

УДК 681.5:62-83

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ С ОТРАБОТКОЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЗА ЗАДАННОЕ ВРЕМЯ

Коцегуб П.Х., Шумяцкий В.М., Минтус А.Н., Романовский В.Б.

Приводится решение задачи построения систем регулирования положения электропривода с обработкой перемещений за заданное время.

Рассмотрено решение задачи отработки электроприводом заданных перемещений за фиксированное время, т.е. с различным в зависимости от величины требуемого перемещения ускорением (замедлением), что позволяет снизить динамические нагрузки на механическое оборудование и улучшить энергетические показатели работы привода. Кроме того, как показано в [1], при малой статической нагрузке количество тепла, выделяемого при отработке заданного перемещения в обмотке якоря двигателя, обратно пропорционально кубу времени, за которое это перемещение производилось. Поэтому перемещение целесообразно осуществлять за время, максимально допустимое по условиям технологии, с целью уменьшения нагрева двигателя и увеличения надежности его работы.

Покажем решение этой задачи и практическую целесообразность такой её постановки на примере системы синхронизации ножей летучих ножниц (ЛН) и переднего конца раската, являющейся составной частью системы регулирования электропривода ЛН непрерывно-заготовочного стана цеха блюминг-2 Криворожского государственного горно-металлургического комбината.

Электропривод ЛН выполнен по схеме "генератор-двигатель" с типовой трехконтурной системой подчиненного регулирования, работающей от задатчика интенсивности. Ножницы постоянно вращаются со скоростью $\omega_{\text{раб}}$, соответствующей линейной скорости металла $+(0...10)\%$, и осуществляют порезку металла в потоке в соответствии с заданным диапазоном длин. Одной из задач, возлагаемых на систему регулирования электропривода ЛН, является зачистка переднего конца раската. Для этого в момент появления металла во второй по ходу прокатки клетки стана определяется рассогласование между текущим и желаемым положением ножей ЛН $\Delta\varphi_z$, которое должно быть отработано к моменту реза (за 5...6 секунд в зависимости от скорости прокатки) с целью осуществления последнего на установившейся скорости.

Поставленная задача может быть решена посредством цифрового задатчика положения (ЦЗП), формирующего на входе контура положения желаемый закон изменения положения. Структурная схема ЦЗП представлена на рисунке 1.

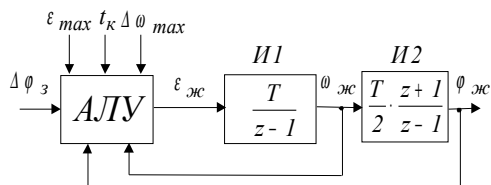


Рисунок 1 – Структурная схема ЦЗП

ЦЗП состоит из арифметическо-логического устройства (АЛУ) и двух интеграторов И1 и И2, на выходах которых в соответствии с уравнениями

$$\omega_{жс}(nT) = T\varepsilon_{жс}(nT - T) + \omega_{жс}(nT - T),$$

$$\varphi_{жс}(nT) = \frac{T}{2}(\omega_{жс}(nT) + \omega_{жс}(nT - T)) + \varphi_{жс}(nT - T)$$

формируются сигналы, пропорциональные желаемым значениям скорости $\omega_{жс}$ и положения $\varphi_{жс}$. АЛУ на основании информации о максимально допустимых значениях скорости ω_{max} , ускорения ε_{max} , заданных величин рассогласования по положению $\Delta\varphi_z$ и времени его отработки t_κ , а также текущих значений $\omega_{жс}$ и $\varphi_{жс}$ формирует желаемый закон изменения ускорения $\varepsilon_{жс}$. Рассмотрим алгоритм работы АЛУ.

Максимальное перемещение, которое может быть отработано за заданное время t_κ , определяется по выражению

$$\Delta\varphi_{max} = \Delta\omega_{max} \cdot t_\kappa - \frac{\Delta\omega_{max}^2}{\varepsilon_{max}},$$

где $\Delta\omega_{max} = \omega_{max} - \omega_{раб}$ – максимальное превышение угловой скорости ножей над рабочей $\omega_{раб}$.

Если заданное перемещение $\Delta\varphi_z$ превышает $\Delta\varphi_{max}$, то его отработку невозможно осуществить за требуемое время t_κ . В этом случае работа ЦЗП должна производиться с максимальными значениями $\Delta\omega_{max}$ и ε_{max} согласно алгоритма, предложенного в [2].

Если $\Delta\varphi_z < \Delta\varphi_{max}$, то оно может быть отработано за время t_κ по треугольному или трапецеидальному графикам изменения скорости.

Максимальное перемещение, которое может быть выполнено за время t_κ по треугольной диаграмме скорости с максимальным её значением $\Delta\omega_{max}$, равно

$$\Delta\varphi_{кр} = \frac{\varepsilon_\kappa \cdot t_\kappa^2}{4},$$

где

$$\varepsilon_\kappa = 2\Delta\omega_{max}/t_\kappa,$$

а в случае $\varepsilon_\kappa > \varepsilon_{max}$ его следует принять $\varepsilon_\kappa = \varepsilon_{max}$.

Если $\Delta\varphi_z \leq \Delta\varphi_{кр}$, то отработка ведется по треугольному графику изменения скорости с ускорением

$$\varepsilon_{\kappa} = 4\Delta\varphi_3/t_{\kappa}^2,$$

а момент переключения с участка разгона ($\varepsilon_{\text{жс}} = \varepsilon_{\kappa}$) на участок торможения ($\varepsilon_{\text{жс}} = -\varepsilon_{\kappa}$) происходит при достижении величиной $\varphi_{\text{жс}}$ половины заданного перемещения $\Delta\varphi_3$, т.е. при выполнении условия:

$$\varphi_{\text{жс}} \geq 0,5 \cdot \Delta\varphi_3.$$

Если $\Delta\varphi_{\text{кр}} < \Delta\varphi_3 < \varphi_{\text{max}}$, то заданное перемещение отрабатывается по трапецидальной диаграмме с выходом на максимальную скорость $\Delta\omega_{\text{max}}$ и с ускорением, определяемым согласно выражению

$$\varepsilon_{\kappa} = \frac{\Delta\omega_{\text{max}}^2}{\Delta\omega_{\text{max}} \cdot t_{\kappa} - \Delta\varphi_3}.$$

При этом переключение с участка разгона ($\varepsilon_{\text{жс}} = \varepsilon_{\kappa}$) на участок равномерного движения ($\varepsilon_{\text{жс}} = 0$) происходит при

$$\omega_{\text{жс}} \geq \Delta\omega_{\text{max}},$$

а с участка равномерного движения на участок торможения ($\varepsilon_{\text{жс}} = -\varepsilon_{\kappa}$) — при выполнении условия

$$\Delta\varphi_3 - \varphi_{\text{жс}} \leq 0,5 \cdot \frac{\Delta\omega_{\text{max}}^2}{\varepsilon_{\kappa}}.$$

Работа ЦЗП заканчивается при достижении $\varphi_{\text{жс}}$ заданного значения.

В соответствии с описанным алгоритмом было проведено моделирование работы предлагаемой на основе ЦЗП системы синхронизации в составе системы регулирования электропривода летучих ножиц при условии, что $t_{\kappa} = 4\text{с}$, $\Delta\omega_{\text{max}} = 1,69\text{рад/с}$, $\varepsilon_{\text{max}} = 1,69\text{рад/с}^2$. Результаты моделирования показаны на рисунке 2, где изображены разгон ЛН и отработка различных значений рассогласования по положению за конечное время с регулируемым ускорением: а, б — по треугольной диаграмме изменения скорости (а — $\Delta\varphi_3 = 1\text{ рад}$ и б — $\Delta\varphi_3 = 3,365\text{ рад}$); в — по трапецидальной диаграмме изменения ($\Delta\varphi_3 = 4\text{ рад}$).

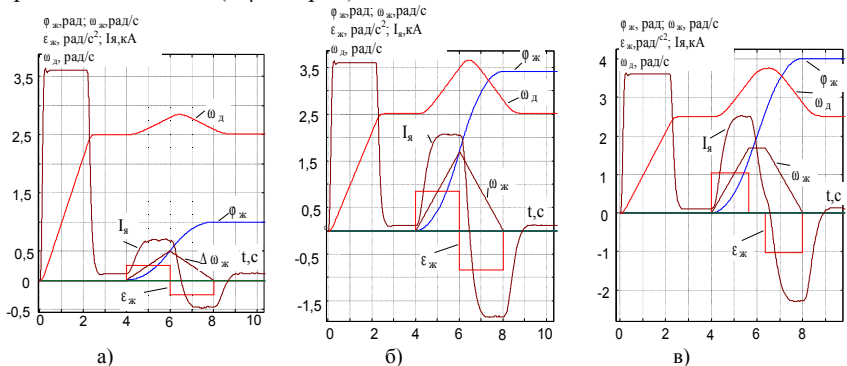


Рисунок 2 – Результаты моделирования режимов работы летучих ножиц

Из приведенных на рисунке 2 графиков видно, что реально отработка заданных рассогласований осуществляется за время

$$t = t_{\kappa} + t_c,$$

где t_c – время первого согласования тока с установившимся его значением при работе от ЦЗП.

Повышение точности отработки приводом заданных законов движения, а следовательно и уменьшение величины t_c , возможно на основе комбинированного управления, подходы к реализации которого изложены, например, в [3].

Библиография

1 Кожевников К.И. Производительность вспомогательных механизмов прокатных станов, форма диаграммы тока якоря двигателя и передаточное число редуктора: Автореф. дисс... канд. техн. наук. / Моск. энерг. ин-т. — М., 1957. — 22 с.

2 Коцегуб П.Х., Губарь Ю.В., Толочко О.И., Иванченко И.В. Реализация и исследование микропроцессорной системы позиционного электропривода с задатчиком положения // Изв. вузов. Сер. Электромеханика. — 1988. — № 2. — С. 88–93.

3 Коцегуб П.Х., Минтус А.Н. Синтез цифровых комбинированных систем позиционного электропривода с однократноинтегрирующим контуром регулирования скорости // Тр. конф. "Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика". — Харьков, 1995. — С. 53–57.

Поступила в редакцию 17.10.1999 г.