

(19) **KG** (11) **824** (13) **C1** (46) **30.10.2005**(51)⁷ **H02P 3/26; H02K 7/106; H01F 7/18**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНСТВО ПО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21)20040064.1

(22) 30.07.2004

(46) 30.10.2005, Бюл. №10

(71)(73) Кыргызский национальный технический университет им. И. Раззакова (KG)

(72) Бочкарев И.В., Гунина М.Г. (KG)

(56) Патент КР №639, C1; H02P 3/26; H02K 7/106; H01F 7/18, 2004

(54) **Электропривод с форсированным торможением**

(57) Изобретение относится к области электромашиностроения, а именно к электроприводам, содержащим электродвигатель и нормально замкнутый фрикционный тормоз с электромагнитным растормаживанием, и может быть использовано для привода механизмов, требующих быстрого останова рабочих органов с их последующей фиксацией, например, в станкостроении, робототехнике, подъемно-транспортном машиностроении. Задачей изобретения является повышение быстродействия торможения в переходных режимах работы, а также повышение надежности работы в расторможенном установившемся состоянии. Указанная задача решается тем, что в электроприводе с форсированным торможением, состоящем из электродвигателя, контактора, электромеханического тормоза и блока форсировки срабатывания тормоза, содержащего рабочий и пусковой конденсаторы, четыре диода и резистор, контактор снабжен дополнительным замыкающим контактом, который подключен параллельно резистору, причем величина активного сопротивления R-резистора определяется из выражения:

$$R = \frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC} \pm \sqrt{\left(\frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC}\right)^2 - \frac{L^2}{C^2 R^2 - 4LC}},$$

где R и L - активное и индуктивное сопротивления обмотки растормаживающего электромагнита тормоза; C - суммарная емкость пускового и рабочего конденсаторов. В предлагаемом электроприводе при подключенном питании, то есть в режимах растормаживания тормоза и удержания его в расторможенном состоянии, резистор шунтируется замыкающим контактом, что обеспечивает повышение быстродействия размыкания тормоза и исключение дребезга якоря. При отключении питания в цепь разряда конденсаторов подключается резистор, что обеспечивает принудительное гашение тока самоиндукции обмотки растормаживающего электромагнита. За счет этого повышается быстродействие перевода тормоза в режим торможения. 1 ил.

Изобретение относится к области электромашиностроения, а именно к электроприводам, содержащим электродвигатель и нормально замкнутый фрикционный тормоз с электромагнитным растормаживанием, и может быть использовано для привода механизмов, требующих быстрого останова рабочих органов с их последующей фиксацией, например, в станкостроении, робототехнике, подъемно-транспортном машиностроении.

Известен электропривод переменного тока с принудительным торможением, состоящий из электродвигателя, контактора с замыкающими контактами в цепи обмотки статора и двумя размыкающими контактами, электромагнитного тормоза и блока форсировки срабатывания тормоза, включенного между указанной фазой обмотки статора и обмоткой растормаживающего электромагнита тормоза и содержащего рабочий и пусковой конденсаторы, два диода и резистор. Обмотка растормаживающего электромагнита подключена одним выводом к одному выводу одной из фаз статорной обмотки электродвигателя, а другим выводом через рабочий конденсатор - к другому выводу одной из фаз статорной обмотки, пусковой конденсатор последовательно соединен с первым диодом, причем одна его обкладка соединена с другим выводом одной из фаз статорной обмотки электродвигателя, а другая обкладка - с анодом первого диода, катод которого соединен с другим выводом обмотки растормаживающего электромагнита, резистор соединен последовательно со вторым диодом, анод которого подключен к одному выводу обмотки растормаживающего электромагнита, а катод через резистор - к другому выводу обмотки растормаживающего электромагнита, причем один из размыкающих контактов шунтирует одну из фаз статорной обмотки электродвигателя, а другой шунтирует первый диод (А.с. SU №1252893, А1, Н02Р 3/26, 1986).

Недостатком этого электропривода является зависимость времени торможения вала от того, в какой полупериод питающего напряжения произошло отключение электродвигателя от сети. Это объясняется следующим. Если отключение произошло в тот полупериод, когда полярности рабочего и пускового конденсаторов совпадают, то при их совместном разряде через резистор к обмотке растормаживающего электромагнита будет прикладываться напряжение, направленное встречно току самоиндукции этой обмотки. За счет этого происходит принудительное затухание тока и, следовательно, обеспечивается требуемое быстродействие торможения вала. Если отключение произошло в тот полупериод, когда полярность напряжения рабочего конденсатора не совпадает с полярностью напряжения пускового конденсатора, то при разряде рабочего конденсатора к обмотке растормаживающего электромагнита будет прикладываться напряжение, поддерживающее ток этой обмотки. Это приводит к замедлению замыкания тормоза. Соответственно, время выбега вращающегося вала электродвигателя увеличивается, то есть быстродействие торможения ухудшается. Поскольку момент отключения питания носит случайный характер, то обеспечить совпадение полярности рабочего и пускового конденсаторов после отключения невозможно. Таким образом, данный электропривод не может использоваться для привода механизмов, имеющих повышенные требования к времени торможения вала. Кроме того, остаточное напряжение фазной обмотки статора электродвигателя не может использоваться для принудительного гашения тока самоиндукции обмотки растормаживающего электромагнита, так как один из размыкающих контактов контактора полностью шунтирует фазную обмотку.

Известен также электропривод с принудительным торможением, состоящий из электродвигателя, контактора с замыкающими контактами в цепи обмотки статора и с двумя размыкающими контактами, электромеханического тормоза и блока форсировки срабатывания тормоза, включенного между одной из фаз обмотки статора и обмоткой растормаживающего электромагнита тормоза и содержащего рабочий и пусковой конденсаторы, четыре диода и резистор, причем диоды образуют мостовой выпрямитель, один из входов которого подключен к одному из выводов указанной фазы обмотки статора, другой вывод которой подключен через обмотку растормаживающего

электромагнита тормоза ко второму входу мостового выпрямителя, через первый размыкающий контакт - к положительному выходному полюсу мостового выпрямителя и через резистор - к его отрицательному выходному полюсу, причем рабочий конденсатор подключен во входную диагональ мостового выпрямителя, плечо мостового выпрямителя между его положительным полюсом и вторым входом зашунтировано пусковым конденсатором, а в противоположное плечо последовательно включен второй размыкающий контакт (Патент КР №639, С1, H02P 3/26; H02K 7/106; H01F 7/18, 2004).

Данное техническое решение наиболее близко к предлагаемому электроприводу по технической сущности и достигаемому результату.

Недостатком этого электропривода является невозможность обеспечения высоких показателей быстродействия тормоза одновременно и в режиме растормаживания, и в режиме торможения. Это объясняется следующим. При подключении электродвигателя к сети переменного напряжения обеспечивается однополупериодное выпрямление прикладываемого к обмотке растормаживающего электромагнита напряжения, так как одна из полувольт тока проходит по конденсаторам и этой обмотке, а другая полуволна замыкается по резистору, минуя обмотку. Однако при этом к обмотке прикладывается напряжение, равное падению напряжения на резисторе, которое направлено встречно току самоиндукции этой обмотки. За счет этого уменьшается скорость нарастания тягового усилия растормаживающего электромагнита и увеличивается величина его пульсации в режиме удержания тормоза разомкнутым. Это приводит к увеличению времени размыкания тормоза и возникновению дребезга якоря тормоза. Для улучшения этих показателей надо уменьшить величину сопротивления резистора. Однако это приводит, соответственно, к уменьшению падения напряжения на этом резисторе в режиме торможения при отключении питания, что вызовет увеличение времени замыкания тормоза. Таким образом, для улучшения быстродействия в режиме растормаживания и повышения надежности работы в разомкнутом состоянии тормоза необходимо уменьшать сопротивление резистора, а для улучшения быстродействия в режиме торможения необходимо наоборот увеличивать это сопротивление. В данном приводе этого добиться невозможно.

Задачей изобретения является повышение быстродействия торможения в переходных режимах работы, а также повышение надежности работы в расторможенном установившемся состоянии.

Указанная задача решается тем, что в электроприводе с форсированным торможением, состоящем из электродвигателя, контактора с замыкающими контактами в цепи обмотки статора и с двумя размыкающими контактами, электромеханического тормоза и блока форсировки срабатывания тормоза, включенного между одной из фаз обмотки статора и обмоткой растормаживающего электромагнита тормоза и содержащего рабочий и пусковой конденсаторы, четыре диода и резистор, причем диоды образуют мостовой выпрямитель, один из входов которого подключен к одному из выводов указанной фазы обмотки статора, другой вывод которой подключен через обмотку растормаживающего электромагнита тормоза ко второму входу мостового выпрямителя, через первый размыкающий контакт - к положительному выходному полюсу мостового выпрямителя и через резистор - к его выходному отрицательному полюсу, причем рабочий конденсатор подключен во входную диагональ мостового выпрямителя, плечо мостового выпрямителя между его выходным положительным полюсом и вторым входом зашунтировано пусковым конденсатором, а в противоположное плечо последовательно включен второй размыкающий контакт, контактор снабжен дополнительным замыкающим контактом, который подключен параллельно резистору, причем величина активного сопротивления R резистора определяется из выражения:

$$R = \frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC} \pm \sqrt{\left(\frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC}\right)^2 - \frac{L^2}{C^2 R^2 - 4LC}},$$

где R и L - активное и индуктивное сопротивления обмотки растормаживающего

электромагнита тормоза; C - суммарная емкость пускового и рабочего конденсаторов.

В предлагаемом электроприводе при подключенном питании, т.е. в режимах растормаживания тормоза и удержания его в расторможенном состоянии, резистор шунтируется замыкающим контактом, что обеспечивает повышение быстродействия размыкания тормоза и исключение дребезга якоря. При отключении питания в цепь разряда конденсаторов подключается резистор, что обеспечивает принудительное гашение тока самоиндукции обмотки растормаживающего электромагнита. За счет этого повышается быстродействие перевода тормоза в режим торможения.

На чертеже изображена принципиальная электрическая схема электропривода с форсированным торможением.

Электропривод содержит электродвигатель переменного тока, контактор с замыкающими контактами 1 в фазах статорной обмотки 2 электродвигателя, электромеханический тормоз и блок 3 форсировки срабатывания тормоза. Блок 3 содержит рабочий 4 и пусковой 5 конденсаторы, резистор 6 и четыре диода 7, 8, 9 и 10. Указанные диоды образуют мостовой выпрямитель, первый вход 11 которого подключен к одному из выводов 12 одной из фаз обмотки статора 2, а второй вход 13 подключен через обмотку 14 растормаживающего электромагнита тормоза к другому выводу 15 указанной фазы обмотки статора 2. Положительный выходной полюс 16 мостового выпрямителя подключен через первый размыкающий контакт 17 к выводу 15 фазы обмотки статора 2, который через резистор 6 соединен с выходным отрицательным полюсом 18 мостового выпрямителя. Рабочий конденсатор 4 подключен во входную диагональ мостового выпрямителя между входами 11 и 13, а пусковой конденсатор 5 шунтирует плечо мостового выпрямителя, образованное диодом 10. В противоположное плечо последовательно с диодом 9 включен второй размыкающий контакт 19. Параллельно резистору 6 подключен замыкающий контакт 20 контактора, причем величина активного сопротивления R резистора определяется из выражения:

$$R = \frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC} \pm \sqrt{\left(\frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC}\right)^2 - \frac{L^2}{C^2 R^2 - 4LC}},$$

где R и L - активное и индуктивное сопротивления обмотки растормаживающего электромагнита тормоза; C - суммарная емкость пускового и рабочего конденсаторов.

Электропривод работает следующим образом.

При подключении электродвигателя в сеть при помощи контактора замыкающие контакты 1 и 20 замыкаются, а размыкающие контакты 17 и 19 размыкаются. При этом одна из полувольт питающего тока, когда потенциал точки 12 положителен, а точки 15 отрицателен, т.е. при положительной полувольт питающего напряжения, замыкается по параллельно включенным конденсаторам 4 и 5 и обмотке 14 растормаживающего электромагнита. Другая полувольт тока при отрицательной полувольт питающего напряжения замыкается по цепи «контакт 20, диод 8, конденсатор 4», т.е. минуя обмотку 14. Однако ток через обмотку 14 в этот полупериод до нуля не спадает, т. к. продолжает поддерживаться за счет тока самоиндукции (направление этого тока показано на чертеже стрелкой). Таким образом, блок 3 обеспечивает одно полупериодное выпрямление прикладываемого к обмотке 14 напряжения. Во время заряда пускового конденсатора 5 по обмотке протекает большой ток. При этом, поскольку резистор 6 зашунтирован контактом 20 и активное сопротивление цепи замыкания тока самоиндукции минимально, то обеспечивается минимальное уменьшение тока через обмотку 14 в отрицательный полупериод питающего напряжения. Таким образом, блок форсировки 3 обеспечивает быстрое нарастание тока в обмотке 14 растормаживающего электромагнита, под действием которого электромеханический тормоз быстро срабатывает, растормаживая вал электродвигателя.

После заряда пускового конденсатора 5 и окончания переходного режима величина тока понижается до значения, достаточного для удержания тормоза в разомкнутом положении. В этом режиме работы контакт 20 продолжает шунтировать резистор 6, что

обеспечивает снижение амплитуды пульсации тока в обмотке 14 и, соответственно, исключает дребезг якоря.

После отключения электродвигателя при помощи контактора, замыкающие контакты 1 и 20 замыкаются, а размыкающие контакты 17 и 19 замыкаются. Тем самым образуются цепи разряда конденсаторов 4 и 5, содержащие последовательно включенный резистор 6. При этом конденсатор 5 разряжается по цепи «контакт 17, резистор 6, диод 8», а конденсатор 4 оказывается подключенным к входам 11, 13 мостового выпрямителя, выходные полюсы 16 и 17 которого подключены через контакт 17 к резистору 6. Следовательно, в зависимости от того, какую полярность конденсатор 4 имел в момент отключения, он будет разряжаться или по цепи «диод 7, контакт 17, резистор 6, диод 8», или по цепи «диод 10, контакт 17, резистор 6, диод 9, контакт 19». Таким образом, при разряде конденсаторов 4 и 5 через резистор 6 к обмотке 14 растормаживающего электромагнита будет прикладываться напряжение, равное падению напряжения на резисторе 6 и направленное встречно току самоиндукции этой обмотке, который замыкается по цепи «обмотка 14, резистор 6, диод 8». Характер и скорость затухания тока через обмотку 14 зависит от соотношения параметров указанных цепей разряда конденсаторов 4 и 5 и цепи тока самоиндукции. Наиболее быстрое спадание тока в обмотке 14 и, соответственно, наиболее быстрый перевод тормоза в режим торможения будет обеспечиваться при величине активного сопротивления R резистора 6, определяемого из соотношения:

$$R = \frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC} \pm \sqrt{\left(\frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC}\right)^2 - \frac{L^2}{C^2 R^2 - 4LC}},$$

где R и L - активное и индуктивное сопротивления обмотки растормаживающего электромагнита тормоза; C - суммарная емкость пускового и рабочего конденсаторов.

Таким образом, при отключении электродвигателя блок форсировки 3 обеспечивает форсированное замыкание тормоза.

В предлагаемом электроприводе улучшаются условия работы во всех режимах работы:

- при пуске электродвигателя обеспечивается форсировка скорости увеличения тока через обмотку растормаживающего электромагнита, что приводит к быстрому растормаживанию вала электродвигателя;
- в расторможенном установившемся состоянии тормоза снижается амплитуда пульсации тока в обмотке растормаживающего электромагнита, что обеспечивает исключение дребезга якоря и повышает надежность работы;
- при отключении электродвигателя обеспечивается форсированное принудительное уменьшение тока через обмотку растормаживающего электромагнита, что приводит к быстрому переводу тормоза в режим торможения и, соответственно, к уменьшению времени остановки вала электродвигателя.

Формула изобретения

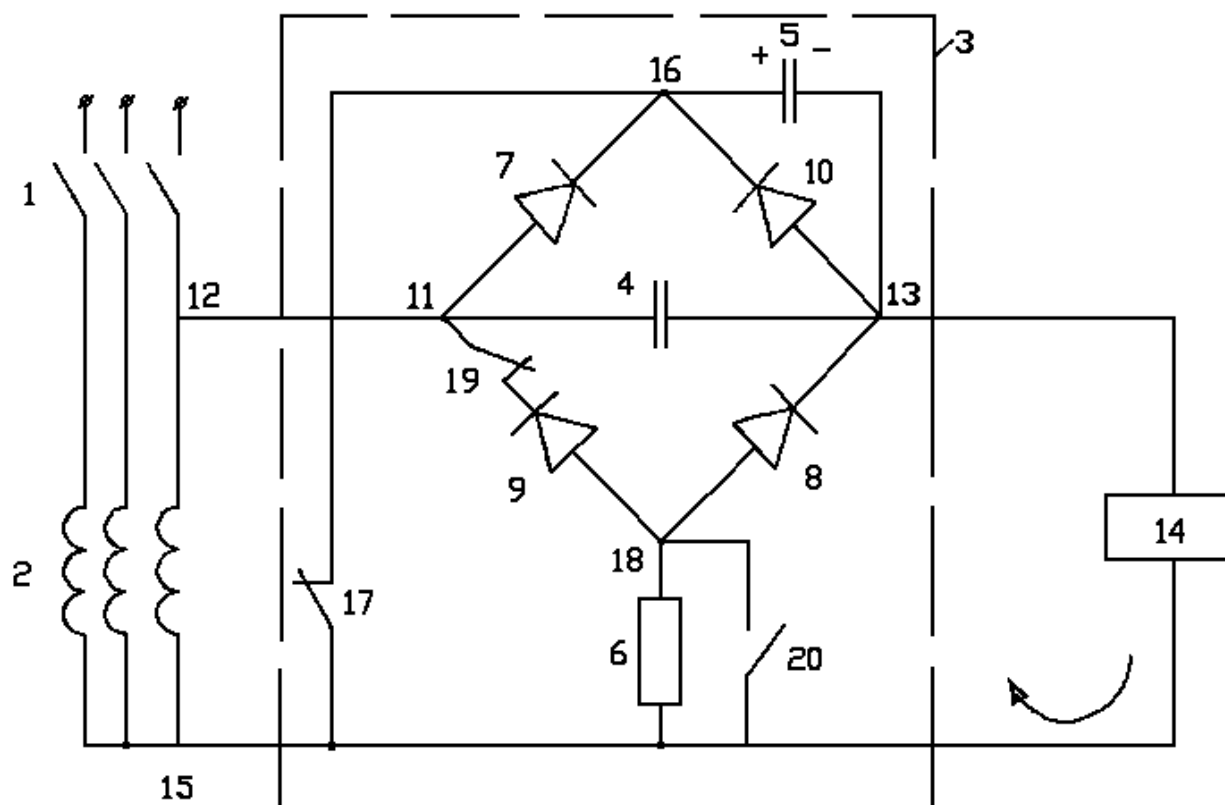
Электропривод с форсированным торможением, состоящий из электродвигателя, контактора с замыкающими контактами в цепи обмотки статора и с двумя размыкающими контактами, электромеханического тормоза и блока форсировки срабатывания тормоза, включенного между указанной фазой обмотки статора и обмоткой растормаживающего электромагнита тормоза и содержащего рабочий и пусковой конденсаторы, четыре диода и резистор, причем диоды образуют мостовой выпрямитель, один из входов которого подключен к одному из выводов указанной фазы обмотки статора, другой вывод которой подключен через обмотку растормаживающего электромагнита тормоза ко второму входу мостового выпрямителя, через первый размыкающий контакт - к выходному положительному полюсу мостового выпрямителя и через резистор - к его выходному отрицательному полюсу, причем рабочий конденсатор подключен во входную диагональ мостового выпрямителя, плечо которого между его выходным положительным полюсом и

вторым входом зашунтировано пусковым конденсатором, а в противоположное плечо последовательно включен второй размыкающий контакт, отличающийся тем, что контактор снабжен дополнительным замыкающим контактом, который подключен параллельно резистору, причем величина активного сопротивления R резистора определяется из выражения:

$$R = \frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC} \pm \sqrt{\left(\frac{LCR}{C^2 R^2 - 4LC}\right)^2 - \frac{L^2}{C^2 R^2 - 4LC}},$$

где R и L - активное и индуктивное сопротивления обмотки растормаживающего электромагнита тормоза; C - суммарная емкость пускового и рабочего конденсаторов.

Электропривод с форсированным торможением



Фиг. 1

Составитель описания
Ответственный за выпуск

Казакбаева А.М.
Арипов С.К.