



(19) KG (11) 1037 (13) C1 (46) 30.04.2008

(51) H02K 7/106 (2006.01)
H02P 3/26 (2006.01)ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПАТЕНТНАЯ СЛУЖБА
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20070029.1

(22) 02.02.2007

(46) 30.04.2008, Бюл. №4

(71)(73) Кыргызский государственный технический университет им. И. Рazzакова (KG)

(72) Бочкарев И.В., Галбаев Ж.Т. (KG)

(56) А.с. SU №1127047, кл. Н02К 7/106, 1984

(54) Позиционный электропривод переменного тока (варианты)

(57) Изобретение относится к электромашиностроению и может быть использовано для электроприводов с асинхронными электродвигателями, требующих быстрого и точного останова, в частности, в станкостроении, робототехнике, авиации, подъемно-транспортном машиностроении. Задачей изобретения является улучшение эксплуатационных показателей позиционного электропривода переменного тока. Задача решается тем, что позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток статора которого подсоединенны к сети питания посредством замыкающих контактов пускателя, нормально замкнутый электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого подключена к одной из фазных обмоток статора через схему включения, которая содержит рабочий и пусковой конденсаторы и два диода, снабжен тремя коммутационными элементами, первый и второй из которых включены между началами фазных обмоток статора, а третий коммутационный элемент является размыкающим контактом пускателя и включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора второго диода. Первый и второй коммутационные элементы могут быть включены между началами фазных обмоток статора и выполнены в виде замыкающих контактов дополнительного контактора, в цепь обмотки которого последовательно подключены дополнительный размыкающий контакт пускателя и замыкающий контакт реле с задержкой времени размыкания, причем обмотка этого реле включена последовательно с обмоткой пускателя, а третий коммутационный элемент является размыкающим контактом пускателя и включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора и второго диода. За счет этого на первом этапе остановки двигателя обеспечивается его комбинированное электрическое магнитно-динамическое торможение и лишь потом начинается механическое торможение с последующей фиксацией ротора в заторможенном состоянии при помощи тормоза. 2 н. п. ф-лы, 2 ил.

Изобретение относится к электромашиностроению и может быть использовано для электроприводов с асинхронными электродвигателями, требующих быстрого и точного останова, в частности, в станкостроении, робототехнике, авиации, подъемно-транспортном машиностроении.

Известен позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, трехфазный коммутатор для подключения обмоток статора к сети

(19) KG (11) 1037 (13) C1 (46) 30.04.2008

трехфазного переменного тока, электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого одним своим выводом подключена к фазной обмотке статора, схему включения тормоза, схему формирования сигнала торможения, схему задержки включения тормоза, источник питания постоянного тока и три однофазных коммутатора (Патент RU №2280944, кл. H02P 3/26 (2006.01), 2006). Электромеханический тормоз выполнен нормально замкнутым, т. е. при запитанной обмотке электромагнита расторможен, а при отключенной обмотке - заторможен под действием упругих элементов (тормозных пружин).

По завершению перемещения органа управления на вход электропривода поступает сигнал останова в виде отключения напряжения постоянного тока. При этом происходит отключение обмоток электродвигателя от сети и подключение одной из этих обмоток к источнику питания постоянным током. Тем самым происходит динамическое торможение электродвигателя, и после определенной выдержки времени, обеспечиваемой схемой задержки, включается тормоз, который завершает торможение двигателя и его удержание в заторможенном состоянии. За счет динамического торможения скорость электродвигателя снижается еще до включения тормоза, что обеспечивает уменьшение износа фрикционных поверхностей тормоза.

Главным недостатком данного электропривода является сложность его конструкции, в частности, для обеспечения динамического торможения необходим источник питания постоянного тока. Кроме того, при включении электропривода имеет место задержка растормаживания электромеханического тормоза, определяемая временем нарастания тока в обмотке растормаживающего электромагнита до тока трогания. За счет этого возможна кратковременная работа электродвигателя с заторможенным тормозом, что не только увеличивает износ фрикционных поверхностей тормозного узла тормоза, но и резко увеличивает нагрев обмоток электродвигателя и принципиально изменяет режим перемещения органа управления. После растормаживания тормоза, ток в обмотке растормаживающего электромагнита не уменьшается, и он продолжает потреблять ту же мощность, которая была необходима для его надежного и быстрого срабатывания, но которая значительно превышает ту величину, которая необходима для удержания якоря электромагнита. Это обуславливает низкий КПД электропривода и приводит к необходимости увеличения габаритов и массы растормаживающего электромагнита.

Наиболее близким по технической сущности является позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток статора которого подсоединенны к сети питания посредством замыкающих контактов пускателя, нормально замкнутый электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого подключена к одной из фазных обмоток статора через схему включения, которая содержит рабочий и пусковой конденсаторы и два диода, причем первый диод шунтирует обмотку растормаживающего электромагнита, рабочий конденсатор подключен последовательно этой обмотке, цепь из последовательно включенных пускового конденсатора и второго диода подключена параллельно рабочему конденсатору, а пусковой конденсатор зашунтирован резистором (А.с. SU №1127047, кл. H02K 7/106, 1984). При подключении питания схема включения тормоза, выполненная в виде блока форсировки растормаживания, обеспечивает быстрое нарастание тока в обмотке растормаживающего электромагнита, что приводит к быстрому размыканию тормоза и растормаживанию тем самым вала электродвигателя. После заряда пускового конденсатора второй диод запирается и ток по обмотке уменьшается до рабочего значения.

Недостатком данного электропривода является большое время останова электродвигателя, обусловленное низким быстродействием тормоза при отключении электропривода. Это вызвано тем, что замкнутый контур, образованный обмоткой растормаживающего электромагнита и первым диодом, не позволяет быстро изменится току в этой обмотке и магнитному потоку в рабочем зазоре растормаживающего электромагнита при отключении. По данному контуру после отключения продолжает протекать ток, поддерживаемый за счет ЭДС самоиндукции обмотки. Кроме того, после отключения обмотка растормаживающего электромагнита остается электрически связанной с фазной обмоткой статора электродвигателя. Поскольку на последней в течение определенного времени остается остаточное напряжение за счет запаса энергии магнитного поля, то обмотка растормаживающего электромагнита и после отключения питания электродвигателя продолжает оставаться некоторое время под напряжением. Тем самым, растормаживающий электромагнит продолжает развивать тяговое усилие, удерживающее тормоз в расторможенном состоянии, что увеличивает выбег вала электродвигателя. Существенным недостатком является также повышенный износ фрикционных поверхностей электромеханического тормоза в режиме торможения, поскольку фрикционное торможение тормозом осуществляется практически непосредственно с той

скорости ротора электродвигателя, которую он имел в момент отключения питания. К недостаткам следует отнести также то, что энергия, накопленная пусковым конденсатором в режиме пуска электропривода, после отключения полезно не используется, а рассеивается в виде тепла на резисторе. Это снижает общий КПД всего электропривода.

Задачей изобретения является улучшение эксплуатационных показателей позиционного электропривода переменного тока.

Задача решается тем, что позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток статора которого подсоединенны к сети питания посредством замыкающих контактов пускателя, нормально замкнутый электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого подключена к одной из фазных обмоток статора через схему включения, которая содержит рабочий и пусковой конденсаторы и два диода, причем первый диод шунтирует обмотку растормаживающего электромагнита, рабочий конденсатор подключен последовательно этой обмотке, а цепь из последовательно включенных пускового конденсатора и второго диода подключена параллельно рабочему конденсатору, снабжен тремя коммутационными элементами, которые являются размыкающими контактами пускателя, причем первый и второй коммутационные элементы включены между началами фазных обмоток статора, а третий коммутационный элемент включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора и второго диода. Первый и второй коммутационные элементы могут быть включены между началами фазных обмоток статора и выполнены в виде замыкающих контактов дополнительного контактора, в цепь обмотки которого последовательно подключены дополнительный размыкающий контакт пускателя и замыкающий контакт реле с задержкой времени размыкания, причем обмотка этого реле включена последовательно с обмоткой пускателя, а третий коммутационный элемент является размыкающим контактом пускателя и включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора и второго диода.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг. 1 изображена принципиальная электрическая схема силовой части позиционного электропривода переменного тока; на фиг. 2 – принципиальная электрическая схема управления позиционным электроприводом переменного тока при использовании дополнительного контактора.

Позиционный электропривод переменного тока содержит трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток 1, 2, 3 статора которого подсоединены к сети питания 4 посредством замыкающих контактов 5, 6 и 7 пускателя. Обмотка 8 растормаживающего электромагнита нормально замкнутого электромеханического тормоза подключена к фазной обмотке 3 статора через схему включения 9, которая содержит рабочий 10 и пусковой 11 конденсаторы и два диода 12 и 13. Первый диод 12 подключен параллельно обмотке 8. Рабочий конденсатор 10 подключен последовательно обмотке 8, а цепь из последовательно включенных пускового конденсатора 11 и второго диода 13 подключена параллельно рабочему конденсатору 10. Первый 14 и второй 15 коммутационные элементы выполнены в виде размыкающих контактов пускателя и включены между началами фазных обмоток 1, 2 и 3 статора. Третий коммутационный элемент 16 является размыкающим контактом пускателя и включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора 11 и второго диода 13.

Для повышения надежности работы электропривода первый 14 и второй 15 коммутационные элементы могут быть выполнены в виде замыкающих контактов дополнительного контактора, в цепь обмотки 17 которого последовательно подключены дополнительный размыкающий контакт 18 пускателя и замыкающий контакт 19 реле с задержкой времени размыкания. При этом обмотка 20 этого реле включена последовательно с обмоткой 21 пускателя (фиг. 2).

Электропривод при выполнении первого 14 и второго 15 коммутационных элементов в виде размыкающих контактов пускателя работает следующим образом.

При подключении асинхронного электродвигателя к сети питания 4 посредством пускателя замыкающие контакты 5, 6 и 7 замыкаются, а размыкающие контакты 14, 15 и 16 размыкаются. Тем самым к обмоткам 1, 2 и 3 статора электродвигателя и к обмотке 8 растормаживающего электромагнита прикладывается напряжение. По мере заряда пускового конденсатора 11 по обмотке 8 протекает большой ток, под действием которого растормаживающий электромагнит быстро сработает и электромеханический тормоз растормаживает ротор электродвигателя. Это обеспечивает быстрый разгон электродвигателя и снижает износ тормозного узла электромеханического тормоза. После того, как пусковой конденсатор 11 зарядится до амплитудного значения напряжения фазной обмотки 3 статора электродвигателя, второй диод 13 запирается и напряжение на

обмотке 8 растормаживающего электромагнита, ток в ней и потребляемая мощность ограничиваются сопротивлением рабочего конденсатора 10.

После отключения электродвигателя от сети питания 4 при помощи пускателя его замыкающие контакты 5, 6 и 7 размыкаются, а размыкающие контакты 14, 15 и 16 замыкаются. Тем самым обмотки 1, 2 и 3 статора отключаются от сети 4 и замыкаются накоротко, а к обмотке 3 статора прикладывается напряжение заряженного пускового конденсатора 11. За счет этого, поскольку ротор электродвигателя продолжает по инерции вращаться, начинается комбинированное электрическое магнитно-динамическое торможение. Магнитное торможение обусловлено тем, что после отключения электродвигателя от сети магнитный поток мгновенно не исчезает и, продолжая вращаться вместе с ротором, наводит в обмотках 1, 2 и 3 статора ЭДС. Так как обмотки 1, 2 и 3 замкнуты накоротко, то под действием этой ЭДС в цепи статора возникнет свободный ток, который будет препятствовать вращению потока и его частота вращения станет меньше частоты вращения ротора. За счет этого возникнет тормозной момент, который будет действовать на ротор до тех пор, пока не затухнет магнитный поток. Динамическое торможение обеспечивается за счет энергии, запасенной в пусковом конденсаторе 11, вследствие перевода электродвигателя в генераторный режим работы. Под действием суммарного тормозного момента обороты ротора электродвигателя начинают быстро снижаться. При этом электромеханический тормоз в первый момент времени после отключения питания не переходит в режим торможения за счет задержки времени срабатывания растормаживающего электромагнита, обусловленной наличием замкнутого контура «обмотка 8 – первый диод 12», по которому продолжает протекать ток, обусловленный ЭДС самоиндукции обмотки 8. Комбинированное электрическое торможение заканчивается обычно за 2÷3 периода переменного тока (40÷60 мс), что соответствует времени срабатывания электромеханического тормоза (Бочкирев И.В. Быстро действующие электромеханические тормозные устройства для электродвигателей. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – С. 20, 28, 48).

Таким образом, через промежуток времени, определяемый временем срабатывания электромеханического тормоза, дополнительно к электрическому торможению обеспечивается механическое торможение, что приводит к быстрой остановке ротора электродвигателя и удержанию его в заторможенном положении. Так как пусковой конденсатор 11 полностью разрядился через обмотку 3, то электропривод готов к повторному включению.

Для повышения надежности работы предлагаемого позиционного электропривода переменного тока необходимо исключить режим кратковременного короткого замыкания, который может возникнуть при разрегулировке контактов пускателя в двух случаях:

- если при подключении электродвигателя к сети питания 4 замыкающие контакты 5, 6 и 7 замкнутся раньше, чем разомкнутся размыкающие контакты 14 и 15;
- если при отключении электродвигателя от сети питания 4 размыкающие контакты 14 и 15 замкнутся раньше, чем, как прекратится ток через замыкающие контакты 5, 6 и 7.

Для полного исключения возможности возникновения указанных режимов первый 14 и второй 15 коммутационные элементы могут быть выполнены в виде замыкающих контактов дополнительного контактора, в цепь обмотки 17 которого последовательно подключены дополнительный размыкающий контакт 18 пускателя и замыкающий контакт 19 реле с задержкой времени размыкания, причем обмотка 20 этого реле включена последовательно с обмоткой 21 пускателя (фиг. 2). Электропривод в этом случае работает следующим образом.

При пуске электропривода путем нажатия на кнопку 22 «Пуск», цепь обмотки 21 пускателя замкнется и он сработает. При этом его замыкающие контакты 5, 6 и 7 замкнутся и подключат электродвигатель к сети 4, а дополнительный размыкающий контакт 18 разомкнет цепь питания обмотки 17 контактора. Тем самым первый 14 и второй 15 замыкающие контакты контактора останутся разомкнутыми, и электропривод будет работать так же, как описано выше.

При отключении электропривода путем нажатия на кнопку 23 «Стоп», цепь обмотки 21 пускателя и обмотки 20 реле разомкнется. Тем самым замыкающие контакты 5, 6 и 7 разомкнутся и отключат электродвигатель от сети 4, а дополнительный размыкающий контакт 18 замкнется. При этом замыкающий контакт 19 реле, выполненный с задержкой времени размыкания, остается в течение определенного времени замкнутым. Следовательно, к обмотке 17 контактора напряжение приложится только после отключения пускателя. Контактор сработает, и его замыкающие контакты 14 и 15 замкнутся, переводя электродвигатель в режим магнитного торможения. Поскольку размыкающий контакт 16 при отключении пускателя замкнулся, то осуществляется комбинированное электрическое магнитно-динамическое торможение электродвигателя.

По истечении времени задержки, которое обеспечивается равным длительности режима магнитного торможения, контакт 19 разомкнется и разорвет цепь питания обмотки 17 контактора. Контакты 14 и 15 контактора разомкнутся и подготовят электропривод к повторному включению при гарантированно разомкнутых коммутационных элементах 14 и 15 и разряженном пусковом конденсаторе 11.

В электроприводе осуществляется предварительное снижение частоты вращения ротора электродвигателя за счет электрического торможения путем использования энергии остаточного затухающего магнитного поля и заряженного пускового конденсатора, и уже только после этого начинается механическое торможение при помощи тормоза. Оба способа торможения действуют последовательно и независимо друг от друга. Указанное магнитно-динамическое торможение является наиболее экономичным способом, так как осуществляется без потребления энергии из сети, а в тепло превращается только поглощаемая часть кинетической энергии движущихся масс, которое выделяется в основном в статоре.

Эффективность торможения возрастает с увеличением емкости пускового конденсатора. Так как полярность напряжения на нем не изменяется, то можно использовать электролитический конденсатор, что снижает габариты и массу схемы управления электромеханическим тормозом. Применение электропривода с комбинированным магнитно-динамико-механическим способом торможения особенно целесообразно для высокоскоростных приводов малой мощности с большим моментом инерции нагрузки в тех случаях, когда необходимо увеличить точность позиционирования инерционных приводов за счет уменьшения разброса величин пути и времени торможения. При этом предлагаемая схема управления позволяет осуществлять как выбор сочетания, так и последовательности действия указанных способов торможения, что определяется задачами, которые необходимо решать за счет применения комбинированных способов торможения.

Таким образом, обеспечивается комплексное улучшение эксплуатационных показателей позиционного электропривода переменного тока:

- уменьшается выбег вала электродвигателя;
- режим динамического торможения обеспечивается без использования дополнительного источника постоянного тока;
- уменьшается износ фрикционных поверхностей электромеханического тормоза в режиме торможения;
- обеспечивается форсированное растормаживание тормоза в режиме пуска;
- повышается общий КПД всего электропривода.

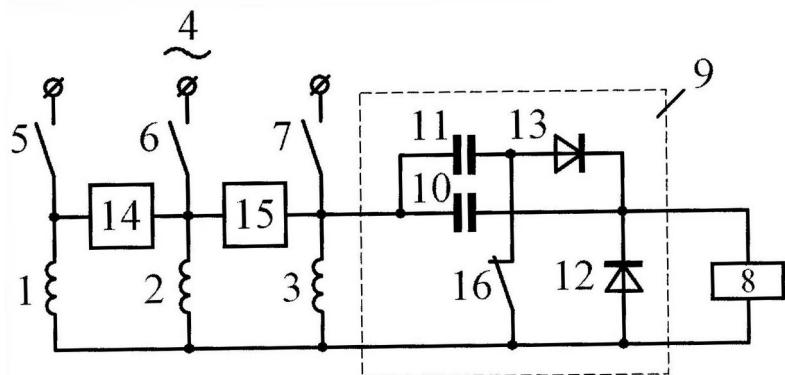
Формула изобретения

1. Позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток статора, которого подсоединенны к сети питания посредством замыкающих контактов пускателя, нормально замкнутый электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого подключена к одной из фазных обмоток статора через схему включения, которая содержит рабочий и пусковой конденсаторы и два диода, причем первый диод шунтирует обмотку растормаживающего электромагнита, рабочий конденсатор подключен последовательно этой обмотке, а цепь из последовательно включенных пускового конденсатора и второго диода подключена параллельно рабочему конденсатору, отличающийся тем, что он снабжен тремя коммутационными элементами, которые являются размыкающими контактами пускателя, причем первый и второй коммутационные элементы включены между началами фазных обмоток статора, а третий коммутационный элемент включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора и второго диода.

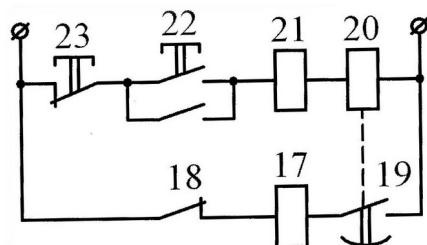
2. Позиционный электропривод переменного тока, содержащий трехфазный асинхронный электродвигатель, начала фазных обмоток статора которого подсоединенны к сети питания посредством замыкающих контактов пускателя, нормально замкнутый электромеханический тормоз с растормаживающим электромагнитом, обмотка которого подключена к одной из фазных обмоток статора через схему включения, которая содержит рабочий и пусковой конденсаторы и два диода, причем первый диод шунтирует обмотку растормаживающего электромагнита, рабочий конденсатор подключен последовательно этой обмотке, а цепь из последовательно включенных пускового конденсатора и второго диода подключена параллельно рабочему конденсатору, отличающейся тем, что он снабжен тремя коммутационными элементами, первый и второй из которых включены между началами фазных обмоток статора и выполнены в виде замыкающих

контактов дополнительного контактора, в цепь обмотки которого последовательно подключены дополнительный размыкающий контакт пускателя и замыкающий контакт реле с задержкой времени размыкания, причем обмотка этого реле включена последовательно с обмоткой пускателя, а третий коммутационный элемент является размыкающим контактом пускателя и включен между концом одной из фазных обмоток статора и точкой соединения пускового конденсатора и второго диода.

Позиционный электропривод переменного тока



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Куттубаева А.А.
Чекиров А.Ч.