



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4665835/24-07

(22) 24.01.89

(46) 30.12.90. Бюл. № 48

(71) Белорусский политехнический институт

(72) А.А. Семченко, Н.М. Улащик, С.Ю. Дол-

жников и Б.И. Фираго

(53) 621.313.333 (088.8)

(56) Должников С.Ю., Подобедов Е.Г., Сем-  
ченко А.А. Асинхронный электропривод на  
базе модернизированного преобразовате-  
ля частоты типа ТТС-100. - В кн.: Состояние  
и перспективы развития электротехноло-  
гии. Тезисы докладов Всесоюзной НТК, т. 1.  
Иваново, 1985, с. 112-113.

Авторское свидетельство СССР

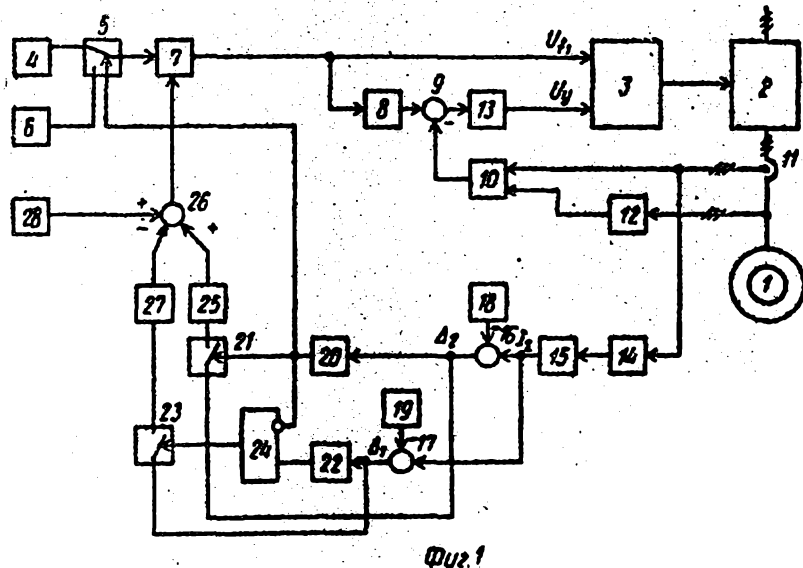
№ 1432713, кл. Н 02 Р 7/42, 1987.

(54) АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

(57) Изобретение относится к электротехни-  
ке, а именно к области частотного управле-  
ния асинхронными двигателями, и может  
быть использовано в электроприводах ме-  
ханизмов, требующих ограничения тока  
двигателя в переходных режимах и форми-

2

рования экскаваторной механической ха-  
рактеристики. Целью изобретения является  
улучшение энергетических показателей  
электропривода в переходных режимах пу-  
тем ограничения тока статора и замедления  
темпа разгона при больших моментах на-  
грузки. Указанная цель достигается тем, что  
в электропривод, содержащий асинхрон-  
ный двигатель 1, подключенный к непосред-  
ственному преобразователю 2 частоты,  
введены задатчик 6 частоты в режиме упора,  
управляемый коммутатор 5, задатчик 7 ин-  
тенсивности, задатчик 28 среднего значе-  
ния темпа изменения сигнала, элементы 16,  
17, 26 сравнения, промежуточные усилите-  
ли 25, 27, ключевые элементы 21, 23, нуль-  
органы 20, 22, элемент ЗАПРЕТ 24, задатчик  
18 уставки тока в режиме упора, задатчик 19  
уставки динамического токоограничения,  
фильтр 15 низкой частоты и выпрямитель 14.  
При этом обеспечивается эффективное то-  
коограничение в переходных режимах во  
всем диапазоне нагрузок. 2 ил.



Изобретение относится к электротехнике, в частности к технике частотного управления асинхронными двигателями, и может быть использовано в электроприводах механизмов, требующих ограничения тока двигателя в переходных режимах и формирования экскаваторной механической характеристики.

Цель изобретения – улучшение энергетических показателей электропривода в переходных режимах путем ограничения тока статора и замедления темпа разгона при больших моментах нагрузки.

На фиг. 1 представлена функциональная схема асинхронного электропривода; на фиг. 2 – схема задатчика интенсивности.

Асинхронный электропривод содержит трехфазный асинхронный двигатель 1 (фиг. 1), подключенный к непосредственному преобразователю 2 частоты, силовая часть которого состоит из девяти пар встречно-параллельно включенных тиристоров, управляющие электроды которых подключены к выходу системы 3 управления преобразователем. Выход задатчика 4 частоты соединен с первым входом введенного управляемого коммутатора 5, второй вход которого подключен к выходу задатчика 6 частоты в режиме упора. Выход управляемого коммутатора 5 соединен с первым входом задатчика 7 интенсивности, выход которого подключен к первому входу системы 3 управления преобразователем частоты и к входу функционального преобразователя 8. Выход функционального преобразователя 8 подключен к первому входу элемента 9 сравнения, второй вход которого соединен с выходом вычислителя 10 модуля вектора ЭДС. Входы вычислителя 10 подключены к трехфазному датчику 11 тока и трехфазному датчику 12 напряжения, соединенным с входными зажимами статорной обмотки асинхронного двигателя 1. Выход первого элемента 9 сравнения через блок регулятора 13 выходного напряжения преобразователя соединен с вторым входом системы 3 управления преобразователя частоты. Выходы трехфазного датчика 11 тока через введенные последовательно соединенные выпрямитель 14 и фильтр 15 низкой частоты подключены к первым входам элементов 16 и 17 сравнения. Второй вход элемента 16 сравнения подключен к выходу введенного задатчика 18 уставки тока упора, а второй вход элемента 17 сравнения подключен к выходу введенного задатчика 19 уставки динамического токоограничения. Выход элемента 16 сравнения соединен с входами введенных нуль-органа 20 и ключевого элемента 21, а выход элемента 17

сравнения – с входами введенных нуль-органа 22 и ключевого элемента 23. Выход нуль-органа 20 соединен с входами управления управляемого коммутатора 5 и ключевого элемента 21 и с инверсным входом введенного логического элемента ЗАПРЕТ 24. Прямой вход элемента ЗАПРЕТ 24 подключен к выходу нуль-органа 22, а выход – к выходу управления ключевого элемента 23. Выход ключевого элемента 21 через введенный промежуточный усилитель 25 подключен к первому суммирующему входу введенного элемента 26 сравнения, а выход ключевого элемента 23 через второй введенный промежуточный усилитель 27 – к вычитающему входу элемента 26 сравнения, второй суммирующий вход которого соединен с выходом введенного задатчика 28 среднего значения темпа изменения выходного сигнала задатчика интенсивности. Выход элемента 26 сравнения подключен к второму входу задатчика 7 интенсивности.

Задатчик 7 интенсивности частоты вращения двигателя выполнен на последовательно соединенных компараторе 29, усилителе 30 с регулируемым коэффициентом усиления и интеграторе 31. При этом выход интегратора 31 образует выход задатчика 7 интенсивности и соединен с первым входом компаратора 29, второй вход которого является первым входом задатчика 7. Вход управления усилителя 30 с регулируемым коэффициентом усиления образует второй вход задатчика 7 интенсивности.

Асинхронный электропривод работает следующим образом.

По выходному сигналу задатчика 7 интенсивности и выходному сигналу блока регулятора 13 система 3 управления формирует импульсы управления тиристорами преобразователя 2 таким образом, что частота и амплитуда основной гармоники выходного напряжения пропорциональны соответствующим входным сигналам системы 3 управления преобразователем.

Система управления электроприводом обеспечивает формирование механических характеристик при стабилизации потокоцепления взаимоиндукции асинхронного двигателя 1, формирование экскаваторной механической характеристики и ограничение тока двигателя на заданном уровне в переходных режимах работы электропривода.

Функциональный преобразователь 8 формирует сигнал задания  $U_3$  модуля ЭДС в линейной зависимости от входного аналогового сигнала  $U_I$  задатчика 7 интенсивности. Сигнал задания  $U_3$  модуля ЭДС взаимоиндукции с выхода функционального преобразователя 8 поступает на первый вход

элемента 9 сравнения, на второй вход которого поступает сигнал обратной связи по модулю ЭДС взаимоиндукции с выхода вычислителя 10. Сигнал, пропорциональный модулю ЭДС, определяется по мгновенным значениям фазных ЭДС двигателя. Сигналы фазных ЭДС формируются на основании информации о мгновенных значениях тока в обмотках статора асинхронного двигателя 1 и напряжениях на зажимах статора двигателя, снимаемой соответственно с трехфазного датчика 11 тока и с трехфазного датчика 12 напряжения. Разность между сигналом задания  $U_3$  модуля ЭДС взаимоиндукции и сигналом обратной связи по модулю ЭДС снимается с выхода элемента 9 сравнения и подается на вход блока регулятора 13 выходного напряжения преобразователя. Блок регулятора 13, выполненный с последовательно соединенными ПИ-регулятором и ограничителем пульсаций выходного напряжения регулятора, обеспечивает стабилизацию потокосцепления взаимоиндукции асинхронного двигателя 1 во всем диапазоне регулирования скорости.

На первый вход задатчика 7 интенсивности подается сигнал задания частоты преобразователя либо с выхода задатчика 4 частоты, либо с выхода задатчика 6 частоты в режиме упора в зависимости от положения, в котором находится управляемый коммутатор 5. Положение, в котором находится управляемый коммутатор 5, определяется сигналом (единичный или нулевой) на его выходе управления. Второй вход задатчика интенсивности служит для воздействия на темп изменения его выходного сигнала, и чем больше по абсолютному значению величина сигнала на указанном втором входе, тем выше темп изменения выходного сигнала задатчика 7.

Выходные сигналы трехфазного датчика 11 тока выпрямляются выпрямителем 14, фильтруются фильтром 15 низкой частоты и поступают на первые входы элементов 16 и 17 сравнения. На второй вход элемента 17 сравнения поступает с отрицательным знаком сигнал уставки  $I_{огр.}$  динамического токоограничения с выхода задатчика 19, а на второй вход элемента 16 сравнения – также с отрицательным знаком сигнал уставки тока упора  $I_{уп.}$  с выхода задатчика 18. Величины сигналов  $I_{огр.}$  и  $I_{уп.}$  выбирают исходя из необходимого уровня ограничения тока двигателя в переходных режимах и уровня тока двигателя, при котором формируется стопорная часть его механической характеристики. При этом сигнал уставки  $I_{огр.}$  меньше сигнала уставки  $I_{уп.}$ . Рассогласование  $\Delta_1 =$

$I_{\Sigma} - I_{огр.}$  с выхода элемента 17 сравнения подается на входы нуля-органа и ключевого элемента 23, а рассогласование  $\Delta_2 = I_{\Sigma} - I_{уп.}$  с выхода элемента 16 сравнения – на входы нуля-органа 20 и ключевого элемента 21. Когда рассогласование ( $\Delta_1$  или  $\Delta_2$ ) на входе нуля-органа 20 или 22 меньше нуля, сигналы на выходах этих нуля-органов равны логическому нулю и ключевые элементы 21 и 23 разомкнуты. При разгоне (торможении) электропривода в случае, когда сигнал  $I_{\Sigma}$  на выходе фильтра 15 низкой частоты меньше сигнала уставки  $I_{огр.}$  (а значит, и сигнала уставки  $I_{уп.}$ ), рассогласования  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  на выходах соответствующих элементов сравнения меньше нуля, выходные сигналы нуля-органов 20 и 22 равны нулю и ключевые элементы 21 и 23 разомкнуты. Управляемый коммутатор 5 находится при этом в положении, изображенном на фиг. 1, т. е. частота вращения двигателя задается сигналом с выхода задатчика 4 частоты. Темп изменения выходного сигнала задатчика 7 интенсивности определяется при этом величиной сигнала с выхода задатчика 28 среднего значения темпа. Если сигнал  $I_{\Sigma}$  становится равным  $I_{огр.}$   $\leq I_{\Sigma} < I_{уп.}$ , то выходной сигнал нуля-органа 22 становится равным единице, а нуля-органа 20 остается равным нулю. При этом сигнал на выходе элемента ЗАПРЕТ 24 становится равным логической единице, замыкается ключевой элемент 23 и рассогласование  $\Delta_1$  с выхода элемента 17 сравнения через промежуточный усилитель 27 поступает на вычитающий вход элемента 26 сравнения. Выходной сигнал элемента 26 сравнения при этом уменьшается, следовательно, снижается темп изменения выходного сигнала задатчика 7 интенсивности. Уровень этого уменьшения определяется величиной рассогласования  $\Delta_1$ . При уменьшении темпа изменения выходного сигнала задатчика 7 интенсивности уменьшается ток асинхронного двигателя 1, и когда сигнал  $I_{\Sigma}$  становится меньше сигнала уставки  $I_{огр.}$ , выходной сигнал нуля-органа 22 становится равным нулю, размыкается ключевой элемент 23 и темп изменения выходного сигнала 7 задатчика определяется только сигналом с выхода задатчика 28 среднего значений темпа.

В случае, если сигнал  $I_{\Sigma}$  на выходе фильтра 15 низкой частоты становится большим сигнала уставки  $I_{уп.}$  на выходе задатчика 18, рассогласование  $\Delta_2$  на выходе элемента 16 сравнения становится больше нуля и выходной сигнал нуля-органа 20 ста-

новится равным единице. При этом замыкается ключевой элемент 21 и управляемый коммутатор 5 перебрасывается в положение, при котором выходная частота преобразователя определяется сигналом с выхода задатчика 6 частоты в режиме упора. Одновременно единичный выходной сигнал нуля-органа 20 запрещает прохождение единичного выходного сигнала нуля-органа 22 на выход элемента ЗАПРЕТ 24. Выходной сигнал элемента ЗАПРЕТ 24 становится равным нулю и ключевой элемент 23 размыкается. В результате рассогласование  $\Delta_2$  с выхода элемента 16 сравнения через промежуточный усилитель 25 поступает на суммирующий вход элемента 26 сравнения. При этом выходной сигнал элемента 26 сравнения увеличивается, а следовательно, увеличивается темп изменения выходного сигнала задатчика 7 интенсивности и частота выходного напряжения преобразователя уменьшается быстрее. Так формируется стопорная ветвь механической характеристики асинхронного двигателя 1.

Коэффициент усиления промежуточного усилителя 25 задают большим коэффициентом усиления промежуточного усилителя 27 и таким, чтобы обеспечить заданный тепловой режим двигателя при его работе на упор. Величину коэффициента усиления промежуточного усилителя 27 выбирают исходя из условия обеспечения эффективного токоограничения в переходных режимах во всем диапазоне нагрузок.

Таким образом, предлагаемый электропривод обеспечивает по сравнению с известным повышение энергетических показателей в переходных режимах работы за счет ограничения тока статора двигателя путем замедления темпа разгона при больших моментах нагрузки. При этом сохраняются высокие динамические показатели в режиме холостого хода и малых нагрузок. За счет снижения частоты напряжения на статоре двигателя при перегрузках привода формируется экскаваторная механическая характеристика электропривода.

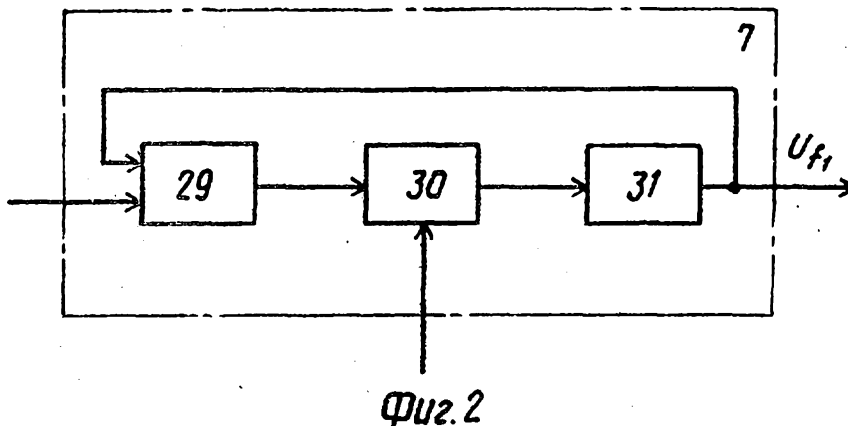
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Асинхронный электропривод, содержащий асинхронный двигатель, подключенный к непосредственному преобразователю частоты, систему управления преобразователем частоты, задатчик частоты, функциональный преобразователь для реализации требуемой зависимости сигнала задания выходного напряжения преоб-

зователя частоты от значения сигнала задания выходной частоты, первый элемент сравнения, регулятор напряжения преобразователя с ограничением амплитуды пульсаций выходного напряжения регулятора, вычислитель модуля результирующего вектора электродвижущей силы от потоко-сцепления взаимоиндукции асинхронного двигателя, трехфазные датчики напряжения и тока статора асинхронного двигателя, при этом первый вход системы управления преобразователем частоты соединен с входом функционального преобразователя, выход которого соединен с первым входом первого элемента сравнения, подключенного выходом через регулятор выходного напряжения преобразователя к второму входу системы управления преобразователем частоты, второй вход первого элемента сравнения соединен с выходом вычислителя модуля, входы которого соединены с выходами трехфазных датчиков напряжения и тока статора асинхронного двигателя, о т л и ч а ю щ и й с я т е м , ч т о , с ц е л ь ю улучшения энергетических показателей в переходных режимах путем ограничения тока статора и замедления темпа разгона при больших моментах нагрузки, введены задатчик частоты в режиме упора, управляемый коммутатор, задатчик интенсивности, задатчик среднего значения темпа изменения выходного сигнала задатчика интенсивности, второй, третий и четвертый элементы сравнения, два промежуточных усилителя, два ключевых элемента, два нуля-органа, элемент ЗАПРЕТ, задатчик уставки тока упора, задатчик уставки динамического токоограничения, фильтр низкой частоты и выпрямитель, вход которого соединен с выходом трехфазного датчика тока статора асинхронного двигателя, а выход – с входом фильтра низкой частоты, подключенного выходом к первым входам второго и третьего элементов сравнения, второй вход второго элемента сравнения соединен с выходом задатчика уставки тока упора, а его выход – с входом первого нуля-органа и входом первого ключевого элемента, второй вход третьего элемента сравнения соединен с выходом задатчика уставки динамического токоограничения, а его выход – с входом второго нуля-органа и входом второго ключевого элемента, выход первого нуля-органа соединен с входами управления первого ключевого элемента и управляемого коммутатора и инверсным входом элемента ЗАПРЕТ, прямой вход которого подключен к выходу второго нуля-органа, а выход элемента ЗАПРЕТ соединен с входом управления второго ключевого элемента, выход

первого ключевого элемента через первый промежуточный усилитель подключен к первому суммирующему входу четвертого элемента сравнения, выход второго ключевого элемента через второй промежуточный усилитель подключен к вычитающему входу четвертого элемента сравнения, второй суммирующий вход которого соединен с выходом датчика среднего значения темпа изменения выходного сигнала датчика интенсивности, датчик частоты выходом

соединен с первым входом управляемого коммутатора, второй вход которого подключен к выходу датчика частоты в режиме упора, выход управляемого коммутатора соединен с первым входом датчика интенсивности, второй вход которого подключен к выходу четвертого элемента сравнения, а выход датчика интенсивности соединен с входом указанного функционального преобразователя.



Редактор А. Огар

Составитель А. Жилин  
Техред М. Моргентал

Корректор С. Шекмар

Заказ 4127

Тираж 456

Подписное

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

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