

Пушкин А.А., Тимошенко А.В.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На данном этапе развития человечества, в связи с увеличением количества потребляемой энергии электроприводами прокатных станов, и её резким удорожание, возникла проблема сбережения и рационального использования энергоресурсов. Приоритетным направлением исследовательских, производственных и образовательных программ ведущих стран мира стало – энергосбережение в металлургии. Электрический привод – это электромеханическая система, которая предназначена для приведения в движение рабочих органов машин и управления этим движением. Он является одним из крупнейших потребителей энергии во всех отраслях промышленности: им преобразуется в механическую энергию, более 60% всей вырабатываемой электроэнергии в мире. Электропривод, является элементом системного анализа, исследование которого нужно проводить в различных направлениях.

Сократить потребление энергии в металлургии позволяет:

- Использование регулируемых электроприводов с замкнутыми САР;
- Внедрение в производство электродвигателей нового поколения с минимальными потерями энергии, высоким КПД и $\cos\varphi$;
- Применение новейших разработок силовой преобразовательной техники (управляемых преобразователей, ШИМ, ШИП);
- Использование новой элементной базы (ИМС, МПТ);
- Бурное развитие вычислительной техники (ЧПУ, ЦАП, АЦП) и т.д.

Значительным резервом энергосбережения является оптимизация процессов и динамических режимов в электроприводе с учетом свойств кинематических цепей (передаточных), которые необходимы для согласования механической энергии (скорости, момента) рабочего органа машины и электродвигателя.

Особенностью электроприводов, является то, что механические связи в нем не являются абсолютно жесткими и, в связи с этим, представление электромеханической системы (ЭМС) как одномассовой приводит к существенным ошибкам. Упругие звенья вызывают колебания в механической и электрической части привода и являются причиной дополнительных нагрузок на механическую передачу, электродвигатель и управляемый преобразователь. Они могут стать причиной возникновения резонансных режимов, перегрузок, развития усталостных явлений и отказов. Если при синтезе ЭМС не учитывать упругие звенья, то это приводит к рассогласованию характера движения исполнительного органа и вала электродвигателя, то есть к нарушению заданного режима работы механизма металлургических установок [1]. Подавление упругих колебаний, возникающих в электроприводах при пуске и ударных нагрузках, существенно увеличит срок службы передаточных устройств, вызовет снижение динамических нагрузок, что приведет к уменьшению потребления энергии на бесполезные колебательные движения, а также уменьшит тепловые нагрузки двигателя и управляемого преобразователя.

Для подавления упругих колебаний в электроприводе успешно могут быть использованы активные фильтры, построенные на базе операционных усилителей при соответствующем выборе их коэффициентов передачи [2]. Одним из способов максимального демпфирования упругих колебаний является выбор оптимальных параметров САР на основе исследования электромеханического взаимодействия [1].

Актуальной задачей является исследование электроприводов прокатных станов с типовой системой управления с целью энергосбережения.

На основе анализа двухмассовой ЭМС [3], мы получаем возможность выявить закономерности взаимодействия механических и электромагнитных процессов, которые протекают в электроприводах машин и агрегатов. Механическая (МП) и элек-

трическая (ЭП) подсистемы находятся в непрерывном взаимодействии характер которого определяется интенсивностью процесса обмена энергии между ними. На основе исследований в работе [3], где полную электромеханическую систему рассматривают как сумму двух отдельных (парциальных) ЭП и МП, можно установить, что характер взаимодействия между ними в значительной степени определяется близостью друг к другу парциальных частот этих подсистем.

На основе данных исследований можно определить оптимальные значения постоянных времени электрической части привода:

$$T_{\text{Э}}^{\text{опт}} = \frac{1}{2\sqrt{\gamma-1} \cdot \Omega_{12}}; T_{\text{М1}}^{\text{опт}} = \frac{2\sqrt{\gamma-1}}{\gamma \cdot \Omega_{12}} \quad (1)$$

По виду полученных соотношений можно сделать важные выводы о свойствах электромеханической системы: при выполнении условий (1) достигается предельное значение демпфирования упругих колебаний в полной ЭМС, улучшается качество переходных процессов с минимальными потерями энергии; демпфирующие свойства ЭМС, зависят не только от значений постоянных времени, но и от их отношений, а предельное значение демпфирования определяется коэффициентом распределения инерционных масс γ ; зависимости (1) представляют собой обобщенные требования к конструкции упругой механической передачи машин с минимальной колебательностью процессов (максимальным демпфированием) и учетом взаимосвязи электрических, механических и технологических параметров; достижение необходимых значений (1) возможно за счет соответствующего выбора выпрямителей, фильтров, аналоговых элементов, датчиков на этапе проектирования электропривода, а также подбором коэффициентов передачи регулятор на этапе модернизации.

Таким образом делаем ряд выводов:

- При рекомендуемых настройках регуляторов можно уменьшить время переходного процесса в 1,7 – 2,5 раза по сравнению с использованием стандартных настроек, применяемых для электроприводов с жесткими передачами, а следовательно уменьшить потери на бесполезные колебательные движения;
- Потери энергии в динамических режимах сокращаются в 2,5-4 раза;
- Уменьшение динамических нагрузок приводит к сокращению простоев на производстве из-за отказа механической части на 30-40%;
- Значительно снижаются тепловые нагрузки на электродвигатель и управляемый преобразователь;
- Снижаются колебания в механической и электрической части ЭП;
- Исключается возможность возникновения резонансных режимов, перегрузок, развития усталостных явлений, отказов;
- Увеличивается в 1,4-1,7 раз срок службы оборудования;
- Повышается производительность, качество, надежность прокатных станков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко А.В., Пушкин А.А. Влияние параметров оптимизации системы подчиненного регулирования на демпфирующую способность электропривода // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: "Електротехніка і енергетика", Випуск №7(128), Донецьк, 2007. – С. 107-112.
2. Dochviri J. Optimization of Dynamics of Electromechanical Drive with Modal Control // Bull. Georg. Acad. Sci. – 2002. – V. 165(3), – Pp. 537–539.
3. Пушкин А.А. Исследование явления электромеханического взаимодействия парциальных подсистем в электроприводах с упругими механическими связями. – Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2007». Том 3. Технические науки. – Одесса: Черноморье, 2007. – С. 28 – 29.