



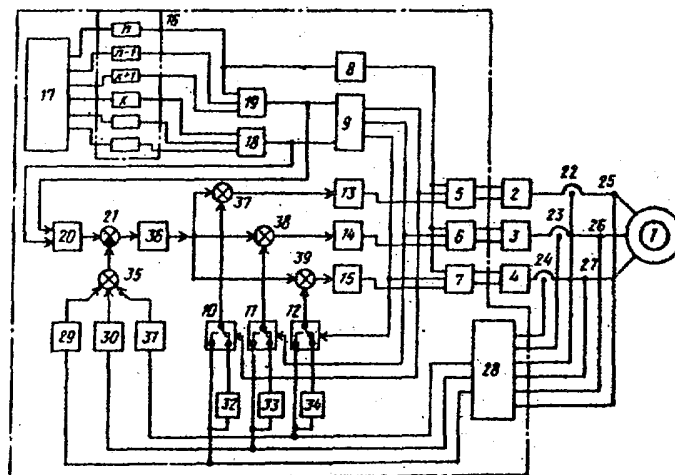
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3982109/24-07  
(22) 29.11.85  
(46) 07.01.88, Бюл. № 1  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) А.А.Семченко, Н.М.Улащик  
и Б.И.Фираго  
(53) 621.131.333(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 558366, кл. Н 02 Р 7/628, 1975.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 1111244, кл. Н 02 Р 7/42, 1984.  
(54) ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРО-  
ПРИВОД ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА  
(57) Изобретение относится к электро-  
технике и может быть использовано в  
тиристорных асинхронных электропри-  
водах переменного тока грузоподъем-  
ных механизмов с широким диапазоном  
регулирования частоты вращения. Целью  
изобретения является повышение энер-  
гетических и динамических показате-  
лей за счет уменьшения тормозных мо-  
ментов при переходе с одной частоты

вращения на другую и повышение пере-  
грузочной способности. В структуре  
электропривода, содержащего тиристор-  
ный преобразователь частоты, асин-  
хронный электродвигатель 1, командо-  
аппарат 17, пороговые элементы 16,  
сдвиговый регистр 8, генераторы ступе-  
нчато- и плавноизменяемой частоты  
19 и 18, за счет введения преобразо-  
вателя 20 частота - напряжение, блока  
28 определения фазных ЭДС, сумма-  
торов 21, 35, 37-39, пропорциональ-  
но-интегрального регулятора 36, вып-  
рямителей 29-31, управляемых комму-  
таторов 10-12, систем 13-15 импульсно-  
фазового управления, датчиков тока  
22-24 и напряжения 25-27 повышают-  
ся энергетические и динамические по-  
казатели при частотном регулировании  
путем уменьшения тормозных моментов  
электродвигателя при переходе с од-  
ной частоты вращения на другую и по-  
вышается перегрузочная способность  
электродвигателя. 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в тиристорных асинхронных электроприводах переменного тока грузоподъемных механизмов с широким диапазоном регулирования частоты вращения.

Целью изобретения является повышение энергетических и динамических показателей за счет уменьшения тормозных моментов при переходе с одной частоты вращения на другую и повышение перегрузочной способности.

На фиг.1 показана блок-схема частотно-регулируемого электропривода грузоподъемного механизма; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие формирование управляющего входного сигнала системы импульсно-фазового управления.

Частотно-регулируемый электропривод грузоподъемного механизма содержит асинхронный электродвигатель 1, связанный выводами фазных обмоток с выходом преобразователя частоты с непосредственной связью, составленного из трех групп тиристорных трехфазных мостов 2-4, управляющие цепи которых подключены к выходам формирователей 5-7 управляющих импульсов тиристоров, кольцевой сдвигающий регистр 8, выход которого подключен к первым входам формирователей 5-7 управляющих импульсов тиристоров, вторые входы которых соединены с первым, вторым и третьим выходами узла 9 управления и с управляющими цепями соответственно первого, второго и третьего управляемых коммутаторов 10-12, а третьи входы формирователей 5-7 управляющих импульсов тиристоров подключены к выходам первой 13, второй 14 и третьей 15 систем импульсно-фазового управления, п пороговых элементов 16, соединенных входами с выходами командоаппарата 17, причем выходы к пороговых элементов 16 соединены с входами задающего генератора 18 плавно-изменяемой частоты, а выходы п-к пороговых элементов 16 соединены со входами задающего генератора 19 ступенчато-изменяемой частоты, выход п-го порогового элемента 16 подключен к входу кольцевого сдвигающего регистра 8, выходы задающих генераторов 18 и 19 соединены с входами узла 9 управления и с входами преобразователя 20 частота - напряжение, выход которого подключен к второму

входу второго сумматора 21, датчики 22-24 фазных токов и датчики 25-27 фазных напряжений электродвигателя 1 подключены выходами к входам блока 28 определения фазных ЭДС, выходы которого соединены со входами выпрямителей 29-31 и первыми входами управляемых коммутаторов 10-12 непосредственно и со вторыми входами указанных управляемых коммутаторов через инвертирующие усилители 32-34, выходы выпрямителей 29-31 подключены к входам первого сумматора 35, выходом подсоединенного к первому входу второго сумматора 21, выход которого соединен с входом пропорционально-интегрального регулятора 36 модуля ЭДС, выход пропорционально-интегрального регулятора 36 модуля ЭДС соединен с первыми входами третьего 37, четвертого 38 и пятого 39 сумматоров, вторые входы которых подключены к выходам управляемых коммутаторов 10-12, а выходы - к входам систем 13-15 импульсно-фазового управления.

На фиг.2 показаны: а - выходной сигнал узла 9 управления; б - выходной сигнал блока 28 определения фазных ЭДС; в - выходной сигнал инвертирующего усилителя 32; г, д -  $U_{\text{уд}}$ ,  $U_{\text{ук}}$  - сигналы управления СИФУ 13,  $U_{\text{рег}}$  - выходное напряжение пропорционально-интегрального регулятора 36 модуля ЭДС.

Частотно-регулируемый электропривод грузоподъемного механизма работает следующим образом.

Электропривод обеспечивает однозонное частотное регулирование частоты вращения асинхронного электродвигателя 1 (вниз от номинального значения). Номинальная частота вращения электродвигателя 1 достигается при его работе на частоте питающей сети, при этом в каждом тиристорном трехфазном мосте 2-4 включается одна пара встречно-параллельных тиристоров, подключенных к различным фазам питающей сети. Команда на работу электропривода в указанном режиме (режиме коммутатора) подается при включении п-го порогового элемента 16 при установке командоаппарата 17 в крайнее положение. Выборка порядка включения пар встречно-параллельных тиристоров в мостах 2-4 производится в зависимости от комбинаций сигналов на входах формирователей 5-7 управляющих им-

пульсов тиристоров от узла 9 управления и от кольцевого сдвигающего регистра 8, переключаемого при каждом очередном срабатывании (n-1)-го порогового элемента 16, т.е. при каждом переключении асинхронного электродвигателя 1 в режим номинальной частоты вращения. Выходные сигналы узла 9 управления определяют продолжительность работы катодных и анодных групп тиристоров в трехфазных тиристорных мостах 2-4 в выпрямительном режиме. Выходные сигналы систем импульсно-фазового управления (СИФУ) 13-15 в этом режиме блокируются. При установке рукоятки командоаппарата 17 в положения, соответствующие переключениям пороговых элементов 16 от (n-1)-го до (k+1)-го, выходная частота преобразователя определяется задающим генератором 19 ступенчато-изменяемой частоты. При переводе командоаппарата 17 в положение, соответствующее включению K-го порогового элемента 16, происходит блокировка работы задающего генератора 19 ступенчато-изменяемой частоты и включение задающего генератора 18 плавно-изменяемой частоты.

При изменении выходной частоты преобразователя изменяется и величина напряжения задания ЭДС электродвигателя 1 по закону, обеспечивающему постоянство перегрузочной способности электродвигателя 1. Эту функцию выполняет преобразователь 20 частота-напряжения, обеспечивающий линейную зависимость между его входной частотой и выходным напряжением. Блок 28 определения фазных ЭДС электродвигателя 1 на основании входных сигналов от датчиков 22-24 тока и датчиков 25-27 напряжения осуществляет вычисление мгновенных значений фазных ЭДС электродвигателя по выражению

$$e_{m\phi} = U_{\phi} - i_{\phi}R - L \frac{di_{\phi}}{dt},$$

где  $U_{\phi}$  - фазное напряжение;

$i_{\phi}$  - ток в фазе;

$R$  - активное сопротивление фазы;

$L$  - индуктивность рассеяния фазы.

Выпрямители 29-31 и сумматор 35 приближенно вычисляют модуль ЭДС электродвигателя 1 как результат шестимпульсного выпрямления мгновенных значений фазных ЭДС электродвигателя 1.

На сумматоре 21 осуществляется отрицательная обратная связь по модулю ЭДС двигателя 1, которая обеспечивает стабилизацию величины модуля ЭДС двигателя. Рассогласование с выхода сумматора 21 поступает на вход пропорционально-интегрального регулятора модуля ЭДС 36. Выходной сигнал пропорционально-интегрального регулятора 36 изменяется так, чтобы поддерживать постоянным модуль ЭДС двигателя 1, что обеспечивает поддержание постоянства потока асинхронного двигателя 1 в статических режимах. Двухполярные входные напряжения управления СИФУ 13-15, определяющие углы открывания тиристоров преобразователя, формируются на сумматорах 37-39 как суммы выходного напряжения пропорционально-интегрального регулятора 36 и сигналов, пропорциональных фазным ЭДС двигателя 1. Временные диаграммы (фиг.2) поясняют принцип формирования управляющего входного сигнала СИФУ одной из фаз преобразователя. Соответствующий выходной сигнал узла 9 управления (фиг.2а), поступающий на вход формирователя 5 управляющих импульсов тиристоров, "единицей" разрешает работу катодной, а "нулем" - работу анодной группы тиристоров трехфазного моста 2 данной выходной фазы преобразователя. Этот же сигнал поступает на вход управления соответствующего коммутатора 10. При нулевом значении сигнала управления коммутатором 10 на вход сумматора 37 подается вычисленная мгновенная фазная ЭДС двигателя  $e_{\phi}$ , а при единичном значении этого сигнала - величина  $(-E_{\phi})$ , противоположная ей по знаку и полученная на выходе инвертирующего усилителя 32. Пусть в момент времени  $t_1$  дается разрешение на работу анодной группы тиристоров трехфазного моста 2. При этом напряжение  $U_{y\alpha}$ , предназначенное для управления СИФУ 13, имеет вид, изображенный на фиг.2г (здесь же показано выходное напряжение  $U_{yreg}$  пропорционально-интегрального регулятора модуля ЭДС 36). К концу интервала проводимости анодной группы  $U_{y\alpha}$  уменьшается, углы открывания тиристоров увеличиваются, что обеспечивает улучшение работы привода в инверторном режиме. В момент  $t_2$  дается разрешение на работу катодной группы тиристоров трех-

фазного моста 2 и напряжение управления  $U_{yк}$ , поступающее на соответствующий вход СИФУ 13, имеет вид, показанный на фиг.2д. В моменты изменения выходной частоты задающего генератора 19 дискретноизменяемой частоты возможно сильное изменение продолжительности выходных сигналов узла 9, управления как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения при неизменной величине выходного сигнала пропорционально-интегрального регулятора 36. Это может привести к увеличению тока электродвигателя 1 и возникновению больших тормозных моментов. Пусть в момент  $t_3$  изменилась выходная частота задающего генератора 19 и увеличилась продолжительность выходного сигнала узла 9 управления (фиг.2а). При этом напряжение управления СИФУ 13 (фиг.2д) еще больше уменьшается за счет увеличения отрицательного значения вычисленной ЭДС двигателя ( $-E_{\phi}$ ), поступающей на сумматор 37, углы открывания тиристоров увеличиваются, что приводит к уменьшению тока, а следовательно, и тормозных моментов асинхронного двигателя 1. Таким образом, входные напряжения управления СИФУ 13 формируются так, чтобы уменьшить влияние внутренней обратной связи двигателя по ЭДС на его ток. СИФУ 13-15 преобразуют входные сигналы в последовательности импульсов открывания тиристоров, которые подаются на третьи входы формирователей 5-7 управляющих импульсов тиристоров преобразователя.

Таким образом, предлагаемый электропривод грузоподъемного механизма за счет введения преобразователя частота - напряжение, блока определения фазных ЭДС, управляемых коммутаторов, инвертирующих усилителей, СИФУ, датчиков тока и датчиков напряжения имеет более высокие энергетические и динамические показатели в сравнении с известными техническими решениями, так как позволяет уменьшить тормозные моменты двигателя при переходе с одной частоты вращения на другую и повысить перегрузочную способность двигателя.

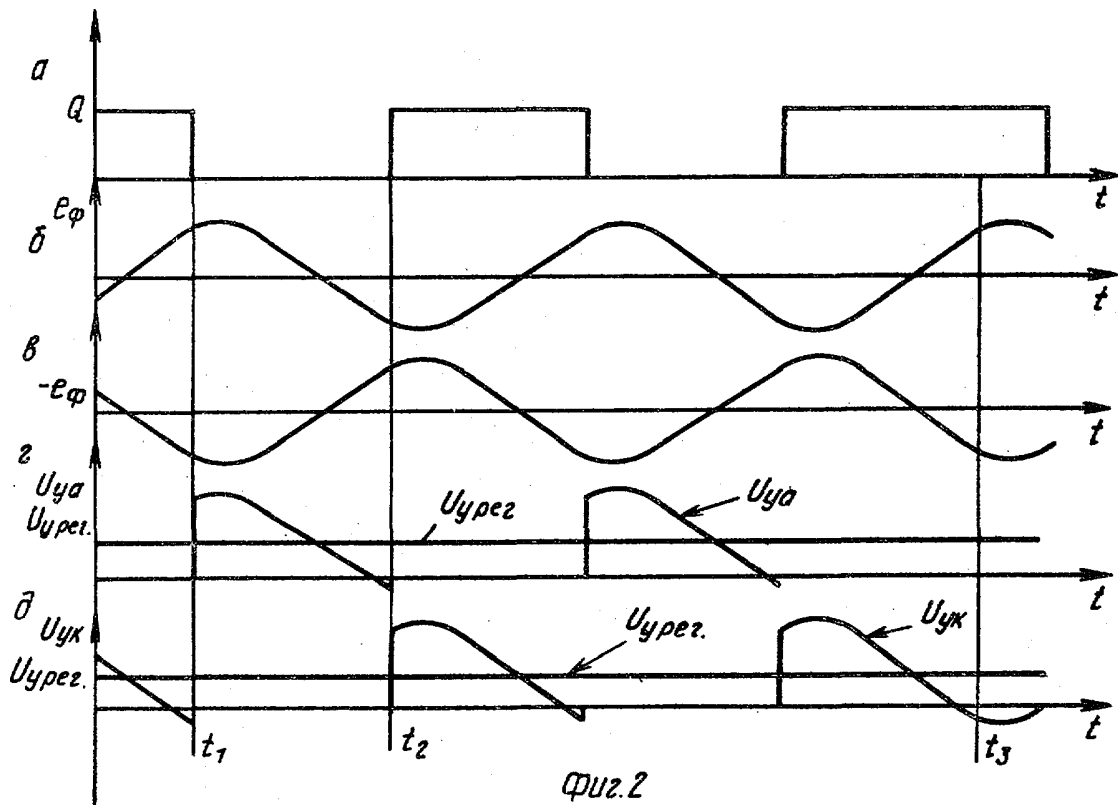
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Частотно-регулируемый электропривод грузоподъемного механизма, содер-

жащий трехфазный асинхронный электродвигатель, связанный выводами фазных обмоток с выходом преобразователя частоты с непосредственной связью, составленного из трех групп тиристорных трехфазных мостов, формирователи управляющих импульсов тиристоров, соединенные своими выходами с управляющими цепями групп тиристорных трехфазных мостов, кольцевой сдвигающий регистр, выход которого подключен к первым входам формирователей управляющих импульсов тиристоров, задающие генераторы плавно и ступенчато изменяемой частоты, выходы которых соединены с входами узла управления, выходы которого подключены к вторым входам формирователей управляющих импульсов тиристоров, n пороговых элементов, подключенных входами к выходам командоаппарата, выходы k пороговых элементов подключены к входам задающего генератора плавно изменяемой частоты, выходы (n-k) пороговых элементов подключены к входам задающего генератора ступенчато изменяемой частоты, выход n-го порогового элемента соединен с входом кольцевого сдвигающего регистра, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения энергетических и динамических показателей за счет уменьшения тормозных моментов при переходе с одной частоты вращения на другую и повышения перегрузочной способности, введены преобразователь частота - напряжение, блок определения фазных ЭДС, пять сумматоров, пропорционально-интегральный регулятор модуля ЭДС, три системы импульсно-фазового управления, три выпрямителя, три управляемых коммутатора, три инвертирующих усилителя, датчики фазных токов и датчики фазных напряжений, формирователи управляющих импульсов тиристоров снабжены третьими входами, их вторые входы соединены с управляющими цепями трех управляемых коммутаторов соответственно, выходы датчиков фазных токов и датчиков фазных напряжений подключены к входам блока определения фазных ЭДС, выходы которого подключены к входам выпрямителей и первым входам управляемых коммутаторов непосредственно и к вторым входам управляемых коммутаторов через инвертирующие усилители, выходы выпрямителей соединены с входами

первого сумматора, выход которого подключен к первому входу второго сумматора, входы преобразователя частота - напряжение подключены к выходам задающих генераторов плавно и ступенчато изменяемой частоты, а выход преобразователя частота - напряжение соединен с вторым входом второго сумматора, выход которого подключен к входу пропорционально-интегрального регулятора модуля ЭДС, первые входы третьего, четвертого и пятого сумматоров объединены и подклю-

чены к выходу пропорционально-интегрального регулятора модуля ЭДС, вторые входы третьего, четвертого и пятого сумматоров соединены с выходами первого, второго и третьего управляемых коммутаторов, третьи входы формирователей управляющих импульсов тиристоров соединены с выходами соответствующих систем импульсно-фазового управления, входы которых подключены к выходам соответственно третьего, четвертого и пятого сумматоров.



Редактор Г. Волкова      Составитель С. Позднуков      Техред М. Ходанич      Корректор М. Максимишинец

Заказ 6655/55

Тираж 583

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4