

ВЫВОД

Предложенный принцип построения прогнозирующей модели и управления от нее электроприводом отличается простотой реализации и может применяться в металлорежущих станках и промышленных роботах при цифровом управлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулько Ф. Б., Коган Б. Я. Метод оптимального управления с прогнозированием // Тр. ИФАК. – 1965. – Т. 2. – С. 153.
2. Вороженцев И. В., Ладыгин А. Н., Холин В. В. Цифровой быстродействующий регулятор тока тиристорного преобразователя для электропривода // Тр. МЭИ. – 1982. – Вып. 1. – С. 17–21.

Представлена кафедрой
электропривода и автоматизации
промышленных установок
и технологических комплексов

Поступила 30.05.2005

УДК 621.132

ЭЛЕКТРОПРИВОД С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ

Канд. техн. наук, доц. РОМАНОВ В. В., инж. РОМАНОВ Р. В.

*Белорусский национальный технический университет,
Минские кабельные сети*

Приводными двигателями вентиляторов, используемых для охлаждения продуктов переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах, служат асинхронные двигатели, частота вращения которых, как правило, не регулируется. Интенсивность охлаждения в этом случае изменяется путем регулирования расхода охлаждающего воздуха при неизменной частоте вращения двигателя. Мощность, необходимую для прокачки охлаждающего воздуха, можно определить по выражению [1]

$$P_{\text{вент}} = 1,75Qv^2, \quad (1)$$

где $P_{\text{вент}}$ – требуемая мощность на валу приводного двигателя; Q – расход охлаждающего воздуха, м³/с; v – окружная скорость вентиляционных крыльев по их внешнему диаметру, м/с.

При неизменной частоте вращения двигателя потребляемая им из сети мощность зависит (прямо пропорционально) только от расхода охлаждающего воздуха. А если для изменения расхода охлаждающего воздуха использовать регулируемый электропривод, то потребляемая из сети мощность при снижении расхода охлаждающего воздуха будет уменьшаться более интенсивно, чем в случае нерегулируемого электропривода. Найдем соотношение мощностей для регулируемого и нерегулируемого электроприводов. Предположим, что КПД привода не зависит от нагрузки и частоты вращения электродвигателя, а также, что расход охлаждающего воздуха

одинаков как в случае нерегулируемого, так и регулируемого электроприводов. Тогда на основании (1) получим

$$\frac{P_{\text{вент.н}}}{P_{\text{вент.р}}} = \left(\frac{n_{\text{ном}}}{n} \right)^2, \quad (2)$$

где $P_{\text{вент.н}}$, $P_{\text{вент.р}}$ — мощности на валу двигателей нерегулируемого и регулируемого электроприводов соответственно; $n_{\text{ном}}$, n — номинальное и текущее значения частоты вращения.

Полученное выражение можно записать в виде

$$P_{\text{вент.р}} = P_{\text{вент.н}}/D^2, \quad (3)$$

где $D = n_{\text{ном}}/n$ — степень уменьшения скорости.

Таким образом, в случае использования регулируемого электропривода мощность на валу по сравнению с мощностью на валу нерегулируемого электропривода снижается пропорционально квадрату степени уменьшения скорости.

Используя зависимость расхода охлаждающего воздуха от температуры окружающей среды для вентилятора наружной холодильной установки (рис. 1), можно по выражению (1) рассчитать мощность на валу электродвигателя при различных температурах окружающей среды. Результаты расчета для электродвигателя с номинальной мощностью 90 кВт при диаметре вентилятора, равном 5 м, приведены в табл. 1.

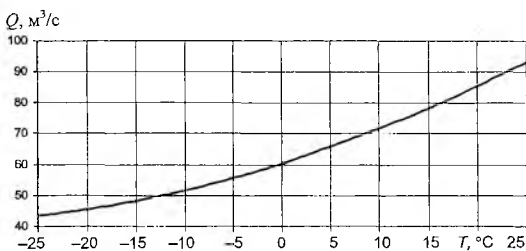


Рис. 1. Зависимость расхода охлаждающего воздуха от температуры окружающей среды

Таблица 1

Зависимость мощности на валу электродвигателя вентилятора от температуры

$T, ^\circ\text{C}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$v, \text{ м/с}$	$P_{\text{вент.р}}, \text{ кВт}$	$P_{\text{вент.н}}, \text{ кВт}$
25	93	23,8	92,2	92,2
20	86	22,0	72,8	85,2
15	78	20,0	54,6	77,3
10	72	18,4	42,7	71,4
5	65	16,6	30,6	64,4
0	60	15,4	24,9	59,5
-5	56	14,3	20,0	55,5
-10	52	13,3	16,1	51,5
-15	48	12,3	12,7	47,6
-20	46	11,8	11,2	45,6
-25	43	11,2	9,4	42,6

По данным табл. 1 построены зависимости мощности на валу $P_{\text{вент.р}}$ для регулируемого (кривая 1) и $P_{\text{вент.н}}$ для нерегулируемого (кривая 2) электроприводов от температуры окружающей среды (рис. 2). При этом за базовую принята мощность на валу двигателя при температуре окружающей среды 25 °C. По этим кривым, зная КПД привода, можно определить потребляемую из сети мощность при различных температурах окружающей среды. Из рисунка видно, что в случае изменения расхода охлаждающего воздуха путем регулирования частоты вращения приводного двигателя мощность, необходимая для прокачки охлаждающего воздуха, уменьшается, причем тем больше, чем ниже температура окружающей среды. Зависимость мощностей $P_{\text{вент.р}}/P_{\text{вент.н}}$ от температуры охлаждающего воздуха приведена на рис. 3, с помощью которого, зная температуру окружающей среды, можно в первом приближении (без учета разницы в величинах

КПД) определить экономию электроэнергии от внедрения регулируемого электропривода. Например, при температуре 5,5 °С она составит порядка 40–50 %.

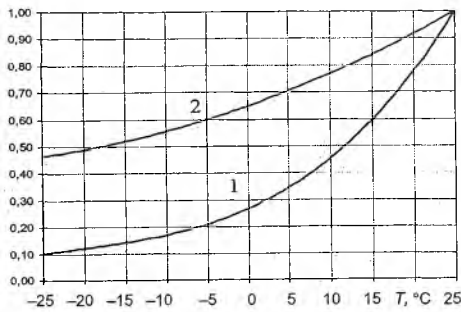


Рис. 2. Зависимость относительной мощности на валу электродвигателя от температуры: 1 — регулируемый; 2 — нерегулируемый электроприводы

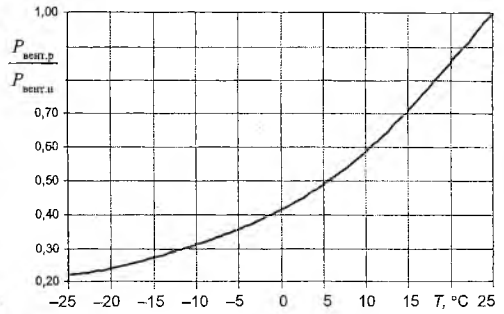


Рис. 3. Зависимость мощностей на валу регулируемого и нерегулируемого электроприводов от температуры

Для регулирования частоты вращения асинхронного двигателя вентилятора наиболее целесообразно использовать частотный электропривод. Исследование частотного регулирования [2] показывает, что для обеспечения работы асинхронного двигателя при различных частотах с постоянными значениями КПД, коэффициента мощности, перегрузочной способности и постоянным абсолютным скольжением при ненасыщенной стали необходимо одновременно с изменением частоты регулировать также и напряжение питающей сети по следующему закону:

$$\frac{U'_1}{U_1} = \frac{f'_1}{f_1} \sqrt{\frac{M'}{M}}, \quad (4)$$

где U'_1 и M' — напряжение питающей сети и момент, соответствующие частоте f'_1 ; U_1 и M — напряжение и момент, соответствующие частоте f_1 .

В случае вентиляторной нагрузки $M \sim f_1^2$. Тогда

$$\frac{U'_1}{U_1} = \left(\frac{f'_1}{f_1}\right)^2, \quad (5)$$

т. е. подводимое к двигателю напряжение должно измениться пропорционально квадрату частоты.

Однако в условиях эксплуатации при небольших диапазонах регулирования вполне допустимо использование закона регулирования $Uf = \text{const}$. В этом случае напряжение питания двигателя изменяется прямо пропорционально частоте.

ВЫВОД

Экономия электроэнергии от внедрения частотнорегулируемого электропривода промышленных вентиляторов увеличивается с понижением температуры окружающей среды. При температуре 5,5 °С (среднегодовая температура по Республике Беларусь) она составит порядка 40–50 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольдек А. И. Электрические машины. — Л.: Энергия, 1978. — 838 с.
2. Костенко М. П., П и о т р о в с к и й Л. М. Электрические машины. — Л.: Энергия, 1973. — Ч. 2. — 530 с.

Представлена кафедрой
электроснабжения

Поступила 30.05.2005