

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1513415

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий
выдал настоящее свидетельство на изобретение:
"Система управления положением"

Заявитель: ДОНЕЦКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Автор (авторы): Толочко Ольга Ивановна, Коцегуб Павел
Харитонович, Губарь Юрий Владимирович и Столба
Владимир Анатольевич

Заявка № 4327001

Приоритет изобретения 27 ИЮЛЯ 1987г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Союза ССР

8 ИЮНЯ 1989г.

Председатель Комитета

Начальник отдела



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4327001/24-24
 (22) 27.07.87
 (46) 07.10.89. Бюл. № 37
 (71) Донецкий политехнический институт
 (72) О.И. Толочко, П.Х. Коцегуб,
 Ю.В. Губарь и В.А. Столба
 (53) 62-50(088.8)
 (56) Авторское свидетельство СССР
 № 924662, кл. С 05 В 11/01, 1980.
 Авторское свидетельство СССР
 № 840789, кл. С 05 В 5/01, 1979.
 Известия вузов "Электромеханика", 1982, № 3, с. 331-337.
 (54) СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ
 (57) Изобретение относится к металлургии и машиностроению и может быть использовано для управления положением нажимных винтов прокатных станов. Цель изобретения - повышение быстродействия и уменьшение колебательности системы. Поставленная цель достигается за счет того, что входной сигнал системы сравнивается с выходным сигналом второго интегратора и из полученной разности извлекается квадратный корень. Результат сравнивается в компараторе с выходным сигналом первого интегратора и полученный результат поступает на

2
 вход первого интегратора и с его выхода - на вход второго интегратора. Выходной сигнал второго интегратора поступает на вход регулятора положения, в котором сравнивается с выходным сигналом датчика положения и суммируется с выходными сигналами компаратора и первого интегратора. Выходной сигнал регулятора положения сравнивается в регуляторе скорости с выходным сигналом датчика скорости и суммируется с сигналом с выхода компаратора. Выходной сигнал регулятора скорости усиливается, ограничивается и в датчике тока сравнивается с выходным сигналом датчика тока, выходной сигнал регулятора тока усиливается по мощности и поступает на вход двигателя. Выходные сигналы регулятора скорости и усилителя-ограничителя сравниваются и поступают на вход порогового устройства, выходной сигнал которого подается на управляющие входы ключей, которые отключают вход первого интегратора от выхода компаратора и вход второго интегратора - от выхода первого интегратора. В качестве регуляторов применяются ПИ-регулирующие блоки. 5 ил.

Изобретение относится к области металлургии и машиностроению и может быть использовано для управления положением нажимных винтов прокатных станов.

Целью изобретения является повышение быстродействия и уменьшение колебательности системы.

На фиг. 1 представлена блок-схема системы; на фиг. 2 и 3 - диаграммы

SU (11) 1513415 A1

изменения сигналов задающего устройства при работе системы по соответственно треугольной и трапецеидальной тахограммам; на фиг. 4 и 5 - графики переходных процессов в системе при обработке заданного перемещения при отсутствии токоограничения и его наличии соответственно.

Система содержит задающее устройство 1, источник 2 входного сигнала, нелинейный блок 3, компаратор 4, первый ключ 5, первый интегратор 6, второй ключ 7, второй интегратор 8, контур 9 регулирования положения, регулятор 10 положения, регулятор 11 скорости, усилитель-ограничитель 12, регулятор 13 тока, усилитель 14 мощности, исполнительный двигатель 15, датчики тока 16, скорости 17 и положения 18, блок 19 сравнения, блок 20 выделения модуля, компаратор 21, источник 22 опорного сигнала, пороговое устройство 23.

На фиг. 2-5 показаны $x_i(t)$ - выходной сигнал i -го блока; $K_{Дл}$ - коэффициент передачи датчика 18 положения; φ_n, φ_k - начальное и конечное положение вала двигателя 15; x_{04} - амплитуда выходного сигнала компаратора 4; x_{06} - максимальная амплитуда выходного сигнала интегратора 6; $\omega(t)$ - скорость вращения вала двигателя 15; $I(t)$ - ток двигателя 15; $\Delta\varphi$ - заданное перемещение; $\Delta\varphi(t)$ - текущее положение вала двигателя 15; $I_{макс}$ - максимальное значение тока двигателя 15.

В качестве нелинейного блока могут быть использованы релейные блоки [1, 2], и блок извлечения квадратного корня [3].

Система работает следующим образом.

Для того, чтобы переместить вал двигателя 15 из некоторого начального заданного положения φ_n в конечное φ_k необходимо выходной сигнал источника 2 входного сигнала изменить скачком на величину $x_2 = (\varphi_k - \varphi_n) \cdot K_{Дл}$, где $K_{Дл}$ - коэффициент передачи датчика 18 положения. Блок 3 осуществляет функцию извлечения квадратного корня из разности выходных сигналов источника 2 входного сигнала и второго интегратора 8, формирует сигнал $x_3 = \sqrt{K_{Дл}(x_2 - x_8)}$ и ограничивает выходной сигнал первого интегратора 6 на уровне $x_{06} = x_{03}$. Компаратор 4

формирует сигнал $x_4 = x_{04} \cdot \text{sign}(x_3 - x_6)$, который при замкнутых ключах 5 и 7 преобразуется первым интегратором

6 в воздействие $x_5 = K_6 \int_0^t x_4(t) dt$, имеющее форму треугольника (фиг. 2) или трапеции (фиг. 3) в зависимости от того, достигают или нет сигналы x_3 и x_6 уровня ограничения $x_{03} = x_{06}$, а вторым интегратором 8 - в сигнал $x_8 = K_8 \int_0^t x_5(t) dt$, изменяющийся от уровня $x_8(0) = K_{Дл} \varphi_n$ до уровня $x_{8уст} = K_{Дл} \varphi_k$ на участках, где $|x_6(t)| < x_{06}$, по параболическому закону, а на участках, где $|x_6(t)| = x_{06}$, линейно (фиг. 2). Сигнал $x_8(t)$ является основным управляющим воздействием для контура 9 регулирования положением, а сигналы $x_6(t)$ и $x_4(t)$, пропорциональные первой и второй производным от этого воздействия, используются для создания параллельных корректирующих связей по каналу задания, позволяющих повысить быстродействие системы в пускотормозных режимах.

Регулятор 10 положения преобразует управляющие воздействия x_8, x_6, x_4 и сигнал отрицательной обратной связи по положению $x_{18} = K_{Дл} \varphi$ в сигнал задания на скорость x_{10} . Регулятор 11 скорости преобразует сигнал x_{10} , корректирующее управляющее воздействие x_4 и сигнал отрицательной обратной связи по скорости ω двигателя 15 $x_{11} = K_{Дс} \omega$ во входной сигнал x_{11} для усилителя-ограничителя 12.

Усилитель-ограничитель 12 вырабатывает сигнал

$$x_{12} = \begin{cases} x_{11}, & \text{если } |x_{11}| < x_{012}; \\ x_{012}, & \text{если } x_{11} \geq x_{012}; \\ -x_{012}, & \text{если } x_{11} < -x_{012}; \end{cases} \quad (1)$$

где $x_{012} = K_{Дт} \cdot I_{макс}$ - уровень ограничения сигнала задания на ток I ;

$K_{Дт}$ - коэффициент усиления датчика 16 тока;

$I_{макс}$ - максимально допустимый ток якоря двигателя 15.

Блок 19 сравнения формирует на своем выходе разность сигналов x_{11} и $x_{12} = x_{19} = x_{11} - x_{12}$. Блок 20 выделения модуля определяет абсолютную величину этой разности $x_{10} = |x_{19}|$, а

второй компаратор 21 преобразует ее в сигнал управления x_{21} ключами 5 и 7

$$x_{21} = x_{021} \operatorname{sign}(x_{20} - x_{22}), \quad (2)$$

где x_{22} — опорный сигнал, вырабатываемый источником 22 опорного сигнала, представляющим собой устройство типа источника опорного напряжения. Источник опорного сигнала 22 необходим для того, чтобы при $x_{20} = 0$ компаратор 21 вырабатывал сигнал $x_{21} = -x_{021}$, соответствующий замкнутому состоянию управляемых ключей 5 и 7.

Регуляторы положения 10 и скорости 11 обычно выполняются пропорциональными или пропорционально интегральными в зависимости от требований, предъявляемых к системе. Если они имеют пропорциональные характеристики, то их выходные и входные сигналы связаны между собой уравнениями

$$x_{10} = (x_8 + K_1 x_6 + K_2 x_4 - x_{18}) \cdot K_{p1};$$

$$x_{11} = (x_{10} + K_3 x_4 - x_{17}) \cdot K_{p2},$$

где K_{p1} и K_{p2} — коэффициенты усиления регуляторов положения и скорости соответственно;

K_1, K_2, K_3 — коэффициенты передачи по сигналам параллельных корректирующих связей.

Если регулятор 11 скорости имеет пропорционально интегральную характеристику, то его выходной сигнал следует ограничить, чтобы предотвратить чрезмерное нарастание интегральной составляющей его выходного напряжения в режиме токоограничения. Величину сигнала x_{011} необходимо выбирать из условия надежного изменения состояния компаратора 21 в этом режиме

$$|x_{011} - x_{012}| > x_{22}. \quad (3)$$

Пропорционально интегральный регулятор 13 тока преобразует разность сигналов задания на ток x_{12} и обратной связи по току $x_{16} = K_{A1} I$ в сигнал управления x_{13} усилителем 14 мощности, вырабатывающим сигнал управления x_{14} двигателем 15. Под действием этого сигнала в якорной цепи двигателя 15 протекает ток I ,

создающий в возбужденном двигателе 15 электромагнитный момент $M = C I$, в результате чего двигатель 15 вращается со скоростью

$$\omega(t) = \int_0^t \frac{CI(t) - M_c}{I} dt,$$

где I — момент инерции двигателя 15;

M_c — момент статического сопротивления на валу двигателя 15;

C — коэффициент пропорциональности между током I и моментом M .

Пока выполняется условие

$$M_c \leq (C I_{\max} - I \cdot \varepsilon_{ж}), \quad (4)$$

где $\varepsilon_{ж}$ — желаемое ускорение двигателя 15, определяемое настройкой блоков задающего устройства 1, усилитель-ограничитель 12 работает в линейной зоне, т.е.

$$x_{12} = x_{11}. \quad (5)$$

Поэтому выходные сигналы блока 19 сравнения $x_{19} = x_{11} - x_{12}$ и блока 20 выделения модуля $x_{20} = |x_{19}|$ равны нулю, а второй компаратор 21 под действием небольшого по величине опорного сигнала x_{22} находится в состоянии, при котором управляющие ключи 5 и 7 замкнуты ($x_{12} = x_{012} \cdot \operatorname{sign}(-x_{22}) = -x_{012}$), система отрабатывает заданное перемещение $\Delta\varphi_3 = \varphi_k - \varphi_H$ (фиг. 4).

При возрастании статического момента M_c на валу двигателя 15 до такой величины, что условие (4) становится несправедливым, ускорение двигателя 15 уменьшается ($\varepsilon < \varepsilon_{ж}$), результирующие входные сигналы регуляторов положения 10 и скорости 11 увеличивается, что приводит к насыщению усилителя-ограничителя 12 и переходу системы в режим токоограничения. Этот режим может возникнуть и в начале процесса изменения задающего воздействия, когда двигатель 15 даже при максимально допустимом токе якоря I_{\max} не вращается ($\omega = 0$), из-за того, что $M_c > C I_{\max}$. Вследствие насыщения усилителя-ограничителя 12 равенство (5) нарушается (уравнение (1)) и на выходах блока 19 сравнения и блока 20 выделения модуля появляются сигналы. При $x_{20} > x_{22}$ состояние компаратора 21 изменяется,

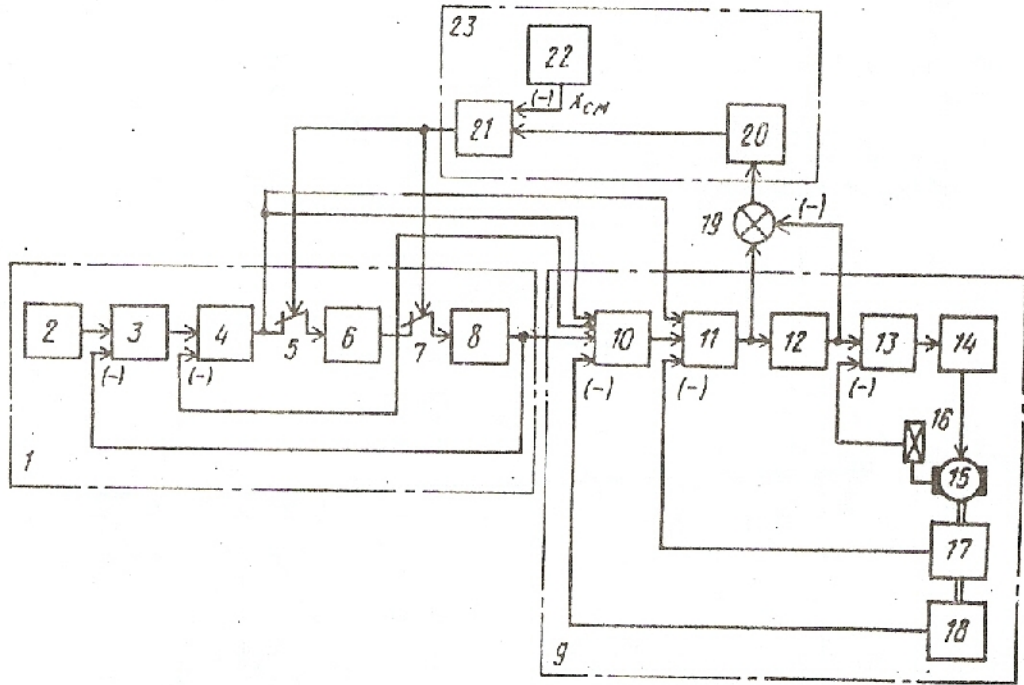
что приводит к размыканию управляемых ключей 5 и 7 и прекращению роста управляющих сигналов x_6 и x_8 на выходах интеграторов 6 и 8 задающего устройства 1. Благодаря этому после выхода системы из режима токоограничения отработка заданного перемещения осуществляется без колебаний вокруг установившегося положения (фиг. 5).

Указанные отличительные особенности позволяют повысить быстродействие и уменьшить колебательность предлагаемой системы, т.е. позволяют обрабатывать любые входные сигналы без перерегулирования и дотягивания. Повышается надежность установок, в которых применяется система, так как колебания системы вокруг установившегося положения могут привести к аварии. Например, при управлении приводом нажимных винтов обжимных прокатных станков заданье на перемещение верхнего вала вниз подаются в то время, когда прокатываемый металл еще находится в клети, что приводит к возникновению режима упора. Это делают для улучшения структуры металла хвостовой части слитка. Если в системе управления не предусмотреть меры по устранению колебаний привода вокруг установившегося значения при выходе из режима упора, то после выброса слитка из клети может произойти тяжелая авария: посадка вала на валок.

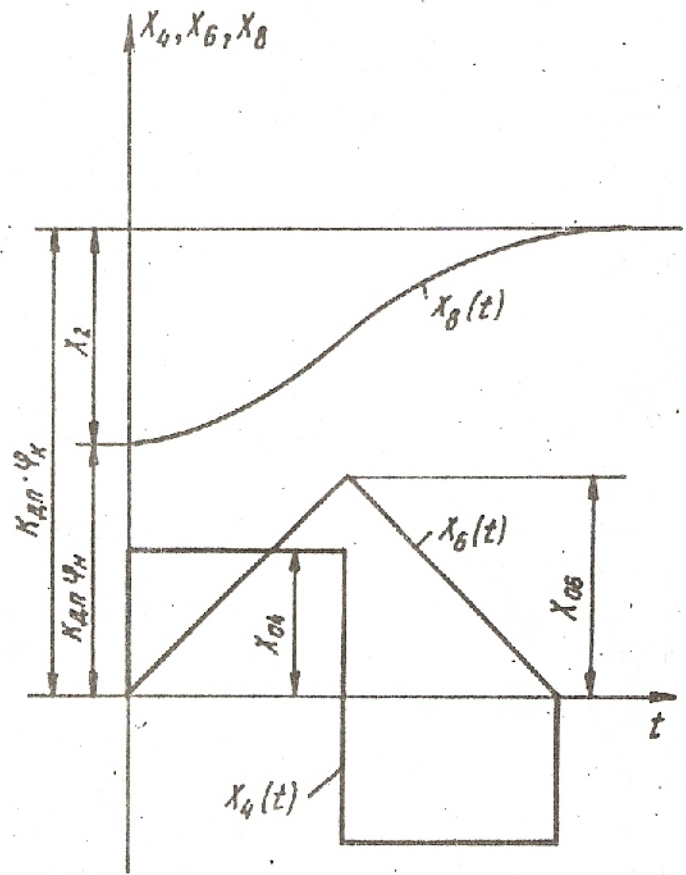
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Система управления положением, содержащая последовательно соединен-

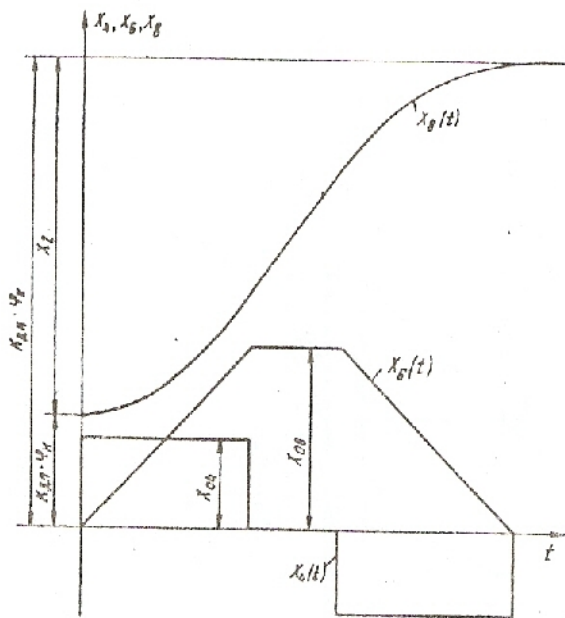
ные источник входного сигнала, нелинейный блок и компаратор, подключенный выходом к первым входам регулятора скорости и регулятора положения, соединенного вторым входом с выходом первого интегратора и с вторым входом компаратора, третьим входом - с выходом второго интегратора и с вторым входом нелинейного блока, четвертым входом - с выходом датчика положений, а выходом - с вторым входом регулятора скорости, подключенного третьим входом к выходу датчика скорости, и последовательно соединенные регулятор тока, усилитель мощности и исполнительный двигатель, вал которого кинематически связан с валами датчиков положения и скорости, а электрический выход которого соединен с входом датчика тока, подключенного выходом к первому входу регулятора тока, отличающаяся тем, что, с целью повышения быстродействия и уменьшения колебательности системы, в нее дополнительно введены блок сравнения, пороговое устройство, два ключа и усилитель-ограничитель, соединенный входом с выходом регулятора скорости и первым входом блока сравнения, а выходом - с вторыми входами регулятора тока и блока сравнения, подключенного выходом через пороговое устройство к управляющим входам обоих ключей, информационный вход первого ключа соединен с выходом компаратора, а выход - с входом первого интегратора, подключенного выходом к информационному входу второго ключа, соединенного выходом с входом второго интегратора.



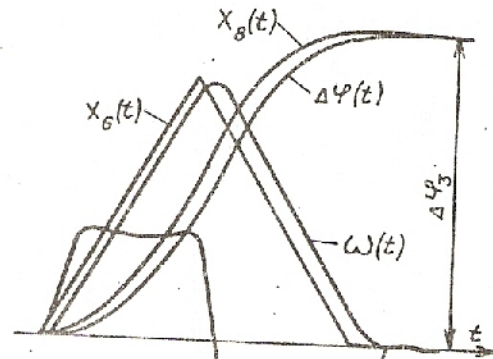
Фиг. 1



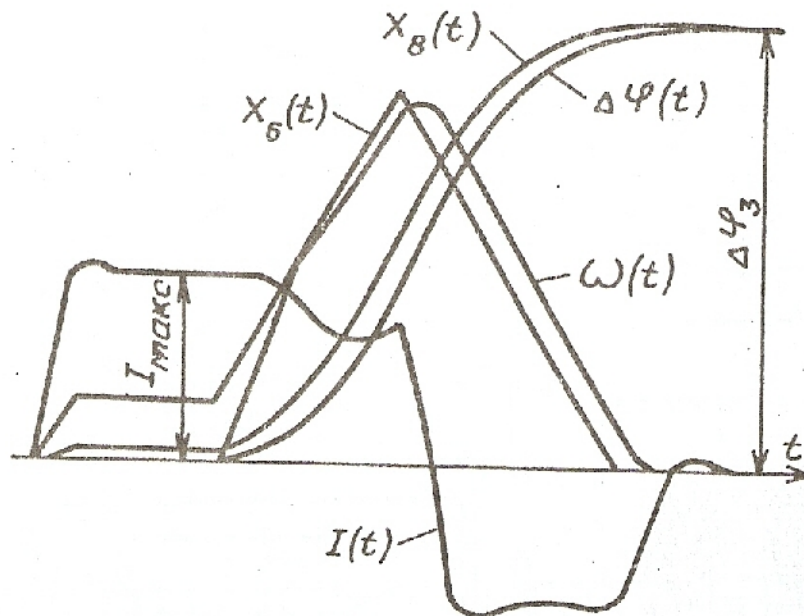
Фиг. 2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

Редактор И. Шулла

Составитель Г. Нефедова
Техред Л. Олейник

Корректор С. Черни

Заказ 6076/46

Тираж 788

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101