

УДК 621.314

Студ. В.А. Жалевич, С.А. Герасимчик

Науч. рук. доц. Н.П. Коровкина

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ);

Науч. рук. доц. Н.Н. Пустовалова

(кафедра информационных систем и технологий, БГТУ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Проблема энергосбережения в настоящее время имеет особую актуальность. Для Республики Беларусь, не обладающей значительными запасами углеводородных ресурсов, вопросы энергосбережения особенно приоритетны.

Из анализа структуры потребления электроэнергии можно сделать вывод, что основной эффект может быть получен в наиболее энергоемкой сфере – сфере электропривода. Переход к частотно-регулируемому электроприводу позволяет радикально решить проблему энерго- и ресурсосбережения.

Система «электронный преобразователь частоты – короткозамкнутый асинхронный двигатель» в настоящее время является оптимальным техническим решением массового электропривода. Она особенно привлекательна на стадии модернизации предприятия: сохраняется все существующее оборудование, но между сетью и двигателем включается новый элемент – преобразователь частоты. Из всей электроэнергии, потребляемой электроприводом, 40% приходится на электроприводы насосов и вентиляторов.

В данной статье рассматривается эффективность энергосберегающих мероприятий для насосов и вентиляторов. За критерии оценки приняты экономия электроэнергии в год и срок окупаемости.

Нерегулируемый электропривод. Для каждого уровня расхода Q и напора H определяется потребляемая мощность P_ϕ электродвигателем насоса до установки ЧРЭП:

$$P_\phi = \frac{Q_n \cdot H_n}{367,2 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_n}, \text{ кВт},$$

где P_ϕ – потребление электрической мощности до установки ЧРЭП, кВт; Q_n – номинальная производительность насоса, м³/час; H_n – номинальный напор насоса, м; $\eta_{дв}$ – КПД двигателя; η_n – КПД насоса.

Регулируемый электропривод. После модернизации электропривода за счет снижения частоты вращения двигателя насоса уменьшается при тех же расходах напор и, следовательно, мощность и элек-

троэнергия. Пересчет уровней напора и мощности для двух частот вращения ω_1 и ω_2 производился с помощью формул подобия:

$$Q_1 / Q_2 = \omega_1 / \omega_2; H_1 / H_2 = (\omega_1 / \omega_2)^2; P_1 / P_2 = (\omega_1 / \omega_2)^3.$$

Мощность $P_{пч}$, потребляемая агрегатом после установки ЧРЭП:

$$P_{пч} = \frac{Q_n \cdot H_2}{367,2 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_n \cdot \eta_{пч}}, \text{ кВт},$$

где Q_n – требуемая производительность насоса, м³/час; H_n – требуемый напор, развиваемый насосом, м; $\eta_{пч}$ – КПД преобразователя.

Потребление электроэнергии до установки ЧРЭП:

$$W_{\phi} = P_{\phi} T_p,$$

где T_p – количество часов насоса в году.

Потребление электроэнергии после установки ЧРЭП:

$$W_{пч} = P_{пч} T_p.$$

Экономия электроэнергии в год составит:

$$\Delta W = W_{\phi} - W_{пч} \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Стоимость сэкономленной электроэнергии:

$$\mathcal{E} = \Delta W \cdot C, \text{ руб.},$$

где C – стоимость кВт·ч электроэнергии, руб./кВт·ч.

Стоимость кВт·ч электроэнергии была принята 481 бел. руб./кВт·ч.

При ориентировочном определении капитальных вложений (K) стоимость проектных работ составляет – 4%, монтажных – 3%, пусконаладочных – 5% от стоимости оборудования ($C_{обор.}$, т. руб.). Капиталовложение в мероприятие: $K = 1,12 C_{обор.}$, т. руб. Срок окупаемости S_0 : $S_0 = K/\mathcal{E}$, год.

Исходные данные для расчета эффективности мероприятия при внедрении ЧРЭП на насосных агрегатах приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Паспортные данные насосов

Параметры оборудования	Насос пере-грева воды	Насос подпит-ки	Насос охла-ждения	Насос расхода сетевой воды
Q_n , м ³ / ч	160	65	105	800
H_n , м	80	240	294	57
$\eta_{дв}$	0,925	0,925	0,925	0,925
η_n	0,65	0,65	0,65	0,67
Q_n , м ³ /ч	90	50	90	500
H_n , м	80	220	240	40
$\eta_{пч}$	0,97	0,97	0,97	0,97
T_p , час в год	3840	3840	3840	8760
$C_{обор.}$, т. руб	28441	142450	76410	93790

В таблице 2 приведены данные расчета по определению экономической эффективности при установке ЧРЭП на насосных агрегатах.

Таблица 2 Показатели экономической эффективности

Наименование насоса	P_{ϕ} , кВт	P_{nc} , кВт	W_{ϕ} , кВт·ч	W_{nc} , кВт·ч	ΔW , кВт·ч	\mathcal{E} , т.руб	K , т.руб.	S_o , год.
Насос для приготовления горячей воды	58	34	222720	130560	92160	44328,9	31853	0,7
Насос подпитки	71	51,4	272640	197376	75264	36201,9	47544	1,3
Насос охлаждения	140	101	537600	387840	149760	72034,6	85579	1,2
Насос расхода сетевой воды	200	91	1752000	797160	954840	459278	104596	0,22

При использовании ЧРЭП на вентиляционных установках экономия электроэнергии определялась с учетом их фактической производительности. Изменение основных параметров работы вентиляторов при изменении частоты вращения определялись «формулами подобия». Частота вращения ротора двигателя вентилятора при установке ЧРЭП, об/мин:

$$n = Q_{\phi} / (Q_{ном} n_{ном}),$$

где Q_{ϕ} – фактическая производительность, м³/ч; $Q_{ном}$ – номинальная производительность при заданном давлении, м³/ч; $n_{ном}$ – номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин.

Мощность на валу при установке ЧРЭП:

$$P_{nc} = P_{ном} n^3 / n_{ном}^3, \text{ кВт.}$$

Годовой расход электроэнергии при работе электродвигателя с номинальной частотой вращения:

$$W_{\phi} = P_{ном} T_p k_{и}, \text{ кВт·ч,}$$

где T_p – количество часов работы вентилятора в году, ч; $k_{и}$ – коэффициент использования. Годовой расход электроэнергии электродвигателей вентиляторов при работе с ЧРЭП:

$$W_{nc} = P_{nc} T_p k_{и}, \text{ кВт·ч.}$$

Годовая экономия электроэнергии при работе вентиляционных установок с ЧРЭП по сравнению с обычным электроприводом:

$$\Delta W = W_{\phi} - W_{nc}, \text{ кВт ч}$$

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E} = \Delta W \cdot C, \text{ т. руб,}$$

где C – стоимость электроэнергии, руб./кВт·ч.

Результаты расчета технико-экономических показателей при внедрении ЧРЭП для электроприводов вентиляторов приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет эффективности при внедрении ЧРЭП на вентиляторах

Наименование вентилятора.	$P_{\text{ф}}$, кВт	$P_{\text{пч}}$, кВт	$W_{\text{ф}}$, кВт·ч	$W_{\text{пч}}$, кВт·ч	ΔW , кВт·ч	\mathcal{E} , т.руб	$C_{\text{обор}}$, т.руб	K , т.руб	S_0 , год
Приточно-вытяжной Вентилятор охлаждения оборотной воды на градирне	35	9.6	178500	48960	129540	62309	16352	18315	0,3
	30	15	91000	45500	45500	21800	23705	14230	0,65

Таким образом, проведенные расчеты показали, что применение частотно-регулируемого привода на насосах и вентиляторах промышленных предприятий приводит к значительной экономии электроэнергии при небольшом сроке окупаемости.

УДК 621.311.161

Студ. А.Е. Костеневич, Е.С. Казловская

Науч. рук. доц. О.И. Александров

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖСИСТЕМНЫХ ПЕРЕТОКОВ МОЩНОСТИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАМКАХ ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ (ОЭС)

С помощью потоков энергии по межсистемным линиям электропередачи (МЛЭП) можно решить целый ряд задач, среди которых наиболее важными являются: а) улучшение использования энергетических ресурсов и генерирующих мощностей; б) взаимопомощь энергосистем в связи с разновременностью наступления максимумов нагрузки и разновременностью возникновения потребности использовании резерва; в) перераспределение нагрузок электростанций, которое приводит к более экономному производству энергии или к снижению суммарных электрических потерь в объединении энергосистем; г) питание потребителей на трассе МЛЭП. Использование МЛЭП помогает решать также такие дополнительные задачи, как выравнивание диспропорций между ростом потребления и ростом установленных мощностей в отдельных энергосистемах; расширение возможностей использования потребителей-регуляторов; использование в некоторых случаях зарядной мощности МЛЭП для улучшения напряжения в одной из энергосистем.

Снижение суммарного максимума нагрузки по сравнению с суммой максимумов происходит благодаря возрастанию смещения и разброса во времени колебаний потребления энергии по мере увеличения числа потребителей, что приводит к выравниванию графиков нагрузки. При этом выравнивание графиков нагрузки осуществляется как за счет регулярных (закономерных), так и нерегулярных (случайных) колебаний нагрузки.