

УДК 621.31.83.52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД УСТАНОВКИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО РАСКРОЯ МЕТАЛЛА

Пинчук Н.А.

Научный руководитель – Опейко О.Ф., к.т.н., доцент

Проблемы синтеза электропривода лазерной резки заключаются в обеспечении точности вырезаемого контура с заданной технологической скоростью [1]. Возможно применение электроприводов с электродвигателями асинхронным, синхронным и с двигателем постоянного тока, однако конкурентоспособными в настоящее время являются лишь бесконтактные двигатели переменного тока с частотным управлением, а именно, асинхронные и синхронные электродвигатели.

Актуальность совершенствования электроприводов лазерного раскроя материала определяется необходимостью повышения точности при лазерной резке материалов, что позволит повысить качество изделий и расширить область применения оборудования для лазерной резки.

Достоинством электропривода с векторным управлением на основе асинхронного электродвигателя (АД) с короткозамкнутым ротором является относительная дешевизна АД и высокая надёжность в эксплуатации. В электроприводах, где требуется точность движения по контуру, применяются электроприводы на основе синхронных электродвигателей с постоянными магнитами (СДПМ). Основное достоинство синхронного двигателя – его высокие динамические свойства. Синхронный двигатель может обходиться без потребления реактивной энергии, имеет высокий КПД, достигающий 97-98%. К недостаткам синхронных машин относятся возможность размагничивания ротора при высоких температурах. Применение частотных преобразователей и современных материалов для магнитов делает применение СДПМ все более эффективным.

Для раскроя листового материала, закрепленного на станке в горизонтальной плоскости, применяют два привода: для движения по оси X и для движения по оси Y . Допустимая погрешность лазерной резки составляет 0,3 мм при скорости резки 0,7 м/с.

Требуемая добротность по скорости: $D_\omega = \Delta\omega_{max}/\delta_{max}$, где $\Delta\omega_{max}$ – наибольший скачок скорости на входе задания, равный 70 с^{-1} . δ – Допустимая ошибка углового положения, при которой выполняется заданная точность лазерной резки $\delta = 0,07 \text{ рад}$. Тогда требуемая добротность $D_\omega = 70/0,07 \text{ с}^{-1} = 1000 \text{ с}^{-1}$. С другой стороны, способность электропривода выполнить точное воспроизведение заданного положения

X^* , Y^* по каждой из осей зависит от достижимого для данного электропривода ускорения

$$\dot{\omega} = M_D / (J + mb^2).$$

Здесь M_D динамический момент электродвигателя, J – момент инерции ротора, m – поступательно движущаяся масса рабочего органа, b – радиус приведения. Наибольший скачек скорости на задающем входе обрабатывается, с учетом ускорения $\dot{\omega}$, за время $t_0 = \Delta\omega_{max} / \dot{\omega}$.

За время t_0 рассогласование Δ по положению достигает значения [2],

$$\Delta = \int_0^{t_0} (\omega^* - \omega) dt \approx \omega^* t_0 / 2.$$

Это выражение после преобразований примет вид

$$\Delta \approx \frac{(\omega^*)^2 (J + mb^2)}{2M_D} \approx \frac{J(\omega^*)^2}{2M_D}.$$

Слагаемым mb^2 в числителе можно пренебречь для малых значений b , что характерно для быстроходных двигателей, когда радиус приведения мал. Выражение для добротности при $\Delta\omega_{max} = \omega^*$ примет вид

$$D_\omega \geq \frac{2M_D}{J\omega^*}.$$

Последнее выражение показывает, что для достижения требуемой добротности электродвигатель должен допускать большой динамический момент, а момент инерции J ротора двигателя должен быть мал. Такими преимуществами обладают именно СДПМ, что подтверждается расчетными данными и результатами имитационного моделирования системы электроприводов лазерной резки.

Функциональная схема управления лазерной резкой показана на рис. 1.

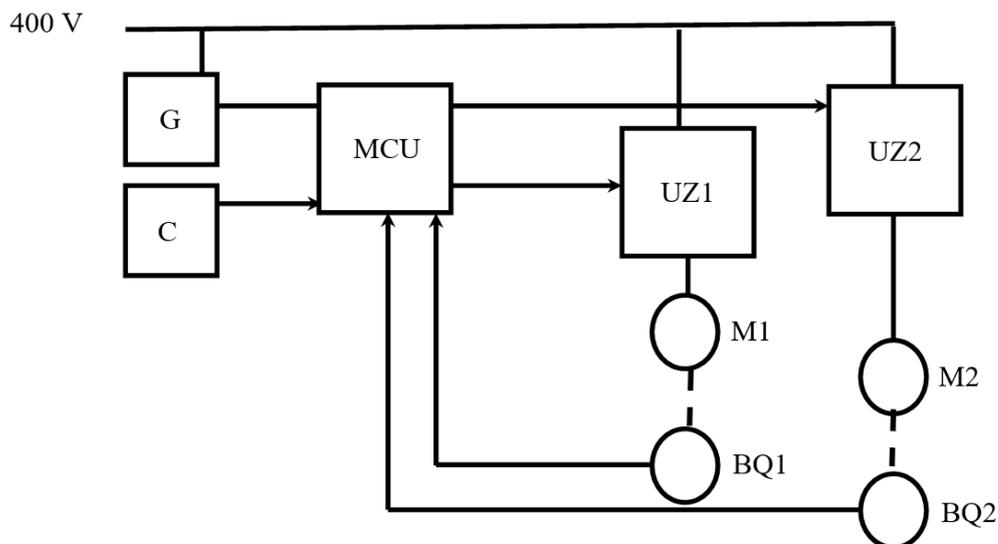


Рис. 1. Функциональная схема управления.

Здесь С – пульт управления; G – блок питания; M1 и M2 – синхронные электродвигатели; UZ1 и UZ2 – преобразователи частоты; BQ1 и BQ2 – датчики положения; MCU – микроконтроллер управления. С пульта управления подаются сигналы на обработку заданной траектории лазерной резки.

Микроконтроллер формирует сигналы задания положения, сравнивает их с сигналами датчиков положения и вычисляет сигналы задания скорости на выходах регуляторов положения. Сигналы задания скорости поступают на входы преобразователей частоты UZ1 и UZ2 приводов по осям X и Y.

Синхронный электропривод наилучшим образом удовлетворяет требованиям высокой точности, требуемой при лазерной резке.

Управление электроприводами перемещения по координатным осям возможно с применением П-, ПИ- регуляторов на основании расчета по заданной добротности [3].

Литература

1. Проблемы и перспективы роботизации технологических процессов лазерной резки. – Электронный ресурс. – Режим доступа: http://e.biblio.bru.by/bitstream/handle/1212121212/17597/193_1.pdf?sequence=1
2. В. Л. Анхимюк О. Ф. Опейко Проектирование систем автоматического управления электроприводами – Минск 1986.

3. П-, ПИ-, ПД-, ПИД - регуляторы. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://automation-system.ru/main/15-regulyator/type-of-control/90-408-p-pi-pid.html>

–
–

УДК 621.31.83.52

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Федюкова М.С.

Научный руководитель – Опейко О.Ф., к.т.н., доцент

Испытательный стенд предназначен для обучения персонала предприятий или студентов университетов настройке комплектных электроприводов для различных технологических процессов. Обучаемый должен освоить принципы настройки регуляторов, сигналов обратных связей, сигналов задания и настройки преобразователя частоты, а также основные принципы наладки и функционирования механизмов.

Актуальность разработки учебного стенда обусловлена необходимостью изучения и совершенствования управления электроприводов звеньев промышленных роботов и других механизмов со сложными законами изменения момента нагрузки.

В основе стенда взаимодействие нагрузочной и испытуемой электрических машин. Управление нагрузочной машиной выполняется через преобразователь электрической энергии от программируемого логического контроллера (ПЛК), который позволяет задавать момент нагрузки программно-алгоритмическим методом.

В качестве нагрузочной машины применяется синхронная машина с постоянными магнитами в режиме бесколлекторной машины постоянного тока (БМПТ), что позволяет уменьшить габариты стенда по сравнению с применением асинхронной машины.

Определена зависимость момента нагрузки звена робота Kuka [1, 2] от угла поворота звена, и на основании этой зависимости построены алгоритм и программа для ПЛК управления нагрузочной машиной. Таким образом, стенд дает возможность посредством нагрузочной машины испытать систему электропривода управления положением в условиях имитации движения звена промышленного робота.

Для произвольного рабочего механизма достаточно построить программное обеспечение для ПЛК, имитирующее зависимость нагрузки от положения, скорости или времени. Это позволит испытать систему электропривода в условиях выполнения рабочего цикла механизма, и, если