

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПОСРЕДСТВОМ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

К.А. Змиева

ГОУ ВПО «Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва

Ключевые слова и фразы: автоматическое управление; машиностроение; нагрузка; электродвигатель; энергосбережение; энергоэффективность.

Аннотация: Рассмотрены основные причины повышенного энергопотребления на машиностроительном производстве. Выявлены четкие зависимости между энергоэффективностью технологических процессов и величиной недогрузки оборудования. Показаны результаты экспериментальных испытаний разработанной системы автоматического контроля и компенсации реактивной мощности, обеспечивающей значительное снижение энергопотребления на электродвигателе металлорежущего оборудования.

В связи с ростом производственных мощностей и бытового потребления электроэнергии, вопросы энергосбережения в последние годы становятся все более актуальными.

В 2008 г., в результате произведенных научно-исследовательских работ по определению возможности минимизации потребления энергии при реализации технологических процессов обработки резанием, на кафедре «Инженерная экология и безопасность» МГТУ «Станкин» была спроектирована и запущена экспериментальная лабораторная установка для автоматического контроля и компенсации реактивной мощности на электродвигателе станка (АККРМ-1).

Как известно, для реализации технологического процесса изготовления изделия, в зону резания должна быть подана механическая активная мощность P_p (полезная мощность), что осуществляется посредством преобразователя электрической энергии в механическую – электродвигателя, и системы передачи механической энергии – кинематической цепи. При этом процессы преобразования и передачи мощности происходят с потерями (тепловыми, механическими, электромагнитными и др.). С электрической точки зрения металлообрабатывающее оборудование представляет собой динамические электрические цепи 1-го порядка, постоянная времени которых определяется наличием реактивного индуктивного сопротивления. Это электродвигатели переменного тока, электромагнитные столы, плиты и зажимные устройства, элементы контактного оборудования. Для таких целей, при формировании необходимой для реализации технологических процессов активной мощности от источника энергии, необходимо отобрать полную мощность N :

$$N = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (1)$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент мощности, φ – фазный угол.

Из формулы видно, что низкое значение коэффициента мощности приводит к необоснованно высокому энергопотреблению. Установка индивидуальных конденсаторных батарей, присоединяемых непосредственно к выводам трехфазного асинхронного двигателя или клеммам его магнитного пускателя, является эффективным способом повышения коэффициента мощности при длительном технологическом режиме работы привода.

Мощность P является динамической характеристикой оборудования. Изменения мощности, особенно в сторону ее уменьшения (относительно номинальной мощности P_n), существенно снижает коэффициент мощности (рис. 1).

Разработанная АККРМ-1 является автоматизированной установкой для компенсации реактивной мощности и состоит из блока низковольтных конденсаторов и микропроцессорного контроллера с датчиками для измерения основных электрических параметров сети, счетчика электрической энергии, осциллографа, а также аппаратуры коммутации и сигнализации. Коммутация конденсаторных батарей в установках автоматические конденсаторные установки (АКУ) осуществляется специальными конденсаторными электромеханическими пускателями (контакторами). Установка оснащена регулятором реактивной мощности (микропроцессорным контроллером), обеспечивающим возможность автоматического регулирования коэффициента мощности. В разработанной установке компенсация реактивной мощности производится в десяти диапазонах регулирования, от 1 до 10 КВАр с шагом 1 КВАр.

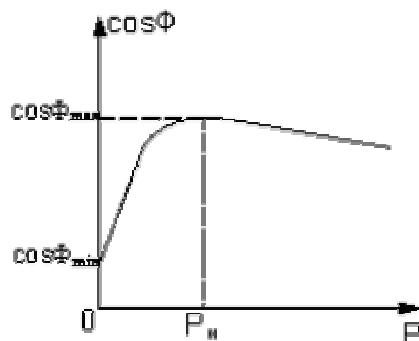


Рис. 1. Снижение коэффициента мощности при изменении нагрузки:

P_n – номинальная мощность

Требуемое значение коэффициента мощности вводится в программируемый контроллер. Получая текущее значение силы тока, программа в реальном времени рассчитывает значение коэффициента мощности, сравнивает его с заданным параметром и, в зависимости от величины расхождения ($\Delta \cos \varphi$), производит коммутацию необходимого блока конденсаторов. Преимуществом данной установки является возможность компенсации реактивной мощности в динамическом режиме, т.к. потребляемая электрическая энергия напрямую зависит от нагрузки на выходном валу электродвигателя. Т.е., при изменении режима резания (глубины, скорости, подачи) установка автоматически подстраивается и изменяет количество подключенных конденсаторных блоков, поддерживая значение $\cos \varphi$ на заданном высоком уровне (до 0,99). Общий вид установки АККРМ-1 представлен на рис. 2.

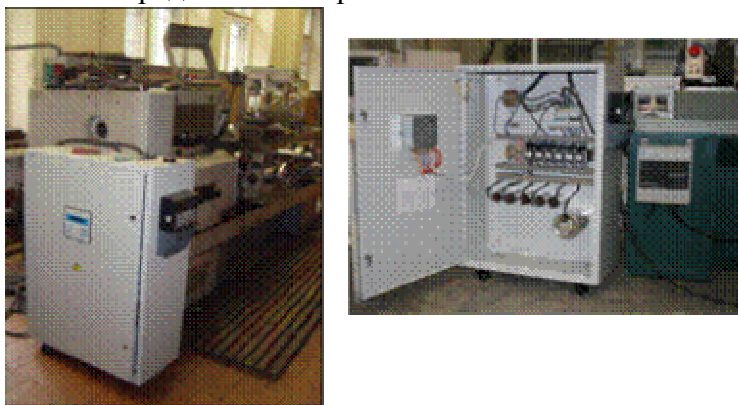


Рис. 2. Общий вид установки АККРМ-1 для токарного станка 16К20

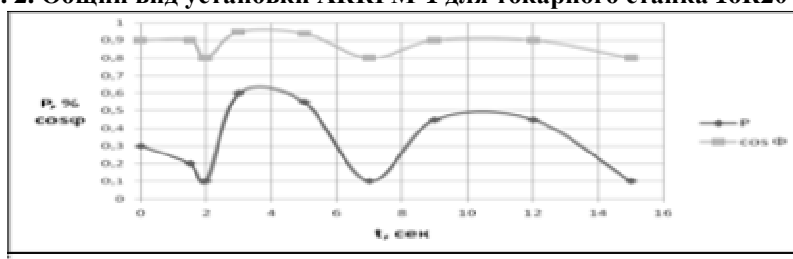


Рис. 3. Изменение значений нагрузки (P) и коэффициента мощности $\cos \varphi$ в течение технологического процесса обработки двухступенчатого валика:

а) без подключения АККРМ, б) при подключении АККРМ

Управление коэффициентом мощности и уменьшение посредством этого реактивной составляющей потребляемой мощности позволяет существенно повысить эффективность использования источника электрической энергии.

Коэффициент мощности после подключения конденсаторной установки к двигателю станка 16К20Ф3 во время обработки двуступенчатого валика на тех же режимах обработки находился в диапазоне 0,8–0,99 на всех операциях, включая холостые ходы (рис. 3).

Список литературы

1. Шварцбург, Л.Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования / Л.Э. Шварцбург // Вестник МГТУ «Станкин». – 2008. – № 1. – С. 38–43.
2. Шварцбург, Л.Э. Параметрическая оптимизация электроприводов технологического оборудования посредством автоматических конденсаторных установок / Л.Э. Шварцбург, К.А. Змиева // Вестник МГТУ «Станкин». – 2008. – № 4(4). – С. 156–161.

© К.А. Змиева, 2009