

УДК 621.314

Студ. М. В. Петровский
 Науч. рук. доц. Н. П. Коровкина
 (кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ);
 доц. Н. Н. Пустовалова
 (кафедра информационных систем и технологий, БГТУ)

ПРЕИМУЩЕСТВА ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕД АСИНХРОННЫМИ

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 актуальным становится переход в промышленности с асинхронных двигателей (АД) на энергосберегающие вентильно-индукторные (ВИД).

Развитие силовой и информационной электроники в последней четверти XX века привело к появлению на рынке ряда новых электроприводов с различными типами электромеханических преобразователей (синхронными реактивными, синхронными с постоянными магнитами, индукторными и др.) и электронными коммутаторами – аналогами традиционных коллекторов.

За последние 20 лет в мире выполнен большой объем исследований и разработок нового вида электрических машин – вентильно-индукторных двигателей и базирующихся на них электроприводов. Этому способствует простота устройства ВИД, определяющая относительно невысокую стоимость изготовления, простоту и дешевизну их эксплуатации и стремительное развитие силовой и управляющей полупроводниковой техники. Анализ научно-технической информации, посвященной этому направлению, позволяет сделать вывод о перспективности применения электроприводов с ВИД.

ВИД представляет собой достаточно сложную электромеханическую систему, структурная схема которой приведена на рисунке 1.

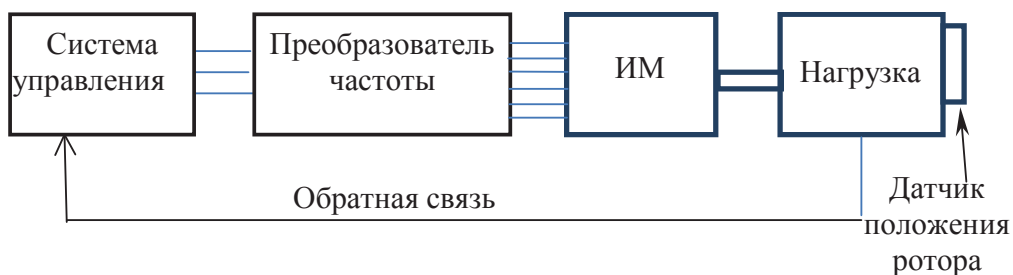


Рисунок – Структурная схема ВИД

В ее состав входят: индукторная машина (ИМ), преобразователь частоты, система управления и датчик положения ротора.

Функциональное назначение этих элементов ВИД очевидно: преобразователь частоты обеспечивает питание фаз ИМ однополярными импульсами напряжения прямоугольной формы; ИМ осуществляет электромеханическое преобразование энергии, система управления в соответствии с заложенным в нее алгоритмом и сигналами обратной связи, поступающими от датчика положения ротора, управляет данным процессом.

По своей структуре ВИД ничем не отличается от классической системы регулируемого электропривода. Именно поэтому он и обладает всеми ее свойствами. Однако, в отличие от регулируемого электропривода, например с асинхронным двигателем, индукторная машина в ВИД не является самодостаточной. Она принципиально неспособна работать без преобразователя частоты и системы управления.

Преобразователь частоты и система управления являются неотъемлемыми частями ИМ, необходимыми для осуществления электромеханического преобразования энергии. Это дает право утверждать, что совокупность структурных элементов, представленных на рисунке, является не только системой регулируемого электропривода, но и электромеханическим преобразователем энергии.

Целью данной работы явилось определение экономии электрической энергии при замене асинхронных двигателей вентиляционно-индукторными.

Экономичность оценивалась 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 номинальные мощности асинхронного двигателя и ВИД, коэффициенты полезного действия этих двигателей, число часов работы за год, стоимость ВИД.

Экономический эффект от реализации энергосберегающего мероприятия определялся 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 определялась 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:

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

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

Стоимость сэкономленных материальных средств в течение года:

$$C_{сэ} = \Delta W \cdot b \cdot 10^6, \text{ руб},$$

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

Срок окупаемости мероприятия (без учета затрат на монтаж асинхронного двигателя и наладку ВИД):

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

где $C_{ВИД}$ – стоимость ВИД, руб.

В таблице 1 приведены исходные данные и оценка экономии электроэнергии при замене асинхронных двигателей вентильно-индукторными в насосных агрегатах.

Таблица 1 - Использование ВИД в насосных агрегатах

| №№ п.п | $P_{ном}$, кВт | $\eta_{ад}$, о.е. | $\eta_{вид}$ о.е. | ΔP , кВт | ΔW , кВтч | $C_{сэ}$, тыс.руб | $C_{вид}$, тыс.руб | $T_{ок}$, год |
|-----------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | 2,8 | 0,83 | 0,92 | 2,28 | 9836 | 2,254 | 1,66 | 0,74 |
| 2 | 13 | 0,85 | 0,92 | 1,19 | 5117 | 1,177 | 1,69 | 1,45 |
| 3 | 14 | 0,85 | 0,94 | 1,57 | 6751 | 1,553 | 1,75 | 1,13 |
| 4 | 18,5 | 0,84 | 0,92 | 1,92 | 8234 | 1,894 | 1,80 | 0,95 |
| 5 | 18,5 | 0,7 | 0,92 | 6,32 | 27176 | 6,250 | 1,80 | 0,30 |
| 6 | 22 | 0,87 | 0,92 | 1,37 | 5891 | 1,355 | 1,82 | 1,35 |
| 7 | 30 | 0,88 | 0,94 | 3,31 | 14233 | 3,274 | 2,08 | 0,65 |
| 8 | 45 | 0,87 | 0,94 | 3,87 | 16632 | 3,825 | 2,60 | 0,68 |
| 9 | 55 | 0,86 | 0,92 | 4,1 | 17630 | 4,055 | 3,90 | 0,96 |
| 10 | 75 | 0,70 | 0,92 | 25,62 | 112875 | 25,961 | 5,85 | 1,62 |
| 11 | 90 | 0,79 | 0,94 | 18,18 | 78174 | 1,798 | 6,41 | 0,38 |
| 12 | 95 | 0,88 | 0,92 | 1,37 | 20425 | 4,698 | 8,45 | 1,80 |
| 13 | 110 | 0,88 | 0,94 | 8,8 | 37840 | 8,703 | 9,37 | 1,10 |
| 14 | 132 | 0,87 | 0,92 | 8,25 | 39732 | 9,158 | 11,70 | 1,30 |
| 15 | 160 | 0,87 | 0,94 | 2,87 | 61920 | 14,242 | 13,00 | 0,93 |

Результаты выполненных расчетов свидетельствуют о принципиальной возможности и реальной практической эффективности замены асинхронных двигателей вентиляльно-индукторными в насосных агрегатах.

В таблице 2 приведены исходные данные и оценка экономии электроэнергии при замене асинхронных двигателей вентиляльно-индукторными в вентиляторах.

Таблица 2 – Использование ВИД в вентиляторах

| №№ п.п | $P_{ном}$, кВт | $\eta_{ад}$, о.е. | $\eta_{вид}$ о.е. | ΔP , кВт | ΔW , кВтч | $C_{сз}$, тыс.руб | $C_{вид}$, тыс.руб | $T_{ок}$, год |
|-----------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | 18 | 0,77 | 0,92 | 7,78 | 16254 | 3,738 | 1,79 | 0,5 |
| 2 | 20 | 0,85 | 0,92 | 1,8 | 7740 | 1,780 | 1,79 | 1,0 |
| 3 | 22 | 0,78 | 0,94 | 4,84 | 20812 | 4,780 | 12,82 | 0,4 |
| 4 | 22 | 0,68 | 0,92 | 8,36 | 35948 | 8,268 | 1,82 | 0,2 |
| 5 | 22 | 0,62 | 0,92 | 11,66 | 50138 | 11,531 | 1,82 | 0,1 |
| 6 | 75 | 0,89 | 0,94 | 4,50 | 19350 | 4,450 | 5,85 | 1,3 |
| 7 | 95 | 0,89 | 0,94 | 0,06 | 24510 | 5,637 | 8,45 | 1,5 |
| 8 | 100 | 0,89 | 0,94 | 8,36 | 25800 | 5,934 | 9,23 | 1,6 |
| 9 | 160 | 0,85 | 0,94 | 17,6 | 75680 | 17,406 | 12,9 | 0,8 |

Вентиляторы также могут быть оснащены вентиляльно-индукторными двигателями.

Таким образом, использование вентиляльно-индукторных двигателей наряду с техническими преимуществами этих двигателей, дает значительную экономию электроэнергии на предприятиях при сравнительно небольшом сроке окупаемости.

Вентиляльно-индукторный электропривод отличается конструктивной простотой и надежностью в работе. Обмотка статора выполнена из сосредоточенных, концентрических катушек, поэтому двигатель не требует ремонта и обслуживания, за исключением обслуживания подшипниковых узлов и уплотнений по регламенту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коровкина, Н. П. Особенности выбора и использования электродвигателей на производстве / Н. П. Коровкина, Н. Н. Пустовалова, В. П. Кобринец // Электрика, № 5. – 2015. – С. 2-5.
2. Коровкина, Н. П. Методы энергосбережения в условиях промышленных предприятий / Н. П. Коровкина, Н. Н. Пустовалова, В. П. Кобринец // Электрика, № 5. – 2014. – С. 18-21.
3. Жалевич, В. А. Энергосберегающие организационно-технические мероприятия на производстве / В. А. Жалевич, Н. П. Коровкина // Электроцех, № 5. – 2016. – С. 32-35.