Применение автоматизированного электропривода в решении задач дуговой наплавки рабочих поверхностей

Гулаков С.В., Бурлака В.В., Ярыза-Стеценко А.В., Псарева И.С.

Украина, Мариуполь, Приазовский государственный технический университет

В статье рассмотрены методики упрочнения рабочих поверхностей деталей машин и инструмента. Показано, что применение современного автоматизированного электропривода позволяет управлять качественными характеристиками наплавленного рабочего слоя.

Интенсификация использования и увеличение производительности технологического оборудования предъявляет повышенные требования к износостойкости рабочих узлов машин и инструмента. Одним из способов восстановления и упрочнения рабочей поверхности деталей машин является дуговая наплавка рабочего слоя износостойким составом. При этом качественные характеристики наплавленного слоя, такие как твердость, износостойкость и пр., создаются путем оптимального подбора состава наплавляемого металла и состава легирующего флюса. Ресурсные возможности этого пути повышения качества наплавленного рабочего слоя практически исчерпаны.

Одними из новых методов повышения износостойкости упрочняемой поверхности, предложенными авторами, являются дуговая наплавка валиками сложной формы и наплавка слоя переменного химического состава [1, 2]. В первом случае при упрочнении наплавляемые валики ориентируют определенным образом по отношению к рабочим воздействиям, тем самым увеличивая стойкость изделия к износу, образованию трещин разгара и др. При наплавке слоя переменного состава используют два или более электродов разного химического состава, которые подаются в зону наплавки с различными скоростями. При этом суммарная скорость подачи определяет сварочный ток и производительность процесса, а соотношение скоростей – химический состав наплавленного металла.

При наплавке валиками сложной формы в зависимости от назначения упрочняемого изделия оптимальная траектория перемещения электрода относительно наплавляемой поверхности может изменяться от синусоидальной до прямоугольной. Поэтому для наплавочной установки необходим надежный привод, способный автоматически обеспечить заданную траекторию перемещения электрода с минимальными искажениями в местах резкого изменения направления движения.

Для реализации задачи перемещения электрода по заданной для наплавки траектории с учетом оптимальных условий работы двигателя предложено использовать кривошипно-шатунный механизм (КШМ), содержащий два привода [3]: мощный, приводящий в действие основное устройство и обеспечивающий близкую к синусоидальной траекторию перемещения рабочего органа; и корректирующий, установленный на шатуне и изменяющий в процессе колебаний его длину по требуемому закону. Это позволяет получить необходимую (от треугольной до прямоугольной) траекторию перемещения электрода.

Основной привод – нерегулируемый и работает с постоянной заданной скоростью. Корректирующий привод – быстродействующий линейный привод, изменяющий длину шатуна.

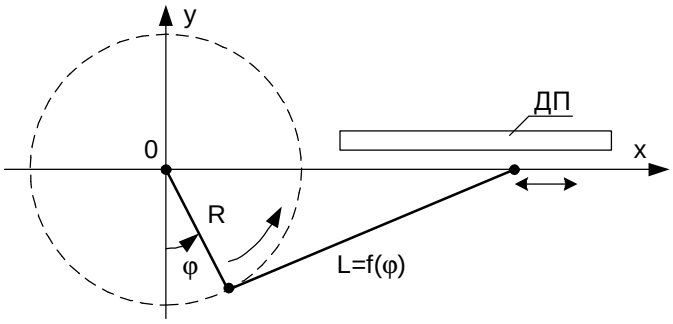

Рис.1 – Структурная схема механической части привода

Механическая часть этого привода представляет собой систему «винт-гайка», приводимую во вращение маломощным исполнительным двигателем. В состав привода встроена цифровая система автоматического управления (САУ) на однокристальном микроконтроллере ATMEL. Структурная схема системы управления представлена на рис. 2.

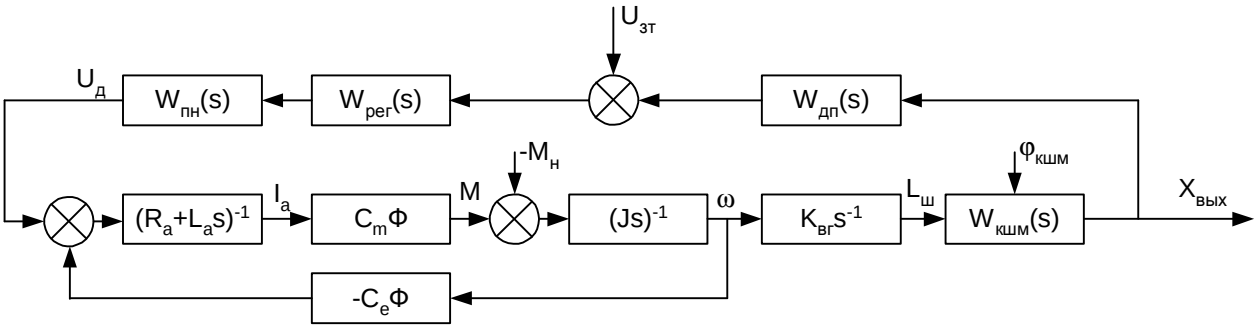

Рис. 2 – Структурная схема системы управления

$W_{кшм}(s)$ – передаточная функция КШМ. Входные параметры – длина шатуна и угол поворота приводного двигателя, выходной параметр – координата держателя электрода.

$W_{дп}(s)$ – передаточная функция датчика положения держателя электрода. Здесь применен бесконтактный датчик компании Micropulse, имеющий аналоговый выход

(–10…+10) В. Принцип измерения, примененный в этом датчике, обеспечивает высокую точность и очень малую температурную погрешность. Полная ошибка определения координаты держателя электрода составляет менее 1 мм.

$W_{рег}(s)$, $U_{зт}$ – передаточная функция регулятора и напряжение задания траектории соответственно. Конструктивно регулятор и задатчик объединены в однокристальном микроконтроллере ATMega168.

$W_{пн}(s)$ – передаточная функция преобразователя напряжения. Преобразователь напряжения представляет собой Н-мост на полевых транзисторах.

$K_{вг}$ – коэффициент передачи системы «винт-гайка», равен отношению линейного перемещения (м) к вызвавшему его угловому перемещению (рад).

R_a, L_a – активное сопротивление и индуктивность якоря двигателя соответственно;

$C_м$ – конструктивная постоянная момента, Н·м/(А·Вб);

C_e – конструктивная постоянная ЭДС якоря, В·с/(рад·Вб);

J – момент инерции на валу, Н·м^2;

$M_н$ – момент нагрузки на валу, Н·м.

Блок $W_{кшм}(s)$ описывает поведение КШМ и имеет внутреннюю структуру, показанную на рис. 3.

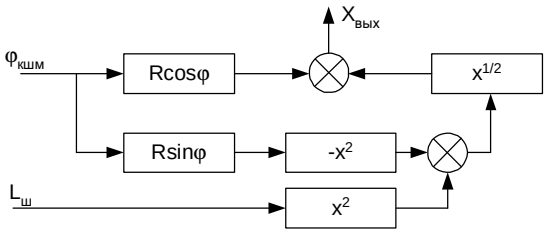

Рис. 3 – Передаточная функция КШМ

Алгоритм САУ построен таким образом, чтобы минимизировать мощность, требуемую от вспомогательного двигателя. Это достигается путем применения адаптивной подстройки размаха колебаний вспомогательного привода с замером энергии, потребленной за один период. По результатам замеров производится определение направления коррекции закона управления вспомогательным двигателем.

Выбор траектории осуществляется с клавиатуры, подключенной к контроллеру. С помощью встроенного АЦП производится измерение выходного сигнала датчика положения. По результатам обработки формируется широтно-импульсный сигнал (PWM), используемый для управления силовым мостом.

Предложенная система управления приводом перемещения электрода имеет характеристики, позволяющие формировать оптимальную для наплавки траекторию перемещения.

Разработанный привод с системой управления изготовлен и прошел испытания в лабораторных условиях. Испытания оборудования показали соответствие расчетных параметров с реальными характеристиками привода, надежность его работы.

Для наплавки рабочего слоя с переменным химическим составом используется специальная сварочная головка, обеспечивающая подачу в зону сварки двух проволочных электродов различного состава. При этом каждая проволока подается с помощью отдельного привода. Путем управления скоростью каждого привода осуществляется регулирование состава металла наплавленного валика. Задачей системы автоматического управления является поддержание на постоянном уровне (пропорциональном току сварки) суммы скоростей подачи, при этом позволяя изменять отношение скоростей для регулирования химического состава. САУ реализована на основе микроконтроллера Atmel ATmega168, который осуществляет управление двумя приводами постоянного тока со стабилизацией скорости с обратной связью по ЭДС якорных обмоток. Программа изменения скоростей приводов записана во Flash-памяти типа 24256 емкостью 32 кБайт. Устройство снабжено ЖКИ дисплеем и 4-кнопочной клавиатурой для возможности интерактивного просмотра и изменения настроек и режимов работы. Микроконтроллер имеет возможность связи с ПК, используя для этого 2-проводную сеть стандарта RS-485. Для согласования уровней МК и линии связи установлен приемопередатчик Sipex SP485.

Таким образом, применение современных технологий автоматизированного электропривода в задачах восстановления рабочих поверхностей деталей машин и инструмента путем наплавки позволяет повысить эксплуатационные характеристики восстановленных изделий благодаря возможности управления траекторией наплавки и регулирования химического состава наплавленного металла.

Список литературы

1. *Псарева И.С.* Пути совершенствования технологии и оборудования для наплавки рабочих поверхностей с регламентированным распределением свойств / *И.С. Псарева, В.В. Чигарев, В.П. Иванов* // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2003. – Вип. 13. – С. 185 – 189

2. *Гулаков С.В.* Наплавка рабочего слоя с регламентированным распределением свойств / *С.В. Гулаков, Б.И. Носовский.* – Мариуполь: ПГТУ, 2005. – 170с.

3. *Гулаков С.В.* Управление процессом дуговой наплавки рабочего слоя валиками зигзагообразной формы / *С.В. Гулаков, В.В. Бурлака, А.В. Ярыза-Стеценко, И.С. Псарева* // Захист металургійних машин від поломок: Зб. наук. пр. – Мариуполь,ПГТУ. – 2006. – Вип. 9. – С. 202 – 207