



ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(19) **KG** (11) **310** (13) **C1**

(51)⁶ **H02K 7/102**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к предварительному патенту Кыргызской Республики

(21) 970080.1

(22) 05.06.1997

(46) 30.03.1999, Бюл. №1, 1999

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

(72) Бочкарев И.В. (KG)

(56) А.с. SU №1450043, кл. H02K 7/102, 1989

(54) **Фрикционный тормоз с электромагнитным приводом**

(57) Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в станкостроении и робототехнике. Задача изобретения - повышение тормозного момента - достигается тем, что во фрикционном тормозе, содержащем дисковый якорь, соединенный с тормозным диском, жестко закрепленным на валу, магнитопровод, выполненный в виде расположенных коаксиально с осью якоря наружного и внутреннего полюсов, и расположенные между полюсами обмотку и постоянный магнит, якорь контактирует только с торцевой частью наружного полюса, а внутренний полюс установлен с зазором к якорю, причем величина зазора определяется из следующего соотношения:

$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2(R_{j1} + R_{A1})}{R_{j1} + R_{A1} + R_{j2} + R_{A2}}} - 1 \right),$$

где l - средняя длина магнитной силовой линии потока постоянного магнита;

μ - относительная магнитная проницаемость материала магнитопровода;

R_{B1} и R_{B1} - внутренние радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов;

R_{H1} и R_{H2} - наружные радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов. 1 ил.

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в электроприводах различных механизмов, требующих растормаживания и затормаживания вращающегося вала, в частности, для комплектации электродвигателей подачи автоматизированных станков и автоматических манипуляторов.

Известны фрикционные тормоза с электромагнитным приводом, содержащие дисковый якорь, соединенный с тормозным диском, жестко закрепленным на подлежащем торможению валу, магнитопровод, выполненный в виде расположенных коаксиально с

осью якоря наружного и внутреннего цилиндрических полюсов, торцевые части которых лежат в одной параллельной якорю плоскости и образуют тормозную фрикционную поверхность, с которой контактирует якорь, и расположенные между полюсами обмотку и постоянный магнит, причем магнитопровод и якорь установлены с возможностью относительного перемещения в аксиальном направлении и подпружинены посредством упругого элемента друг от друга. При этом упругий элемент устанавливается между якорем и тормозным диском (патент DE №2017426, кл. F16D 59/02, H01F 7/08, 1971).

Недостатком данных тормозов является их низкий тормозной момент, что обусловлено следующим. Величина тормозного момента дискового тормоза (Александров М.П. Тормозные устройства в машиностроении. - М.: "Машиностроение", 1965. - С. 225 - 226) равна:

$$M_T = N \cdot f \cdot R_{cp}$$

где N - осевое тормозное усилие; f - коэффициент трения; R_{cp} - средний радиус действия силы трения.

В замкнутом состоянии якорь указанных тормозов контактирует с лежащими в одной плоскости торцами и наружного и внутреннего полюсов. Поэтому средний радиус R_{cp} действия сил трения зависит здесь от радиальных размеров обоих полюсов и определяется по формуле:

$$R_{\bar{n}\bar{o}} = \frac{1}{2} (R_{\bar{n}\bar{o}1} + R_{\bar{n}\bar{o}2}) = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} (R_{j1} + R_{\dot{A}1}) + \frac{1}{2} (R_{H2} + R_{\dot{A}2}) \right],$$

где R_{cp1} , R_{cp2} - средние радиусы наружного и внутреннего полюсов соответственно;

R_{H1} , R_{H1} - наружные радиусы наружного и внутреннего полюсов соответственно;

R_{B1} , R_{B2} - внутренние радиусы наружного и внутреннего полюсов соответственно;

Поскольку необходимость размещения обмотки между полюсами определяет значительное различие между их средними радиусами R_{cp1} , R_{cp2} , то средний радиус R_{cp} действия сил трения в названных тормозах невелик и остается, в частности, существенно меньшим, чем средний радиус R_{cp1} наружного полюса. Таким образом, контактирование якоря в замкнутом тормозе с торцами и наружного и внутреннего полюсов обуславливает низкое значение среднего радиуса R_{cp} действия сил трения, а, следовательно, и низкое значение удельного тормозного момента указанных выше тормозов.

Известен также фрикционный тормоз с электромагнитным приводом, содержащий дисковый якорь, соединенный с тормозным диском, жестко закрепляемым на подлежащем торможению вале, магнитопровод, выполненный в виде расположенных коаксиально с осью якоря наружного и внутреннего полюсов, торцевые части «которых лежат в одной плоскости и контактируют с якорем, и расположенные между полюсами обмотку и постоянный магнит, причем магнитопровод и якорь установлены с возможностью относительного перемещения в аксиальном направлении и подпружинены упругим элементом друг от друга (а.с. SU №1450043, кл. H02K 7/102, 1989).

Недостатком этого тормоза являются, как и в описанных выше тормозах, низкое значение удельного тормозного момента, обусловленное низким значением среднего радиуса действия сил трения вследствие контактирования якоря в замкнутом тормозе с торцами и наружного и внутреннего полюсов.

Задача изобретения - повышение удельного тормозного момента.

Поставленная задача решается тем, что во фрикционном тормозе с электромагнитным приводом, содержащим дисковый якорь, соединенный с тормозным диском, жестко закрепленным на подлежащем торможению вале, магнитопровод, выполненный в виде расположенных коаксиально с осью якоря наружного и внутреннего полюсов, и расположенные между полюсами обмотку и постоянный магнит, причем магнитопровод и якорь установлены с возможностью относительного перемещения в аксиальном направлении и подпружинены посредством упругого элемента друг от друга,

а якорь контактирует с торцевой частью наружного полюса, внутренний полюс установлен с зазором к якорю, причем величина зазора определяется из следующего соотношения:

$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2(R_{j1} + R_{\hat{A}1})}{R_{j1} + R_{\hat{A}1} + R_{j2} + R_{\hat{A}2}}} - 1 \right),$$

где l - средняя длина магнитной силовой линии потока постоянного магнита;

μ - относительная магнитная проницаемость материала магнитопровода;

R_{B1} и R_{B2} - внутренние радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов;

R_{H1} и R_{H2} - наружные радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов.

Фракционный тормоз имеет повышенный удельный тормозной момент за счет увеличения среднего радиуса действия силы трения. Это обусловлено тем, что внутренний полюс выполнен укороченным и тормозное усилие приложено только к наружному полюсу. Предложенная расчетная формула позволяет определить тот диапазон изменений воздушного зазора между якорем и внутренним полюсом, при котором неизбежное уменьшение магнитного потока постоянного магнита и, соответственно, уменьшение тормозного усилия, не только не приводит к уменьшению тормозного момента, но и за счет увеличения среднего радиуса действия силы трения обеспечивает увеличение тормозного момента.

На чертеже изображен фрикционный тормоз с электромагнитным приводом.

Тормоз содержит дисковый якорь 1, магнитопровод 2, обмотку 3 и постоянный магнит 4. Якорь 1 установлен с возможностью относительного перемещения в аксиальном направлении и соединен посредством упругого элемента 5, выполненного в виде упругой мембраны, с тормозным диском 6, жестко закрепленным на подлежащем торможению вале 7. Магнитопровод 2 выполнен в виде расположенных коаксиально с осью якоря 1 наружного 8 и внутреннего 9 полюсов. Якорь 1 под действием магнитного поля постоянного магнита 4 прижат к наружному полюсу 8. Между внутренним полюсом 9 и якорем 1 обеспечен воздушный зазор 5, величина которого равна:

$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2(R_{j1} + R_{\hat{A}1})}{R_{j1} + R_{\hat{A}1} + R_{j2} + R_{\hat{A}2}}} - 1 \right),$$

где l - средняя длина магнитной силовой линии потока постоянного магнита;

μ - относительная магнитная проницаемость материала магнитопровода;

R_{B1} и R_{B1} - внутренние радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов;

R_{H1} и R_{H2} - наружные радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов.

Фрикционный тормоз работает следующим образом. При отключенной обмотке 3 якорь 1, преодолевая усилие упругого элемента 5, под действием магнитного потока постоянного магнита 4 притянут с силой N к магнитопроводу 2 до упора в наружный полюс 8. Таким образом, на наружном полюсе 8 создается сила трения, и вал 7 заторможен. Величина тормозного момента M_T при этом равна действию силы трения;

$$M_T = N \cdot f \cdot R_{cp}$$

где N - осевое тормозное усилие;

f - коэффициент трения;

$$R_{\hat{A}01} = \frac{1}{2}(R_{j1} + R_{\hat{A}1}) - \text{средний радиус}$$

R_{H1} и R_{B1} - наружный и внутренний радиусы наружного полюса.

При подаче напряжения на обмотку 3 ее намагничивающая сила вытесняет магнитный поток постоянного магнита 4 из якоря 1, что эквивалентно наложению на поток постоянного магнита 4 встречно направленного потока обмотки 3. Сила N притяжения якоря 1 к магнитопроводу 2 уменьшается и под действием упругого элемента 5 якорь 1 отходит от наружного полюса 8. Вал 7 растормаживается.

При снятии напряжения с обмотки 3 якорь 1 под действием потока постоянного

магнита 4 вновь притягивается до упора в наружный полюс 8 и вал 7 затормаживается.

Изобретенный тормоз имеет повышенный тормозной момент за счет увеличения среднего радиуса действия силы трения, что достигается выполнением внутреннего полюса укороченным таким образом, что между его торцом и якорем образован воздушный зазор определенной величины. Последняя определяется следующим образом.

При контактировании якоря с обоими полюсами (что имеет место в прототипе) Величина тормозного момента равна

$$M'_T = N' \cdot f \cdot R_{cp}$$

где N' - осевое тормозное усилие;

f - коэффициент трения;

R_{cp} - средний радиус действия силы трения.

Величина усилия N' равна

$$N' = \frac{F^2 \cdot S}{l^2 \cdot \mu_a^2 \cdot \mu_o},$$

где F - МДС, создаваемая постоянным магнитом;

S - площадь торца полюса (для обеспечения одинаковой степени насыщения отдельных участков магнитопровода, площади торцов наружного S_1 и внутреннего S_2 полюсов выполняются одинаковыми, т. е. $S_1 = S_2 = S$);

l - средняя длина магнитной силовой линии потока постоянного магнита;

μ_a - абсолютная магнитная проницаемость материала магнитопровода;

μ_o - магнитная проницаемость вакуума.

При контактировании якоря только с наружным полюсом тормозной момент равен

$$M_T = N \cdot f \cdot R_{cpl}$$

$$N = \frac{F^2 \cdot S}{\left(\frac{l_M}{\mu_a} + \frac{\delta}{\mu_o} \right)^2 \cdot \mu_o},$$

где

l_M - средняя длина магнитной линии потока постоянного магнита по железу, причем $l_M + \delta = l$

Значения МДС F , входящей в выражения для N и N' , практически одинаковы. Это обусловлено следующим. Для тормозов преимущественно примеряются металлокерамические магниты, например, оксидно-бариевые, что объясняется их хорошими механическими и магнитными свойствами, а также высокой технологичностью. При этом, как известно, существенных снижений магнитных свойств металлокерамических постоянных магнитов вследствие наличия в магнитной цепи воздушного зазора δ не произойдет, т.к. прямая возврата практически проходит вблизи кривой размагничивания $B=f(H)$ и координаты рабочей точки магнита при наличии δ останутся практически без изменения.

Для достижения поставленной цели необходимо, чтобы

$$M_T > M'_T, \text{ т.е. } N \cdot f \cdot R_{cpl} > N' \cdot f \cdot R_{cp}$$

Отсюда имеем:

$$\frac{R_{\tilde{n}\delta l}}{R_{\tilde{n}\delta}} > \frac{N'}{N} = \frac{F^2 \cdot S}{\frac{l^2}{\mu_a^2} \cdot \mu_a} : \frac{F^2 \cdot S}{\left(\frac{l_M}{\mu_a} + \frac{\delta}{\mu_o} \right)^2 \cdot \mu_a} = \frac{\left(\frac{l_M}{\mu_a} + \frac{\delta}{\mu_o} \right)^2}{\frac{l^2}{\mu_a^2}}$$

Принимая во внимание, что $\delta \ll \delta_M$ и, следовательно, $l_M \approx l$, и, решая это неравенство относительно δ , получаем

$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{R_{\tilde{n}\delta 1}}{R_{\tilde{n}\delta}}} - 1 \right),$$

где $\mu = \frac{\mu_a}{\mu_o}$ относительная магнитная проницаемость материала магнитопровода.

Таким образом, получаем, что увеличение тормозного момента обеспечивается при выполнении воздушного зазора δ между якорем и внутренним полюсом, равного

$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{R_{\tilde{n}\delta 1}}{R_{\tilde{n}\delta}}} - 1 \right) = \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2(R_{j1} + R_{\hat{A}1})}{R_{j1} + R_{\hat{A}1} + R_{j2} + R_{\hat{A}2}}} - 1 \right).$$

Формула изобретения

Фрикционный тормоз с электромагнитным приводом, содержащий дисковый якорь, соединенный с тормозным диском, жестко закрепленным на подлежащем торможению вале, магнитопровод, выполненный в виде расположенных коаксиально с осью якоря наружного и внутреннего полюсов, и расположенные между полюсами обмотку и постоянный магнит, причем магнитопровод и якорь установлены с возможностью относительного перемещения в аксиальном направлении и подпружинены посредством упругого элемента друг от друга, а якорь контактирует с торцевой частью наружного полюса, отличающийся тем, что внутренний полюс установлен с зазором к якорю, причем величина зазора определяется из следующего соотношения:

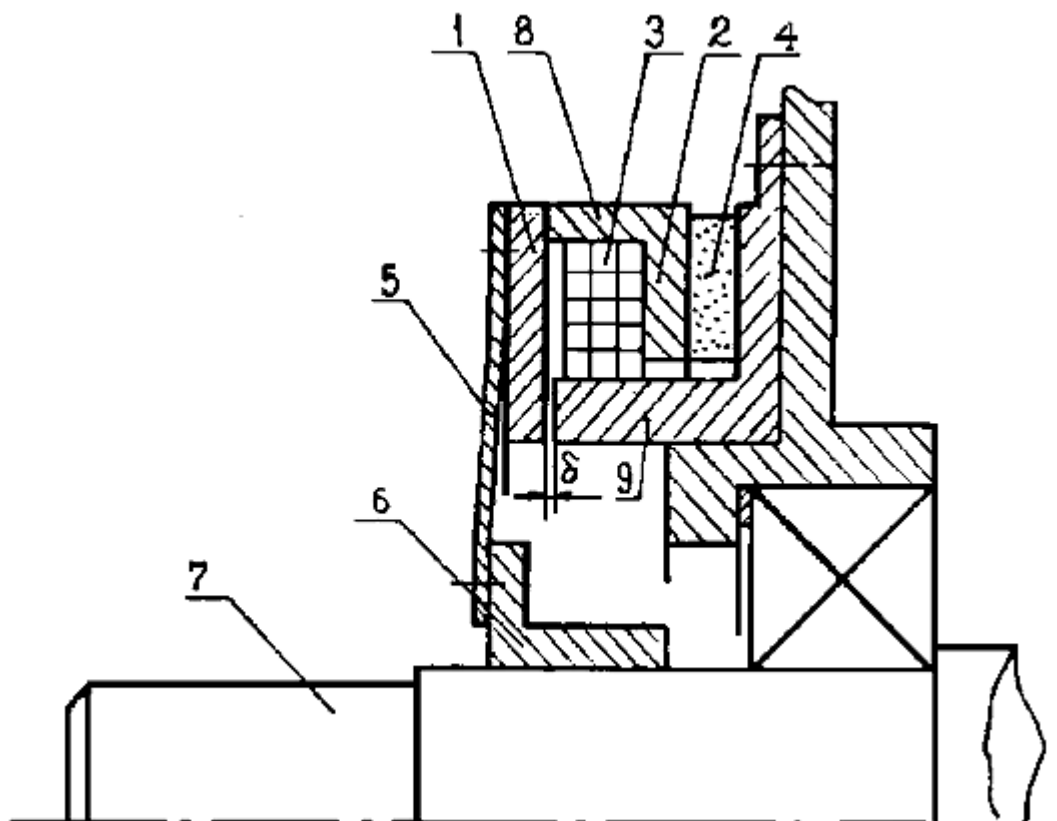
$$\delta < \frac{l}{\mu} \left(\sqrt{\frac{2(R_{j1} + R_{\hat{A}1})}{R_{j1} + R_{\hat{A}1} + R_{j2} + R_{\hat{A}2}}} - 1 \right),$$

где l - средняя длина магнитной силовой линии потока постоянного магнита;

μ - относительная магнитная проницаемость материала магнитопровода;

R_{B1} и R_{B2} - внутренние радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов;

R_{H1} и R_{H2} - наружные радиусы соответственно наружного и внутреннего полюсов.



Составитель описания
Ответственный за выпуск

Солобаева Э.А.
Арипов С.К.

Кыргызпатент, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41, факс: (312) 68 17 03