реактивная мощность, потребляемая электродвигателем из сети при холостом ходе, квар; I_{xx} -ток холостого хода электродвигателя, А; U_n -номинальное напряжение электродвигателя, В; $\kappa_n = P/P_n$ - коэффициент нагрузки электродвигателя; P -средняя нагрузка электродвигателя, кВт; P_n - номинальная мощность электродвигателя, кВт; $Q_n = \frac{P_n}{\eta_n} \cdot \operatorname{tg} \varphi_n$ - реактивная мощность электродвигателя при номинальной нагрузке, квар; η_n -к.п.д. электродвигателя при номинальной нагрузке; $\operatorname{tg} \varphi_n$ - производная от номинального коэффициента мощности электродвигателя; κ_γ -коэффициент изменения потерь;

$$\Delta P_{xx} = P_n \left(\frac{1 - \eta_n}{\eta_n} \right) \cdot \left(\frac{\gamma}{1 + \gamma} \right) \text{потери активной мощности при холостом}$$

ходе электродвигателя, кВт; $\Delta P_{a.n} = P_n \cdot \left(\frac{1 - \eta_n}{\eta_n} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \gamma} \right)$ - прирост

активной мощности в электродвигателе при нагрузке 100%, кВт;

$\gamma = \frac{\Delta P_{xx}}{\Delta P_{a.n}}$ - расчетный коэффициент, зависящий от конструкции

электродвигателя и определяемый, например, из выражения:

$$\gamma = \frac{\Delta P_{xx}, \%}{(100 - \eta_n, \%) - \Delta P_{xx}, \%}; \quad (24)$$

где $\Delta P_{xx}, \%$ - потери х.х. в % активной мощности, потребляемой электродвигателем при нагрузке 100%.

Пример

Необходимо проверить рентабельность замены электродвигателя А92-2 с номинальной мощностью $P_n=125$ кВт, работающего с нагрузкой $P=70$ кВт, электродвигателем А82-2 с номинальной мощностью $P_n=75$ кВт.

Коэффициент изменения потерь принимаем равным $k_3=0,1$ кВт/квар.

Решение

Параметры электродвигателя А92-2 составляют $P_n=125$ кВт; $U_n=380$ В; $\eta_n=0,92$; $\cos\varphi=0,92$; $I_{xx}=71$ А; $\Delta P_{xx}=4,4$ кВт.

Определяем:

$$Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{xx} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 71 \cdot 10^{-3} = 46,6 \text{ квар};$$

$$Q_n = \frac{P_n}{\eta_n} \cdot \operatorname{tg} \varphi_n = \frac{125}{0,92} \cdot 0,426 = 58 \text{ квар};$$

$$\kappa_n = P/P_n = 70/125 = 0,7$$

$$\Delta P_{xx}, \% = \frac{\Delta P_{xx}}{P_H} \cdot 100 = \frac{4,4}{125} \cdot 100 = 3,52\%;$$

$$\gamma = \frac{\Delta P_{xx}, \%}{(100 - \eta_H, \%) - \Delta P_{xx}, \%} = \frac{3,52}{(100 - 92) - 4,4} = 0,8;$$

$$\Delta P_{a.H} = P_H \cdot \left(\frac{1 - \eta_H}{\eta_H} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \gamma} \right) = 125 \cdot \left(\frac{1 - 0,92}{0,92} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + 0,8} \right) = 6,04 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_{\text{сум}} = [46,6 \cdot (1 - 0,7^2) + 0,7^2 \cdot 58] \cdot 0,1 + 4,4 + 0,7^2 \cdot 6,04 = 12,58 \text{ кВт}$$

Параметры электродвигателя А82-2 составляют $P_H = 75 \text{ кВт}$;
 $U_H = 380 \text{ В}$; $\eta_H = 0,91$; $\cos \varphi_H = 0,92$; $I_{xx} = 42,6 \text{ А}$; $\Delta P_{xx} = 3,2 \text{ кВт}$.

Определяем:

$$Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot U_H \cdot I_{xx} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 42,6 \cdot 10^{-3} = 27,9 \text{ квар};$$

$$Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \cdot \tan \varphi_H = \frac{75}{0,91} \cdot 0,426 = 35 \text{ квар};$$

$$\kappa_H = P/P_H = 70/75 = 0,93$$

$$\Delta P_{xx}, \% = \frac{\Delta P_{xx}}{P_H} \cdot 100 = \frac{3,2}{75} \cdot 100 = 4,27 \text{ } \%;$$

$$\gamma = \frac{\Delta P_{xx}, \%}{(100 - \eta_H, \%) - \Delta P_{xx}, \%} = \frac{4,27}{(100 - 91) - 4,27} = 0,9;$$

$$\Delta P_{a.H} = P_H \cdot \left(\frac{1 - \eta_H}{\eta_H} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + \gamma} \right) = 75 \cdot \left(\frac{1 - 0,91}{0,91} \right) \cdot \left(\frac{1}{1 + 0,9} \right) = 3,9 \text{ кВт}$$

$$\Delta P''_{\text{сум}} = [27,9 \cdot (1 - 0,93^2) + 0,93^2 \cdot 35] \cdot 0,1 + 3,2 + 0,93^2 \cdot 3,9 = 9,97 \text{ кВт}$$

В результате замены незагруженного электродвигателя А92-2 на электродвигатель А82-2 меньшей номинальной мощности получили

снижение потерь активной мощности в двигателе и электрической сети, равное:

$$\Delta P = \Delta P'_{\text{сум}} - \Delta P''_{\text{сум}} = 12,58 - 9,97 = 2,61 \text{ кВт}.$$

Замена незагруженных электродвигателей, даже если она оправдана расчетом, может производиться только после тщательной проверки возможности их полной загрузки за счет правильного использования приводимых ими рабочих машин. Это мероприятие оправдано в тех случаях, когда двигатель выбран неправильно и завышен по мощности по сравнению с рабочей машиной. Установка двигателя пониженной мощности как бы узаконивает недостаточное использование рабочей машины и в перспективе может служить препятствием для полного использования ее при соответствующем усовершенствовании технологического процесса.

Исходные данные

Таблица 5

№ вар.	$P_{н.1}$, кВт	$P_{нагр}$, кВт	$P_{н.2}$, кВт
1,16	200	140	160
2,17	160	100	110
3,18	132	70	75
4,19	110	65	75
5,20	90	50	55
6,21	75	48	55
7,22	55	34	37
8,23	45	20	22
9,24	37	19	22
10,25	30	13	15

Продолжение таблицы 5

11,26	22	12	11
12,27	18,5	9	11
13,28	15	6,3	7,5
14,29	250	164	200
15,30	315	215	250