



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 074 503** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **H 02 P 5/48**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 94016897/07, 06.05.1994

(46) Дата публикации: 27.02.1997

(56) Ссылки: 1. Слежановский О.В. Реверсивный электропривод постоянного тока.-
Металлургия, 1967. 2. Авторское свидетельство СССР N 337173, кл. В 21 В 37/00, 1969.

(71) Заявитель:

Акционерное общество закрытого типа
"Синхропривод-М"

(72) Изобретатель: Белошабский В.В.,
Вейнгер А.М., Михайлов В.В.

(73) Патентообладатель:

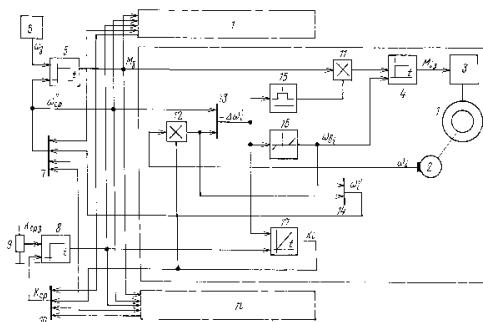
Акционерное общество закрытого типа
"Синхропривод-М"

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОДВИГАТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Использование: в системах автоматического управления многодвигательными электроприводами на транспорте и в промышленности (металлургии, машиностроении и др.).
Сущность: способ управления многодвигательным электроприводом характеризуется тем, что вычисляют фактическое значение средней скорости электроприводов, которое сравнивают с общим для всех электроприводов значением заданной средней скорости, и по результатам указанного сравнения формируют задание момента. В каждом из электроприводов сравнивают вычисленное фактическое значение средней скорости с измеренной скоростью данного электропривода формируют сигнал отклонения скорости за граничное значение. Указанный сигнал отклонения суммируют с измеренной скоростью данного электропривода, усредняют результаты указанного суммирования во всех приводах и используют усредненное значение в качестве вычисленного фактического значения средней скорости электроприводов. В устройство, реализующее предложенный способ, введены общие для всех электроприводов регулятор

средней скорости и регулятор δ среднего значения коэффициента, а каждый из электроприводов снабжен множительными элементами, сумматорами, нелинейными элементами и интегральным регулятором. Изобретение позволяет обеспечить равномерное деление нагрузки между электроприводами в статических и динамических режимах работы многодвигательного электропривода, малую разность скоростей электроприводов во всем диапазоне нагрузок, (в том числе, и когда один из двигателей теряет фрикционную связь с общим связующим телом), 2 с.з.п., 4 з.п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 074 503 C1

RU 2 074 503 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 074 503** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **H 02 P 5/48**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94016897/07, 06.05.1994

(46) Date of publication: 27.02.1997

(71) Applicant:
**Aksionernoe obshchestvo zakrytogo tipa
"Sinkhroprivod-M"**

(72) Inventor: **Beloshabskij V.V.,
Vejnger A.M., Mikhajlov V.V.**

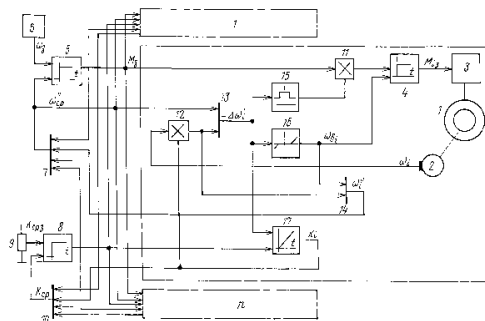
(73) Proprietor:
**Aksionernoe obshchestvo zakrytogo tipa
"Sinkhroprivod-M"**

(54) **METHOD FOR CONTROL OF MULTIPLE-MOTOR DRIVE AND DEVICE WHICH IMPLEMENTS SAID METHOD**

(57) **Abstract:**

FIELD: devices for automatic control for transport and industry. SUBSTANCE: method involves calculation of average speed of all electric drives, comparison of this value to given average speed for all drives and generation of momentum setting according to comparison results. For each drive calculated average speed is compared to measured speed of this drive and if deviation is beyond tolerance range, speed deviation signal is generated and added to measured speed for this drive. Results of said addition are averaged and this value is used as calculated average speed of drives. Corresponding device has average speed regulator and average weight regulator 8 which are shared by all drives. Each electric drive has multipliers, adders, non-linear gates and integral regulator.

EFFECT: uniform distribution of load between electric drives in static and dynamic operation modes of multiple-motor drive, low difference between speeds of electric drives for whole load range (even if one motor loses friction to shared connection gear). 6 cl, 1 dwg



RU 2 074 503 C1

RU 2 074 503 C1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к системам автоматического управления многодвигательными электроприводами и может быть использовано на транспорте, металлургической промышленности машиностроении и др. например, там, где многодвигательный электропривод составлен из отдельных электроприводов, имеющих фрикционную связь с общим связующим телом (в прокатных станах с индивидуальным приводом валков, в многовалковых трубопрокатных агрегатах, рольгангах, транспортных средствах и т.п.).

Известен способ управления многодвигательным электроприводом реверсивного прокатного стана с индивидуальными электроприводами валков, имеющими практически автономные и идентичные системы регулирования с контурами регулирования скорости и тока (момента), при общих задатчике интенсивности и командоаппарате и отдельных задатчиках разности скоростей и нагрузок, в соответствии с которым суммируют входные сигналы командоаппарата и задатчиков разности скоростей, полученные сигналы подают на входы задатчика интенсивности, где преобразуют в изменяющиеся во времени с ограниченным темпом сигналы задания скорости электроприводов, формируют сигналы задания токов (моментов) электроприводов, суммируя выходные сигналы регуляторов скоростей и задатчиков разности нагрузок, поддерживают действительные значения токов (моментов) и скоростей каждого из электроприводов равными заданным с помощью системы автоматического регулирования [1]

Такой способ управления многодвигательным электроприводом характеризуется неравномерным делением нагрузок между электродвигателями и большой погрешностью в поддержании заданного соотношения скоростей электроприводов при изменении общего уровня скорости прокатки. Требуемая точность стабилизации соотношения скоростей может быть достигнута только при весьма высокой точности стабилизации скоростей отдельных электроприводов.

Отмеченные недостатки приводят к недоиспользованию мощности двигателей, усложняют конструкцию многодвигательного электропривода и повышают затраты на его эксплуатацию.

Наиболее близким к предложению по техническому существу является способ управления многодвигательным электроприводом, составленным из двух отдельных электроприводов, имеющих фрикционную связь с общим связующим телом, при котором в каждом из указанных отдельных электроприводов измеряют скорость вращения с последующим поддержанием фактической скорости и момента электропривода на заданном уровне с помощью двухконтурной системы автоматического регулирования. При этом используют общий для электроприводов сигнал задания скорости и отдельные сигналы задания соотношения скоростей электроприводов [2]

Устройство, реализующее известный

способ, содержит исполнительные электродвигатели с датчиками скорости на валу, регуляторы момента и скорости, задатчики соотношения скоростей, а также общие для электроприводов задатчик скорости, задатчик интенсивности, функциональный преобразователь.

Система регулирования, построенная по указанному известному решению, является статической по отношению к разности моментов на валу электродвигателей и не обеспечивает высокой точности выравнивания скоростей и нагрузок. Автономность электроприводов здесь не обеспечивается. При исчезновении фрикционной связи между одним отдельным электроприводом и связующим телом существенно изменяется режим работы для другого электропривода. Известное решение предусматривает применение только двух электроприводов.

В изобретении решается задача повышения равномерности деления нагрузок между отдельными электроприводами и снижения разности скоростей электроприводов при одновременном увеличении допустимого числа электроприводов и обеспечении автономности режимов работы отдельных электродвигателей.

Указанная задача решается тем, что в известном способе управления многодвигательным электроприводом, составленным из отдельных электроприводов, имеющих фрикционную связь с общим связующим телом, при котором измеряют скорость в каждом электроприводе с последующим поддержанием фактических значений скорости и момента в каждом электроприводе на заданном уровне с помощью двухконтурной системы автоматического регулирования, измеренные скорости всех электроприводов используют для вычисления фактического значения средней скорости электроприводов, которое сравнивают с общим для всех электроприводов значением заданной средней скорости, при этом в каждом из электроприводов сравнивают указанное вычисленное фактическое значение средней скорости с измеренной скоростью данного электропривода и при отклонении полученной разности за допустимое граничное значение формируют сигнал отклонения скорости за граничное значение, который суммируют с измеренной скоростью данного электропривода, результаты указанного суммирования, полученные во всех электроприводах, усредняют и используют указанное усредненное значение в качестве вычисленного фактического значения средней скорости электроприводов, из полученной разности заданного и вычисленного фактического значения средней скорости вычитают в каждом электроприводе сигнал отклонения скорости за граничное значение для данного электропривода и полученный результат используют в качестве сигнала задания момента данного электропривода.

При этом обеспечивается отработка электроприводами заданной средней скорости и момента при равномерном делении нагрузки между электроприводами.

Поставленная задача решается также тем, что при отклонении разности вычисленного

фактического значения средней скорости и измеренной в каждом электроприводе скорости, за допустимое значение уменьшают для данного электропривода коэффициент передачи разности заданного и вычисленного фактического значения средней скорости.

При этом осуществляется ограничение скорости электропривода, потерявшего фрикционную связь с общим связующим телом и обеспечивается автономная работа электроприводов.

Задача решается также тем, что измеренную скорость каждого из электроприводов преобразуют в ее эффективное значение путем умножения на коэффициент, полученный в результате интегрирования разности вычисленного фактического значения средней скорости и эффективного значения измеренной скорости данного электропривода, при этом усредняют значения указанных коэффициентов, полученные во всех электроприводах, используя полученное усредненное значение коэффициентов в качестве общего для всех электроприводов вычисленного фактического среднего значения коэффициентов, сравнивают его с общим для всех электроприводов заданным средним значением коэффициентов и результаты сравнения используют при упомянутом интегрировании в каждом из электроприводов, уменьшая разность между заданным и вычисленным фактическим средним значением коэффициентов.

При этом обеспечивается учет изменяющихся факторов в многодвигательном электроприводе, в частности износа колес или валков, температурного дрейфа и т. п. и повышается точность поддержания заданного соотношения скоростей электроприводов.

Устройство, реализующее предложенный способ, содержит отдельные электроприводы, каждый из которых выполнен с электродвигателем, датчиком скорости, регулятором скорости и подключенным к его выходу регулятором момента, выход которого соединен с обмотками электродвигателя. В устройство введены общие для всех электроприводов регулятор средней скорости с подключенными к его входам блоком задания средней скорости и измерителем средней скорости, а в каждый из электроприводов введены первый и второй сумматоры и нелинейный элемент с характеристикой вида зоны нечувствительности, при этом выход регулятора средней скорости соединен с первым входом регулятора скорости каждого из электроприводов, выход измерителя средней скорости подключен к первому входу первого сумматора каждого из электроприводов, второй инвертирующий вход которого соединен с выходом датчика скорости данного электропривода, выход первого сумматора через упомянутый нелинейный элемент подключен ко второму входу регулятора скорости данного электропривода и к первому входу второго сумматора, второй вход которого объединен с инвертирующим входом первого сумматора, а выход второго сумматора каждого из электроприводов подключен к соответствующему входу измерителя средней скорости.

В каждый из электроприводов устройства могут быть введены дополнительный нелинейный элемент, реализующий ограничение на заданном уровне одной полярности в зоне малых входных сигналов и скачкообразный переход к уменьшенному уровню той же полярности вне указанной зоны, и множительный элемент, подключенный по первому входу и выходу между выходом регулятора средней скорости и первым входом регулятора скорости данного электропривода, при этом второй вход введенного множительного элемента через упомянутый дополнительный нелинейный элемент подключен к выходу первого сумматора.

В устройство могут быть введены общие для всех электроприводов регулятор среднего значения коэффициентов с подключенными к его входам блоком задания среднего значения коэффициентов и измерителем среднего значения коэффициентов, а в каждый из электроприводов введены дополнительный множительный элемент и интегральный регулятор, входы которого подключены к выходу регулятора среднего значения коэффициентов и к выходу первого сумматора, при этом выход интегрального регулятора подключен к соответствующему входу измерителя среднего значения коэффициентов, а дополнительно введенный множительный элемент подключен по первому входу и выходу между выходом измерителя скорости данного электропривода и инвертирующим входом первого сумматора. На чертеже представлен пример функциональной схемы устройства.

Устройство содержит п отдельных электроприводов, каждый п-ый из которых выполнен с электродвигателем 1, датчиком скорости 2, установленным на валу электродвигателя, регулятором момента 3 и регулятором скорости 4.

В устройство введены общие для всех электроприводов регулятор 5 средней скорости с подключенными к его входам блоком задания 6 средней скорости и измерителем 7 средней скорости. В устройство могут быть введены регулятор 8 среднего значения коэффициентов, с подключенными к его входам датчиком 9 среднего значения коэффициентов и измерителем 10 среднего значения коэффициентов.

В каждый п-ый электропривод могут быть введены первый и второй множительные элементы 11 и 12. Устройство содержит также первый и второй сумматоры 13 и 14, первый нелинейный элемент 15, реализующий ограничение на заданном уровне одной полярности в зоне малых входных сигналов и скачкообразный переход к уменьшенному уровню той же полярности вне указанной зоны, второй нелинейный элемент 16 с характеристикой вида зоны нечувствительности, и интегральный регулятор 17.

При этом выход регулятора 5 средней скорости подключен к первому входу первого множительного элемента 11. Выход измерителя 7 средней скорости подключен к первому входу первого сумматора 13, второй инвертирующий вход которого через второй множительный элемент 12 соединен с

выходом датчика скорости 2.

Выход первого сумматора 13 подключен к входам первого и второго нелинейных элементов 15 и 16 и к первому входу интегрального регулятора 17, второй вход которого соединен с выходом регулятора 8 среднего значения коэффициентов.

Выход первого нелинейного элемента 15 подключен ко второму входу первого множительного элемента 11, выход которого соединен с первым входом регулятора скорости 3.

Выход второго нелинейного элемента 16 подключен к второму входу регулятора скорости 4 и к первому входу второго сумматора 14, второй вход которого объединен со вторым входом первого сумматора 13.

Выход второго сумматора 14 каждого n-го электропривода подключен к соответствующему входу измерителя 7 средней скорости, а выход интегрального регулятора 17 каждого n-го электропривода подключен к другому входу второго множительного элемента 12 и к соответствующему входу измерителя 10 среднего значения коэффициентов.

Выход регулятора скорости 4 подключен к входу регулятора момента 3, соединенного выходом с обмотками электродвигателя 1.

Управление по предложенному способу рассмотрим на примере многодвигательного электропривода рельсового транспортного средства с индивидуальным приводом осей.

Сигнал ω_i пропорциональный угловой скорости электродвигателя 1, поступает с выхода датчика скорости 2 на вход множительного элемента 12, на другой вход которого с выхода интегрального регулятора коэффициентов 17 поступает сигнал:

$$K_i = \frac{d_i}{d_{ном}}$$

где d_i , $d_{ном}$ диаметр колеса по линии контакта с поверхностью рельса и номинальный диаметр колес транспортного средства.

На выходе множительного элемента 12 формируется сигнал эффективной скорости, пропорциональный окружной скорости колеса в точке контакта с рельсом по соотношению:

$$\omega'_i = K_i \cdot \omega_i$$

На выходе сумматора 13 формируется сигнал $\Delta\omega'_i$ отклонения скорости ω'_i от поступающего с выхода измерителя 7 средней скорости сигнала ω''_{cp} :

$$\Delta\omega'_i = \omega''_{cp} - \omega'_i. \quad (2)$$

На выходе нелинейного элемента 16 с характеристикой типа зоны нечувствительности формируется сигнал $\omega^{\delta i}$ превышения сигнала $\Delta\omega'_i$ над допустимым значением $\Delta\omega'_i_{доп}$ разности скоростей.

На выходе сумматора 14 формируется сигнал:

$$\omega''_i = \omega'_i + \omega^{\delta i}. \quad (3)$$

На выходе измерителя 7 средней скорости формируется сигнал ω''_{cp} средней скорости по соотношению:

$$\omega''_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega''_i}{n}, \quad (4)$$

где n число отдельных электроприводов.

Сигнал задания средней скорости электроприводов ω_3 с выхода блока задания 6 средней скорости поступает на вход регулятора 5 средней скорости, где сравнивается с сигналом ω''_{cp} средней

скорости, поступающим с выхода измерителя 7 средней скорости. Заданное значение момента m_3 с выхода регулятора 5 средней скорости поступает на вход регулятора момента 3 каждого из электроприводов через множительный элемент 11 и регулятор скорости 4.

Режим работы устройства при наличии фрикционной связи между электроприводами характеризуется малым рассогласованием скоростей электроприводов колес, относительно большой инерционной постоянной времени электропривода T_j , наличием момента нагрузки на валу электродвигателей.

Сигнал $\Delta\omega'_i \approx 0$, сигнал $\omega^{\delta i} = 0$, сигналы ω'_i и ω''_i равны между собой. Выходной сигнал ω''_{cp} измерителя 7 средней скорости равен среднему значению эффективных скоростей ω'_i .

Выходной сигнал нелинейного элемента 15 равен единице (в относительных единицах). В связи с отсутствием сигнала на входе обратной связи регулятор скорости 4 в каждом электроприводе работает в режиме масштабного преобразования сигнала, поступающего на задающий вход.

Сигнал задания момента каждого из электроприводов:

$$m_{i3} = m_3 K_c, \quad (5)$$

где K_c коэффициент усиления пропорционального регулятора скорости 4.

Коэффициент усиления пропорционального регулятора 5 средней скорости определяется по соотношению (в относительных единицах):

$$K_{pc} = \frac{T_j \cdot \omega_m}{z}, \quad (6)$$

где ω_m частота среза контура регулирования момента электропривода.

Пропорционально-интегральный регулятор момента 3 поддерживает действительное значение момента каждого из электроприводов равным заданному, обеспечивая равномерное деление нагрузки между электроприводами.

Исчезновение фрикционной связи с общим связующим телом у одного из электроприводов (при буксовании и юзе колес транспортного средства или срыве захвата металла валками прокатного стана и т.п.) сопровождается снижением момента нагрузки на валу электродвигателя до значения момента холостого хода электродвигателя, резким уменьшением инерционной постоянной времени электропривода до значения T_g (для трамвайного вагона $T_g/T_g \approx 20-30$), ростом скорости

электропривода ω_i и ω'_i .

Когда сигнал $\Delta\omega'_i$ превысит допустимое значение, сигнал на выходе нелинейного элемента 15 скачком уменьшается до значения $\frac{1}{K_{pc}}$.

Сигнал на задающем входе регулятора скорости 4 принимает значение $\omega_z - \omega''_{cp}$.

Регулятор скорости 4 вступает в работу, так как сигнал ω'_i на входе обратной связи становится отличным от нуля. Происходит ограничение скорости двигателя, потерявшего фрикционную связь с остальными на уровне:

$$\omega'_i \leq \omega_z + \Delta\omega_{i \text{ доп}} \quad (7)$$

Знак равенства в соотношении (7) имеет место при моменте холостого хода электродвигателя равном нулю.

Устойчивая работа регулятора скорости 4 в этом режиме обеспечивается при коэффициенте усиления K_c , определяемом по соотношению (в относительных единицах):

$$K_c = \frac{T \cdot \omega}{z} \quad (8)$$

Сигнал ω''_i на выходе второго сумматора 14, поступающий на вход измерителя 7 средней скорости, равен $\omega''_i = \omega_z + z \Delta\omega_{i \text{ доп}}$ и практически не влияет на значение ω''_{cp} .

Следовательно, обеспечивается автономная работа электроприводов. Потеря фрикционной связи одним из колес не оказывает влияния на режим работы остальных электроприводов.

Работа канала регулирования коэффициентов осуществляется следующим образом.

При настройке или контрольных проверках электрооборудования в систему управления вводятся коэффициенты K_i и $K_{срз}$.

Сигнал задания $K_{срз}$ среднего значения коэффициентов определяется по соотношению:

$$K_{срз} = \frac{d_{ср}}{n_{ном}}$$

где $d_{ср}$ средний диаметр колес транспортного средства,

$n_{ном}$ номинальное число электроприводов.

Регуляторы 17 коэффициентов в электроприводах осуществляют коррекцию сигналов K_i , таким образом, чтобы постоянная составляющая разности эффективных скоростей отдельных электроприводов и средней эффективной скорости $\Delta\omega'_i$, поступающая с выхода

сумматора 14 на вход регулятора 17 коэффициента была равна нулю.

Это позволяет принять меньшее значение допустимого отклонения эффективной скорости электроприводов от среднего значения и тем самым повысить точность поддержания заданного соотношения скоростей электроприводов.

Канал регулирования коэффициентов предназначен для учета медленно

изменяющихся факторов (износа колес или валков, температурного дрейфа или старения элементов электропривода и т.п.).

В связи с этим постоянная времени интегральных регуляторов коэффициентов принимается большой, что позволяет настраивать каналы регулирования коэффициента и скорости независимо один от другого и получить высокое качество процессов регулирования в каждом канале.

Регулятор 8 среднего значения коэффициентов исключает возможность одновременного дрейфа всех интегральных регуляторов 17 в одном направлении, что обеспечивает работоспособность устройства.

Таким образом, реализация предложенного способа управления многодвигательным электроприводом позволяет выполнить для произвольного числа электроприводов все требования, предъявляемые к системам управления:

равномерное деление нагрузки между электроприводами в статических и динамических режимах работы многодвигательного электропривода, обеспечение малой разности скоростей электроприводов во всем диапазоне нагрузок (в том числе и в случае, когда один из двигателей теряет фрикционную связь с общим связующим телом), автономность режимов работы отдельных электроприводов. Это дает ощутимый экономический эффект.

Равномерность деления нагрузок между электроприводами колес транспортного средства повышает использование электродвигателей, обеспечивает возможность получения повышенных значений ускорения или замедления транспортного средства, что сокращает путь разгона или торможения, повышает среднюю скорость и безопасность движения. Снижение разности скоростей электроприводов колес транспортного средства снижает вероятность пробуксовки и уменьшает износ колес.

Формула изобретения:

1. Способ управления многодвигательным электроприводом, составленным из отдельных электроприводов, имеющих фрикционную связь с общим связующим телом, при котором измеряют скорость в каждом электроприводе с последующим поддержанием фактических значений скорости и момента в каждом электроприводе на заданном уровне с помощью двухконтурной системы автоматического регулирования, отличающийся тем, что измеренные скорости всех электроприводов используют для вычисления фактического значения средней скорости электроприводов, которое сравнивают с общим для всех электроприводов значением заданной средней скорости, при этом в каждом из электроприводов сравнивают указанное вычисленное фактическое значение средней скорости с измеренной скоростью данного электропривода и при отклонении полученной разности за допустимое граничное значение формируют сигнал отклонения скорости за граничное значение, который суммируют с измеренной скоростью данного электропривода, результаты суммирования, полученные во всех электроприводах, усредняют и используют указанное усредненное значение в качестве вычисленного фактического значения средней

скорости электроприводов, из полученной разности заданного и вычисленного фактического значений средней скорости вычитают в каждом электроприводе сигнал отклонения скорости за граничное значение для данного электропривода и полученный результат используют в качестве сигнала задания момента данного электропривода.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при отклонении разности вычисленного фактического значения средней скорости и измеренной в каждом электроприводе скорости за допустимое значение уменьшают для данного электропривода коэффициент передачи разности заданного и вычисленного фактического значений средней скорости.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что измеренную скорость каждого из электроприводов преобразуют в ее эффективное значение путем умножения на коэффициент, полученный в результате интегрирования разности вычисленного фактического значения средней скорости и эффективного значения измеренной скорости данного электропривода, при этом усредняют значения указанных коэффициентов, полученные во всех электроприводах, используя полученное усредненное значение коэффициентов в качестве общего для всех электроприводов вычисленного фактического среднего значения коэффициентов, сравнивают его с общим для всех электроприводов заданным средним значением коэффициентов и результаты сравнения используют при упомянутом интегрировании в каждом из электроприводов, уменьшая разность между заданным и вычисленным фактическим средним значениями коэффициентов.

4. Устройство для управления многодвигательным электроприводом, содержащее отдельные электроприводы, каждый из которых выполнен с электродвигателем, датчиком скорости, регулятором скорости и подключенным к его выходу регулятором момента, выход которого соединен с обмотками электродвигателя, отличающееся тем, что введены общие для всех электроприводов регулятор средней скорости с подключенными к его входам блоком задания средней скорости и измерителем средней скорости, а в каждый из электроприводов введены первый и второй сумматоры и нелинейный элемент с характеристикой вида зоны

нечувствительности, при этом выход регулятора средней скорости соединен с первым входом регулятора скорости каждого из электроприводов, выход измерителя средней скорости подключен к первому входу первого сумматора каждого из электроприводов, второй инвертирующий вход которого соединен с выходом датчика скорости данного электропривода, выход первого сумматора через упомянутый нелинейный элемент подключен к второму входу регулятора скорости данного электропривода и к первому входу второго сумматора, второй вход которого объединен с инвертирующим входом первого сумматора, а выход второго сумматора каждого из электроприводов подключен к соответствующему входу измерителя средней скорости.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что в каждый из электроприводов введен дополнительный нелинейный элемент, реализующий ограничение на заданном уровне одной полярности в зоне малых входных сигналов и скачкообразный переход к уменьшенному уровню той же полярности вне указанной зоны, и множительный элемент, подключенный по первому входу и выходу между выходом регулятора средней скорости и первым входом регулятора скорости данного электропривода, при этом второй вход введенного множительного элемента через упомянутый дополнительный нелинейный элемент подключен к выходу первого сумматора.

6. Устройство по п.4 или 5, отличающееся тем, что введены общие для всех электроприводов регулятор среднего значения коэффициентов с подключенными к его входам блоком задания среднего значения коэффициентов и измерителем среднего значения коэффициентов, а в каждый из электроприводов введены дополнительный множительный элемент и интегральный регулятор, входы которого подключены к выходу регулятора среднего значения коэффициентов и к выходу первого сумматора, при этом выход интегрального регулятора подключен к соответствующему входу измерителя среднего значения коэффициентов, а дополнительно введенный множительный элемент подключен по первому входу и выходу между выходом измерителя скорости данного электропривода и инвертирующим входом первого сумматора.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60