



(51) МПК  
*F16D 49/08* (2006.01)  
*F16D 65/813* (2006.01)  
*H02K 49/04* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009100577/11**, **11.01.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**11.01.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **11.01.2009**

(43) Дата публикации заявки: **20.07.2010** Бюл. № 20

(45) Опубликовано: **20.03.2011** Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1626015 A1, 07.02.1991. FR 2859325 A1, 04.03.2005. GB 1226142 A, 24.03.1971. SU 1515280 A1, 15.10.1989. US 3450242 A, 17.06.1969.**

Адрес для переписки:

**76019, Украина, Ивано-Франковск, ул. Карпатская, 15, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, патентно-лицензионный отдел**

(72) Автор(ы):

**Вольченко Александр Иванович (UA),  
 Вольченко Николай Александрович (RU),  
 Вольченко Дмитрий Александрович (UA),  
 Сторож Ярослав Богданович (UA),  
 Журавлев Дмитрий Юрьевич (UA)**

(73) Патентообладатель(и):

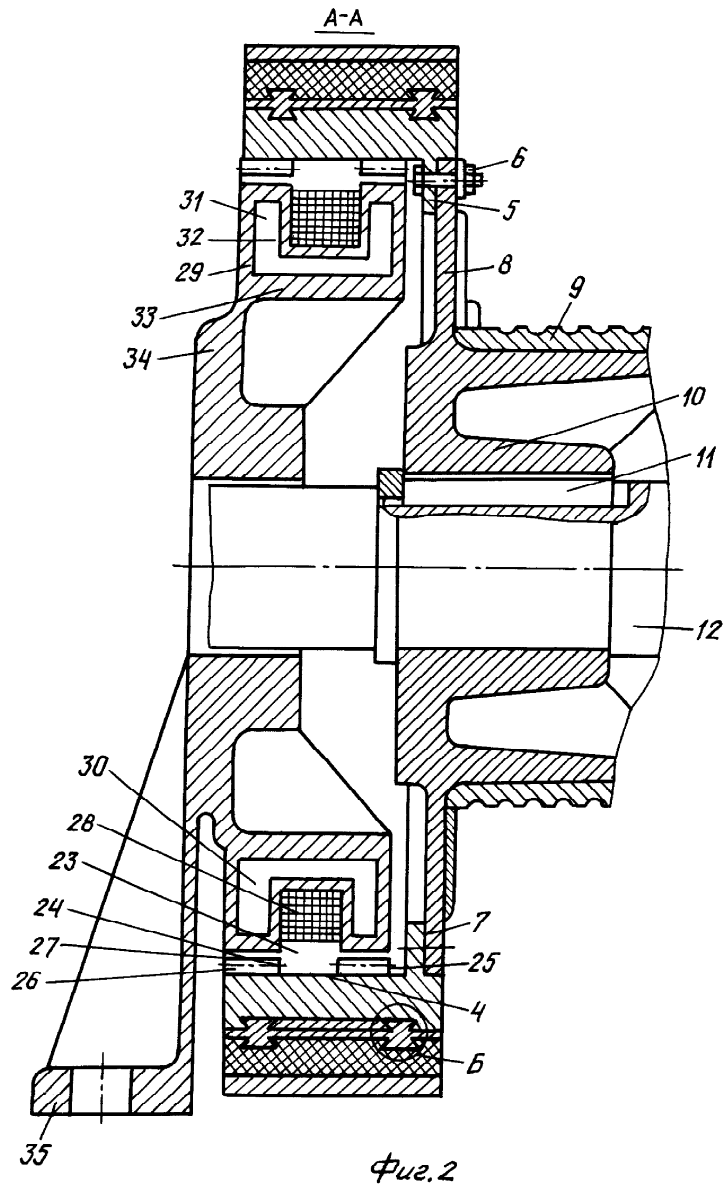
**Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа (UA)**

## (54) ЛЕНТОЧНО-КОЛОДОЧНЫЙ И ИНДУКТОРНЫЙ ТОРМОЗ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к ленточно-колодочным тормозам буровых лебедок. Ленточно-колодочный и индукторный тормоз состоит из подъемного вала, на котором покоится барабан лебедки с тормозными шкивами, на которых расположены тормозные колодки с фрикционными накладками, а также индуктора, имеющего зубцы с разными полюсами, статора с катушкой возбуждения и ее системой охлаждения, тормозных лент, механического и электрического приводов. На внешней и внутренней поверхностях цилиндрического упругого кольца со стороны его краев выполнены два ряда выступов вида "ласточкин хвост", которые своими дугами

внутренних выступов входят в пазы, расположенные на наружной поверхности тормозного шкива. На дуги внешних выступов посажены облицованные листовым металлом впадины фрикционных накладок. Динамический коэффициент трения скольжения в паре трения "наружная поверхность упругого кольца - нерабочие поверхности фрикционных накладок" больше, чем в паре трения "внутренняя поверхность тормозной ленты - наружные поверхности фрикционных накладок". Достигается возможность целенаправленного регулирования тормозных моментов с помощью электромагнитных сил за счет увеличения сил трения в парах трения. 2 з.п. ф-лы, 4 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*F16D 49/08* (2006.01)  
*F16D 65/813* (2006.01)  
*H02K 49/04* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009100577/11, 11.01.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**11.01.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **11.01.2009**

(43) Application published: **20.07.2010** Bull. 20

(45) Date of publication: **20.03.2011** Bull. 8

Mail address:

**76019, Ukraina, Ivano-Frankovsk, ul. Karpatskaja,  
15, Ivano-Frankovskij natsional'nyj tekhnicheskij  
universitet nefti i gaza, patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Vol'chenko Aleksandr Ivanovich (UA),  
Vol'chenko Nikolaj Aleksandrovich (RU),  
Vol'chenko Dmitrij Aleksandrovich (UA),  
Storozh Jaroslav Bogdanovich (UA),  
Zhuravlev Dmitrij Jur'evich (UA)**

(73) Proprietor(s):

**Ivano-Frankovskij natsional'nyj tekhnicheskij  
universitet nefti i gaza (UA)**

**(54) BELT-SHOE AND INDUCTOR BRAKE**

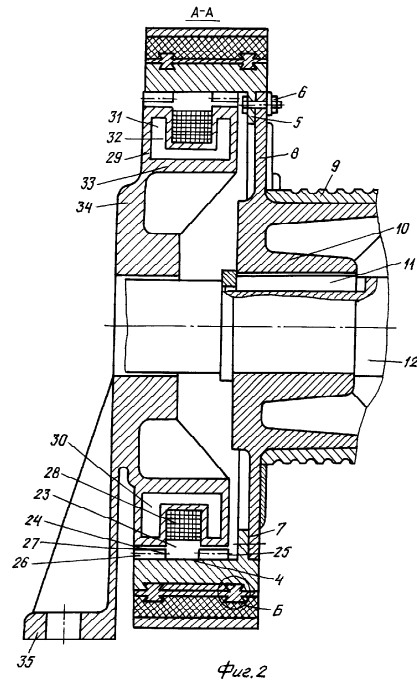
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: belt-shoe and inductor brake consists of lifting shaft. A hoist drum with brake pulleys is mounted on the lifting shaft. Brake shoes with friction straps are arranged on the brake pulleys. Further, the brake consists of inductor with teeth of different poles, of a stator with an exciting coil and cooling system, of brake belts and of mechanical and electrical drives. Two rows of lugs in form of a dovetail are made on external and internal surfaces of a cylinder flexible ring from the side of its edges; with their arcs the internal lugs enter slots located on external surface of the brake pulley. Recesses of the friction straps coated with sheet metal are put on arcs of external lugs. Dynamic coefficient of sliding friction in a friction pair "external surface of flexible ring - non working surfaces of friction straps" is higher, than in a friction pair "internal surface of brake belt - external surfaces of friction straps".

EFFECT: task-oriented control of brake moments by means of electro-magnetic forces due to increased

friction forces in friction pairs.  
3 cl, 4 dwg



RU 2 4 1 4 6 3 4 C 2

RU 2 4 1 4 6 3 4 C 2

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в ленточно-колодочных тормозах буровых лебедок.

Известен индукторный тормоз, у которого ротор имеет форму цилиндрического зубчатого колеса, а статор имеет внутреннюю поверхность, выполненную гладкой или с узкими продольными пазами. Во внутренней части статора расположена катушка возбуждения, которая подключается к источнику питания [1, аналог, Иогансон Р.А. Индукторные тормоза. М. - Л.: Энергия, 1966. - С.8, рис.2]. Данный тормоз имеет тот недостаток, что не может работать совместно с ленточно-колодочным тормозом.

Известен охлаждаемый ленточно-колодочный тормоз, в котором часть тормозного барабана в виде вспомогательного шкива выполнена из термомагнитного материала, а тепловая труба с текучей средой выполнена в виде частично заполненной этой средой его внутренней полости. Вспомогательная лента над рабочей поверхностью шкива выполняется в виде постоянного магнита. При замыкании основной ленты шкив нагревается, а от него теплота передается вспомогательному шкиву и жидкости. В результате вспомогательный шкив при температуре выше критической точки приобретает ферромагнитные свойства и притягивает вспомогательную ленту, обеспечивая затормаживание подъемного вала лебедки [2, прототип; а.с. 1626015 А1 СССР, кл. F16D 65/813, БИ №5, 1991].

Данный ленточно-колодочный тормоз имеет тот недостаток, что он не обеспечивает регулирование тормозного момента за счет увеличения сил трения во фрикционных узлах тормоза.

По сравнению с аналогом и прототипом предложенное техническое решение имеет следующие существенные преимущества:

- осуществляется тепловая разгрузка тормозного шкива, являющегося ротором для индукторного тормоза;

- за счет электромагнитных сил обеспечивается фиксация как упругого цилиндрического кольца относительно тормозного шкива, так и фрикционных накладок относительно упругого цилиндрического кольца, что позволяет достичь квазивыравнивания удельных нагрузок на наружных поверхностях фрикционных накладок;

- достигается увеличение тормозного момента в ленточно-колодочном тормозе за счет регулирования сил трения с помощью электромагнитного эффекта в следующих парах трения: "внутренняя поверхность тормозной ленты - наружные поверхности фрикционных накладок"; "внутренние поверхности фрикционных накладок - внешняя поверхность упругого цилиндрического кольца"; "внутренняя поверхность упругого цилиндрического кольца - рабочая поверхность тормозного шкива";

- обеспечивается торможение тормозного шкива с помощью электромагнитных сил, вырабатываемых с помощью индукторного тормоза.

Целью настоящего изобретения является целенаправленное регулирование тормозных моментов с помощью электромагнитных сил за счет увеличения сил трения во фрикционных узлах тормоза.

Поставленная цель достигается тем, что на внешней и внутренней поверхности цилиндрического упругого кольца со стороны его краев выполнено два ряда выступов вида "ласточкин хвост", которые своими дугами внутренних выступов входят в пазы, расположенные на наружной поверхности тормозного шкива, а на дуги внешних выступов посажены облицованные листовым металлом впадины фрикционных накладок и при этом динамический коэффициент трения скольжения в

паре трения "наружная поверхность упругого кольца - нерабочие поверхности фрикционных накладок" больше чем в паре трения "внутренняя поверхность тормозной ленты - наружные поверхности фрикционных накладок". При работе ленточно-колодочного тормоза под действием сил трения, создаваемых тормозной лентой, упругое кольцо своими дугами внутренних выступов перемещается относительно тормозного шкива, а фрикционные накладки своими впадинами - относительно дуг внешних выступов упругого кольца, создавая таким образом сопротивление вращению шкива. При работе индукторного тормоза за счет электромагнитных сил достигается увеличение силы трения в парах: "магнитопроводящие поверхности пазов фрикционных накладок - дуги наружных выступов цилиндрического упругого кольца" и "дуги внутренних выступов цилиндрического упругого кольца и его вся поверхность - магнитопроводящая наружная поверхность тормозного шкива с пазами по его периметру" для узлов трения ленточно-колодочного тормоза.

На фиг.1 показан общий вид ленточно-колодочного и индукторного тормоза; на фиг.2 - поперечный разрез по А-А тормоза фиг.1; на фиг.3 - выносной узел Б (увеличенное изображение соединений "ласточкин хвост") пар трения; на фиг.4 проиллюстрированы кривые магнитного поля в зазоре неподвижного индукторного тормоза и при этом использованы следующие обозначения:  $\Phi_{\text{макс}}$  и  $\Phi_{\text{мин}}$  - магнитные потоки полюсного деления над зубцом и над впадиной между зубцами;  $B_{\delta}$  - индукция над зубцом;  $B$  - амплитуда первой гармоники (фиг.4 повернута на  $360^{\circ}$ ).

Ленточно-колодочный и индукторный тормоз содержит тормозной шкив 1, в котором ближе к торцам по его периметру выполнены пазы 2 в виде "ласточкин хвост". Между пазами 2 расположен съемный сектор 3 и элементы 3а шкива 1. Последний выполнен из материала, обладающего магнитной проводимостью, например, отожженной стали 20Л. Шкив 1 имеет внутреннюю поверхность 4 и выступ 5, которым он с помощью болтового соединения 6 крепится к фланцу 8 барабана 9, между которыми установлена магнитоизоляционная прокладка 7. Ступица 10 барабана 9 с фланцем 8 посредством призматической шпонки 11 закреплена на подъемном валу 12 лебедки.

Фрикционные накладки 13 с пазами 14 в виде "ласточкин хвост" по их длине облицованы металлом 15, обладающим магнитной проводимостью, посажены на упругое кольцо 16 с дугами наружных выступов 17, а его дуги внутренних выступов 18 посажены в пазы 2 шкива 1. При этом упругое кольцо 16 выполнено из материала, обладающего магнитной проводимостью, а на его внешнюю поверхность нанесен фрикционный материал (показан толстой линией на фиг.4).

Перед установкой наружных выступов 17, выполненных в виде дуг, снимается сектор 3 с элементами 3а, которые крепятся к телу тормозного шкива 1 с помощью винтов (на чертеже не показаны). Длина сектора 3 с элементами 3а на 10-15 мм больше за длину дуг наружных выступов 17. После чего последние входят в пазы 2 шкива 1 и устанавливаются на место сектора 3 и элементы 3а. Затем на всю ширину тормозного шкива 1 с его торца устанавливается упругое кольцо 16, которое крепится винтами (на чертеже не показаны) к дугам наружных выступов 17. Затем на внешнюю поверхность упругого кольца 16 на участки, не покрытые фрикционным материалом, устанавливаются дуги внутренних выступов 18, которые также крепятся винтами (на чертеже не показаны). На дуги внутренних выступов 18 устанавливаются фрикционные накладки 13 с помощью их пазов 14. На последнюю пару дуг внутренних выступов 18 накладка 13 не надевается и длина данной дуги составляет

суммарный зазор между торцами фрикционных накладок 13.

Тормозная лента 19 (со стороны сбегающей ветви б) прикреплена к рычагу управления 22 тормозом, а другим (со стороны набегающей ее ветви а) через регулировочную стяжку 20 к опоре 21.

5 Конструктивные особенности индукторного тормоза с системой охлаждения следующие. На внутренней поверхности 2 тормозного шкива 1 по краям его периметра расположены с зазором 23 между левым 24 и правым 25 рядом  
10 прямоугольные зубцы 26. Тормозной шкив 1 с рядами зубцов 26 выполняет функции ротора. Между зазором 23 и ниже торцов 27 зубцов 26 расположено квадратное окно катушки возбуждения 28, ось которой перпендикулярна к оси вращения ротора. Катушка возбуждения 28 в индукторном тормозе выполняет функции статора. Таким  
15 образом, над статором находятся две одинаковые симметрично расположенные относительно катушки возбуждения 28 части. Если по катушке возбуждения 28 проходит ток, то все зубцы 26 ротора, расположенные в левом ряду 24, имеют полярность N, а зубцы 26 правого ряда 25 - полярность S.

Сама катушка возбуждения 28 находится в рубашке охлаждения 29 П-образного поперечного сечения. Система охлаждения заполнена теплоносителем на 5/6 ее  
20 объема, например, 25%-ным раствором аммиака, имеющим высокую скрытую теплоту парообразования. Полость рубашки охлаждения 29 вакуумируется, а затем герметизируется, что позволяет использовать эффект "тепловой трубы" для охлаждения катушки возбуждения 28, которая своими тремя сторонами квадрата охвачена П-образной стенкой рубашки охлаждения 29. Противоположные стороны  
25 стенок рубашки охлаждения 29 совместно с теплоносителем 30 образуют зону испарения 31 тепловой трубы. К зоне конденсации 32 тепловой трубы относятся остальные внутренние поверхности рубашки охлаждения 29 совместно с теплоносителем 30. Основанием рубашки охлаждения 29 является неподвижный  
30 цилиндрический кольцевой выступ 33 специального фланца 34, опирающегося на установочную лапу 35.

Индукторный и ленточно-колодочный тормоз работает на трех тормозных режимах.

На первом тормозном режиме работает ленточно-колодочный тормоз.

35 Перемещение рычага управления 22 тормоза осуществляется затягиванием тормозной ленты 19 с набегающей (а) и сбегающей (б) ее ветвями и она садится на наружные поверхности фрикционных накладок 13. Процесс торможения ленточно-колодочным тормозом характеризуется следующими стадиями: начальной (первой),  
40 промежуточной (второй) и заключительной (третьей). Остановимся на каждой стадии в отдельности.

На начальной стадии торможения происходит взаимодействие внутренней поверхности тормозной ленты 19 с наружными поверхностями фрикционных накладок 13 в связи с тем, что коэффициент трения скольжения пары "наружная  
45 поверхность упругого кольца 16 - нерабочих поверхностей фрикционных накладок 13" больше коэффициента трения скольжения пары "внутренняя поверхность тормозной ленты 19 - наружные поверхности фрикционных накладок 13". На этой стадии торможения накладки 13 неподвижны относительно упругого кольца 16, которое, в  
50 свою очередь, вращается вокруг тормозного шкива 1, создавая тем самым сопротивление его вращению. Вращение тормозного шкива 1 замедляется.

На промежуточной стадии торможения за счет увеличения усилия, прикладываемого к рычагу управления 16 тормозом, происходит увеличение силы

трения в паре "внутренняя поверхность тормозной ленты 19 - наружные поверхности фрикционных накладок 13", что вызывает перемещение внутренних поверхностей 17 упругого кольца 16. В этом случае эффект торможения усиливается, так как энергия расходуется на трение двух пар поверхностей и на деформацию упругого кольца 16, перемещающегося между фрикционными накладками 13 и тормозным шкивом 1. В связи с тем что фрикционные накладки 13 установлены на полозьях (наружные выступы 17 упругого кольца 16) с зазором между собой, они стремятся сместиться под сбегающую ветвь (б) тормозной ленты 19, имеющей меньшее натяжение, чем набегающая ветвь (а), и тем самым нарушается баланс перераспределения удельных нагрузок по ветвям тормозной ленты 19. Вращение тормозного шкива 1 еще больше замедляется.

На заключительной стадии торможения усилие, прикладываемое к рычагу управления 22 тормозом, увеличивается, что приводит к неподвижности фрикционных накладок 13 и упругого кольца 16 относительно ветвей тормозной ленты 19 и, как следствие, остановки тормозного шкива 1. В дальнейшем циклы торможения ленточно-колодочным тормозом повторяются.

На втором тормозном режиме работает индукторный тормоз.

При вращении ротора осуществляется подключение катушки возбуждения 28 к источнику постоянного тока (на фиг.2 не показан) происходит периодическое изменение величины индукции на поверхности статора, обращенной к зубцам 26 ротора, что и вызывает притормаживание тормозного шкива 1.

Кроме того, периодическое изменение величины индукции на внутренней поверхности 4 статора, т.е. тормозного шкива 1 приводит к тому, что за счет генерируемых магнитных сил упругое цилиндрическое кольцо 16 с внутренними выступами 18 не вращается относительно рабочей поверхности шкива 1, а фрикционные накладки 13 не перемещаются по наружным выступам 17 кольца 16.

При этом магнитный поток в воздушном зазоре между ротором и статором изменяется только по величине, а не по направлению. Кроме того, на поверхности ротора с зубцами 26 и прилегающем к ней слое статора появляются вихревые токи. Последние в статоре обуславливаются переменной составляющей магнитной индукции В. Для увеличения последней необходимо, чтобы разность магнитных потоков воздушных зазоров над торцом головки 27 зубца 26 и между впадинами зубцов 26 была наибольшей  $\Phi_{\text{макс}} - \Phi_{\text{мин}}$  (фиг.4). Распределение указанных потоков зависит от соотношения конструктивных параметров: шага между зубцами 26 к воздушному зазору над торцом головки 27 зубца 26; ширины и высоты зубца 26 к шагу между зубцами 26, а также от магнитного насыщения зубцов 26.

При длительной подаче электрического тока в медный провод, из которого свита катушка возбуждения 28, он нагревается и при этом возникает температурный перепад между центральными и наружными витками катушки 28, что может привести к выходу из строя лаковой (электрической) изоляции (максимальная рабочая температура которой 180°C), а потом залитого битума в катушку 28, который размягчается при 95-100°C (жидкое состояние наступает при 150°C).

При данном тормозном режиме тепловая энергия от катушки возбуждения 28 с помощью эффекта теплопроводности передается П-образным стенкам рубашки охлаждения 29 и от них идет на нагревание теплоносителя 30, который смачивает 5/6 ее объема. При этом зоны испарения 31 и конденсации 32 работают в режиме "тепловой трубы" за счет перепада температур между различным термодинамическим состоянием теплоносителя 30 в объеме тепловой трубы. Интенсивность охлаждения

зоны конденсации 32 тепловой трубы будет зависеть от количества воздуха, которое омывает наружную поверхность рубашки охлаждения 29 катушки возбуждения 28 индукторного тормоза.

5 Регулирование тормозного момента индукторного тормоза осуществляется посредством изменения тока возбуждения в катушке 22. Ввиду малой мощности возбуждения индукторных тормозов можно осуществлять автоматическое регулирование момента посредством управляемых полупроводниковых или магнитных усилителей, что обеспечивает простоту и эффективность автоматизации при малых экономических затратах. Такими средствами можно автоматически поддерживать постоянную величину момента или менять его по заранее заданной программе в зависимости от нагруженности тормоза. Можно решать и обратную задачу, например автоматически регулировать скорость вращения подъемного вала 10 путем соответствующего изменения момента индукторного тормоза.

15 На третьем тормозном режиме работают одновременно ленточно-колодочный и индукторный тормоза. Эффективность данного режима торможения зависит от того, с помощью каких электромагнитных сил, создаваемых индуктором, будут увеличены силы трения в следующих парах: "магнитопроводящие поверхности пазов 14 фрикционных накладок 13 - наружные выступы 17 цилиндрического упругого кольца 16"; "внутренние выступы 18 цилиндрического упругого кольца 16 и его вся поверхность - магнитопроводящая наружная поверхность тормозного шкива 1 с пазами 2 по его периметру". Данный тормозной режим зависит от того, какой величины необходимо реализовать тормозной момент для остановки шкивов.

25 На всех трех режимах торможения ленточно-колодочным и индукторным тормозами будет достигаться их устойчивая работа, так как будет иметь место тепловая разгрузка тормозного шкива и его роль сводится к выполнению функций ротора индукторного тормоза.

30 Таким образом, в ленточно-колодочном и индукторном тормозах достигается целенаправленное регулирование тормозных моментов с помощью электромагнитных сил за счет увеличения сил трения в предложенных парах трения.

Источники информации

- 35 1. Иогансон Р.А. Индукторные тормоза. М. - Л.: Энергия, 1966. - С.8, рис.2 [аналог].  
2. А.с. 1626015 А1 СССР, кл. F16D 65/813, БИ №5, 1991 [прототип].

#### Формула изобретения

40 1. Ленточно-колодочный и индукторный тормоз, состоящий из подъемного вала, на котором покоится барабан лебедки с тормозными шкивами, на которых по их периметру расположены тормозные колодки с фрикционными накладками, а также индуктора, имеющего зубцы с разными полюсами, статора с катушкой возбуждения и ее системой охлаждения, работающей на эффекте "тепловой трубы", тормозных лент, механического и электрического привода, отличающийся тем, что на внешней и 45 внутренней поверхностях цилиндрического упругого кольца со стороны его краев выполнены два ряда выступов вида "ласточкин хвост", которые своими дугами внутренних выступов входят в пазы, расположенные на наружной поверхности тормозного шкива, а на дуги внешних выступов посажены облицованные листовым металлом впадины фрикционных накладок, и при этом динамический коэффициент трения скольжения в паре трения "наружная поверхность упругого кольца - нерабочие поверхности фрикционных накладок" больше, чем в паре трения "внутренняя поверхность тормозной ленты - наружные поверхности фрикционных накладок".



2. Ленточно-колодочный и индукторный тормоз по п.1, отличающийся тем, что при работе ленточно-колодочного тормоза под действием сил трения, создаваемых тормозной лентой, упругое кольцо своими дугами внутренних выступов перемещается относительно тормозного шкива, а фрикционные накладки своими впадинами -  
5 относительно дуг внешних выступов упругого кольца, создавая таким образом сопротивление вращению шкива.

3. Ленточно-колодочный и индукторный тормоз по п.2, отличающийся тем, что при работе индукторного тормоза за счет электромагнитных сил достигается увеличение  
10 силы трения в парах: "магнитопроводящие поверхности пазов фрикционных накладок - дуги наружных выступов цилиндрического упругого кольца" и "дуги внутренних выступов цилиндрического упругого кольца и его вся поверхность - магнитопроводящая наружная поверхность тормозного шкива с пазами по его  
15 периметру" для узлов трения ленточно-колодочного тормоза.

20

25

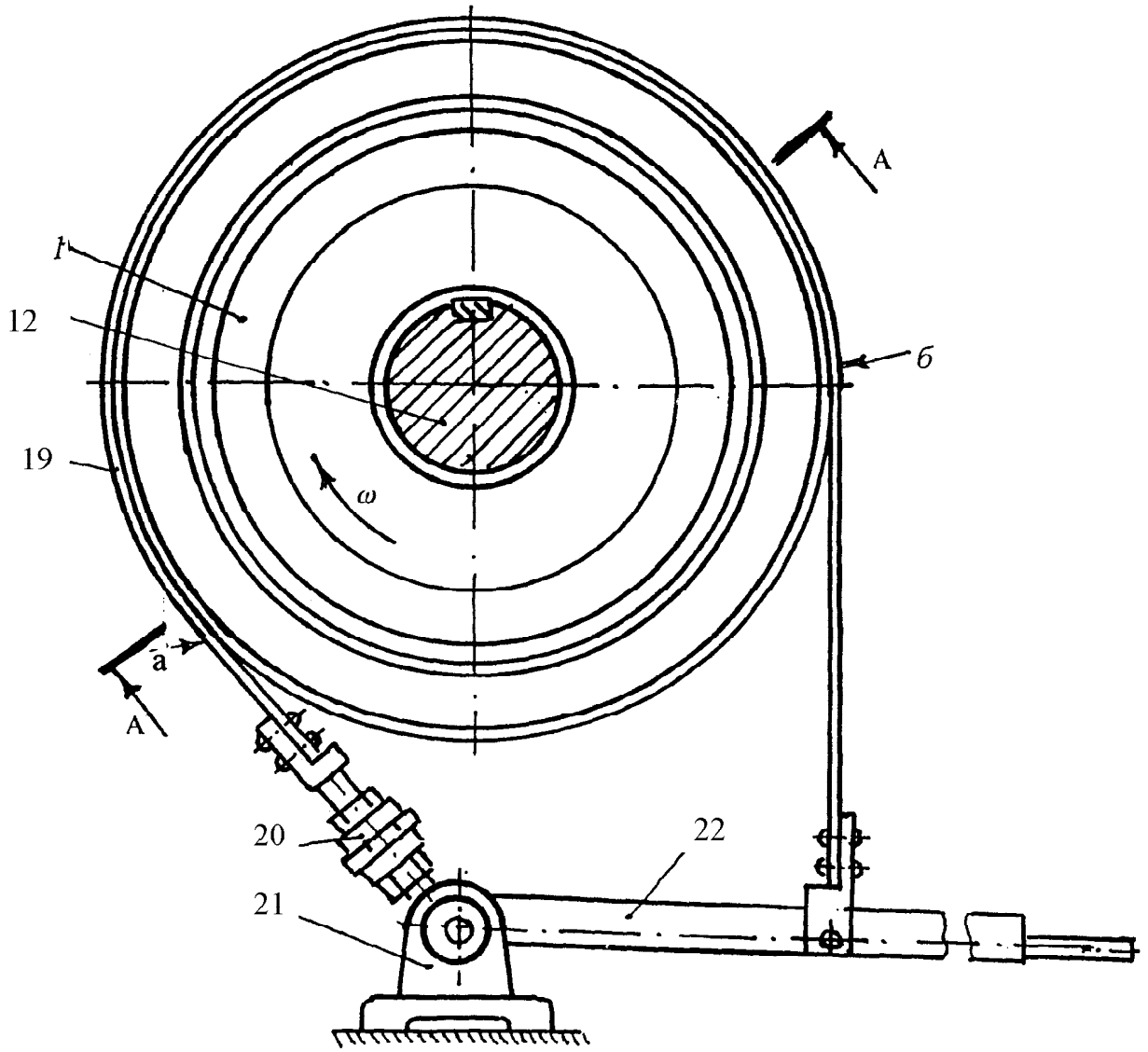
30

35

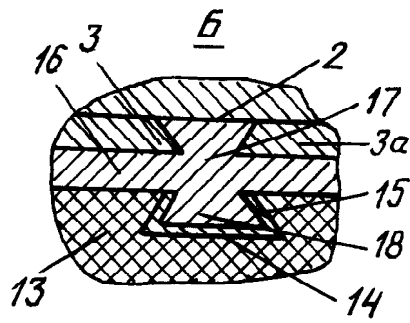
40

45

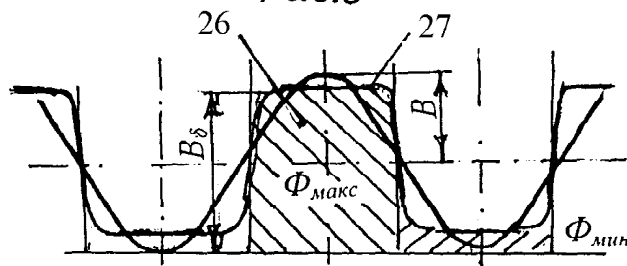
50



Фиг.1



Фиг.3



Фиг.4