

$$U_{2\text{опт}} = U_2^*(x) \quad (3)$$

Для решения задачи оптимизации в условиях действующего промышленного процесса сушки целесообразно получение модели статистики (уравнение регрессии) при пассивном эксперименте с применением метода регрессионного анализа.

Данные полученные в ходе эксперимента составили 120 опытов. С учетом динамических свойств объекта и независимости величин y_i ($i = 1, 2$) в опытах время между ними принято 30 минут.

Получены адекватные уравнения регрессии следующего вида:

$$y_{j,x} = b_0 x_0 + \sum_{i=1}^{k=3} b_i x_i + \sum_{i=1}^{k=3} b_{2i} x_i^2 + \sum_{i=1, i \neq j}^{k=3} b_{ij} x_i x_j \quad (4)$$

где y_1 – температура материала на выходе; y_2 – температура отходящих газов; x_1 – расход газа; x_2 – расход материала; x_3 – температура в камере смешивания.

Составлена и реализована программа статической оптимизации процесса сушки в пакете Optimization Toolbox, входящим в состав математического пакета MatLab.

УДК 519.8

В.П. Кобринец, доц., канд. техн. наук;

Н.П. Коровкина, доц., канд. пед. наук;

Н.Н. Пустовалова, доц., канд. пед. наук (БГТУ, г. Минск)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ

При оценке энергоэффективности работы технологического оборудования промышленных предприятий необходимо учитывать, что доля затрат на электроэнергию в зависимости от энергоемкости производства варьируется от незначительной до существенной. По оценкам специалистов удвоение цен на электроэнергию вызывает рост цен в промышленности на выпускаемую продукцию на 6-15%. В связи с этим актуальной задачей становится переход на энергосберегающий электропривод, к которому относится вентильно-индукторный.

Применение вентильно-индукторного электропривода связано с рядом его некоторых особенностей:

- по основным массогабаритным и энергетическим показателям ВИП не уступает и даже превосходит частотно-регулируемый асинхронный электропривод. Это связано с важной особенностью ВИМ – полезным использованием насыщения магнитной цепи;

– благоприятные функциональные особенности ВИП: большие моменты при низких скоростях и небольших токах, гибкое управление скоростью, широкий диапазон главного регулирования скорости – делают этот привод очень привлекательным для широких применений;

– большое разнообразие структур ВИП делают этот привод хорошо применимым как в низкооборотных (сотни оборотов в минуту), так и высокооборотных (десятки тысяч оборотов в минуту) версиях.

Итак, ВИП – серьезный конкурент современных регулируемых электроприводов без ограничения по мощности, скорости и т.д.

Также важной проблемой является определение экономии электрической энергии при замене асинхронных двигателей вентильно-индукторными. Экономичность была оценена по: сэкономленной электроэнергии (ΔW), экономии денежных средств на электроэнергию ($C_{сэ}$), сроку окупаемости ($T_{ок}$).

Исходными величинами для расчета экономичности применения ВИД на приводе электродвигателей насосов и вентиляторов явились следующие номинальные мощности асинхронного двигателя и ВИД, коэффициенты полезного действия этих двигателей, число часов работы за год, стоимость ВИД.

Экономический эффект от реализации энергосберегающего мероприятия определяли с учетом приведения к номинальному режиму эксплуатации оборудования, т.к. при трудно прогнозируемом режиме работы оборудования и значительном его отклонении от номинального годовая экономия электроэнергии за более длительный период может существенно отличаться от расчетной.

Экономия электрической энергии при замене асинхронных двигателей на ВИД одинаковых мощностей определяем по величине снижения потерь:

Разность потерь мощности АД и ВИД:

$$\Delta P = \Delta P_{1АД} - \Delta_1 P_{ВИД} = P_{ном} \cdot (1/\eta_{АД} - 1/\eta_{ВИД}), \text{ кВт},$$

где $\Delta P_{1АД}$, $\Delta_1 P_{ВИД}$ – потребляемые мощности соответственно АД и ВИД, кВт; $P_{ном}$ – номинальная мощность двигателей АД и ВИД, кВт; $\eta_{АД}$ – КПД асинхронного двигателя; $\eta_{ВИД}$ – КПД вентильно-индукторного двигателя.

Экономия электрической энергии в год:

$$\Delta W = P_{ном} \cdot (1/\eta_{АД} - 1/\eta_{ВИД}) \cdot t, \text{ кВт/ч},$$

где t – число часов работы за год, $t = 4300$ час.

Стоимость сэкономленной электроэнергии в течение года:

$$C_{сэ} = \Delta W \cdot b, \text{ руб},$$

где $b = 0,23$ руб. – стоимость одного кВт·ч электроэнергии для предприятий по двухставочному тарифу (по состоянию на 1.12.2017 г).

Срок окупаемости мероприятия

$$T_{ок} = C_{вид} / C_{сэ}, \text{ год,}$$

где $C_{вид}$ – стоимость ВИД, руб.

В таблице 1 и таблице 2 приведены исходные данные и оценка экономии электроэнергии при замене асинхронных двигателей вентиляционно-индукторными

Таблица 1 – Использование ВИД в насосных агрегатах

№ п/п	$P_{ном},$ кВт	$\eta_{ад},$ о.е.	$\eta_{вид},$ о.е.	$\Delta P,$ кВт	$\Delta W,$ кВтч	$C_{сэ},$ тыс.руб	$C_{вид},$ тыс.руб	$T_{ок},$ год
1	2,8	0,83	0,92				,66	0,74
2	13	0,85	0,92				69	1,45
3	14	0,85	0,94				75	1,13
4	18,5	0,84	0,92				80	0,95
5	18,5	0,7	0,92				80	0,30
6	22	0,87	0,92				82	1,35
7	30	0,88	0,94				2,08	0,65
8	45	0,87	0,94				2,60	0,68
9	55	0,86	0,92				,	0,96
11							6,41	0,38
12					425		8,45	1,80
13							9,37	1,10
14					9732		11,70	1,30
15					61920		13,00	0,93

Таблица 2 – Использование ВИД в вентиляторах

№ п/п	$P_{ном},$ кВт	$\eta_{ад},$ о.е.	$\eta_{вид},$ о.е.	$\Delta P,$ кВт	$\Delta W,$ кВт/ч	$cэ,$ тыс.руб	$C_{вид},$ тыс.руб	$T_{ок},$ год
1					16254		1,79	0,5
2					7740		1,79	1,0
3					20812		1,82	0,4
4					35948		1,82	0,2
5					50138		1,82	0,1
6					19350		5,85	1,3
7					24510		8,45	1,5
8					25800		9,23	1,6
9					75680		12,9	0,8

Приведенные расчеты показали, что при использовании вентиляционно-индукторного электропривода наряду с техническими преимуществами этих двигателей, ВИД дает значительную экономию электроэнергии на предприятиях при небольшом сроке окупаемости.

Таким образом, применение ВИД в качестве электроприводов различного технологического оборудования является перспективным направлением в системах энергосбережения промышленных предприятий.