



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87773** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
H02K 7/06 (2006.01)
H02N 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 04233	(72) Винахідник(и): Зіненко Володимир Миколайович (UA), Бурикін Віталій Віталійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.04.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2014	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ІМ. В.М. БАКУЛЯ НАН УКРАЇНИ, вул. Автозаводська, 2, м. Київ, 04074 (UA), Зіненко Володимир Миколайович, вул. Фрунзе, 172, кв. 58, м. Київ-73, 04073 (UA), Бурикін Віталій Віталійович, вул. Курчатова, 18, кв. 150, м. Київ, 03156 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2014, Бюл.№ 4	

(54) БЕЗПАЛИВНИЙ ДВИГУН

(57) Реферат:

Безпаливний двигун містить вали, статор, двигун, кожух, втулку, групи кулачків, зубчаті колеса, ланцюг, маховик, редуктор, постійні магніти, екрани, корпуси, гвинти, елементи притягання, підшипники, пристрій розблокування постійних магнітів, стояк, важіль, електромагніт розблокування блоків постійних магнітів, шток переміщення пластини, пружини, шайбу, хвостовик пластини, демпфіруючі пружини, лінійні напрямні, пружини демпфірування косого удару, нерухомі кронштейни, осі з можливістю повороту, рухомі кронштейни, якір електромагнітів, обмежувальні пластини, ролики, прорізи, вмикачі, генератор постійної напруги, пристрій установки швидкості обертання безпаливного двигуна, відцентровий задатчик швидкості обертання, вимикачі, повзун, вантаж, рухомі контакти, нерухомі контакти.

UA 87773 U

A-A

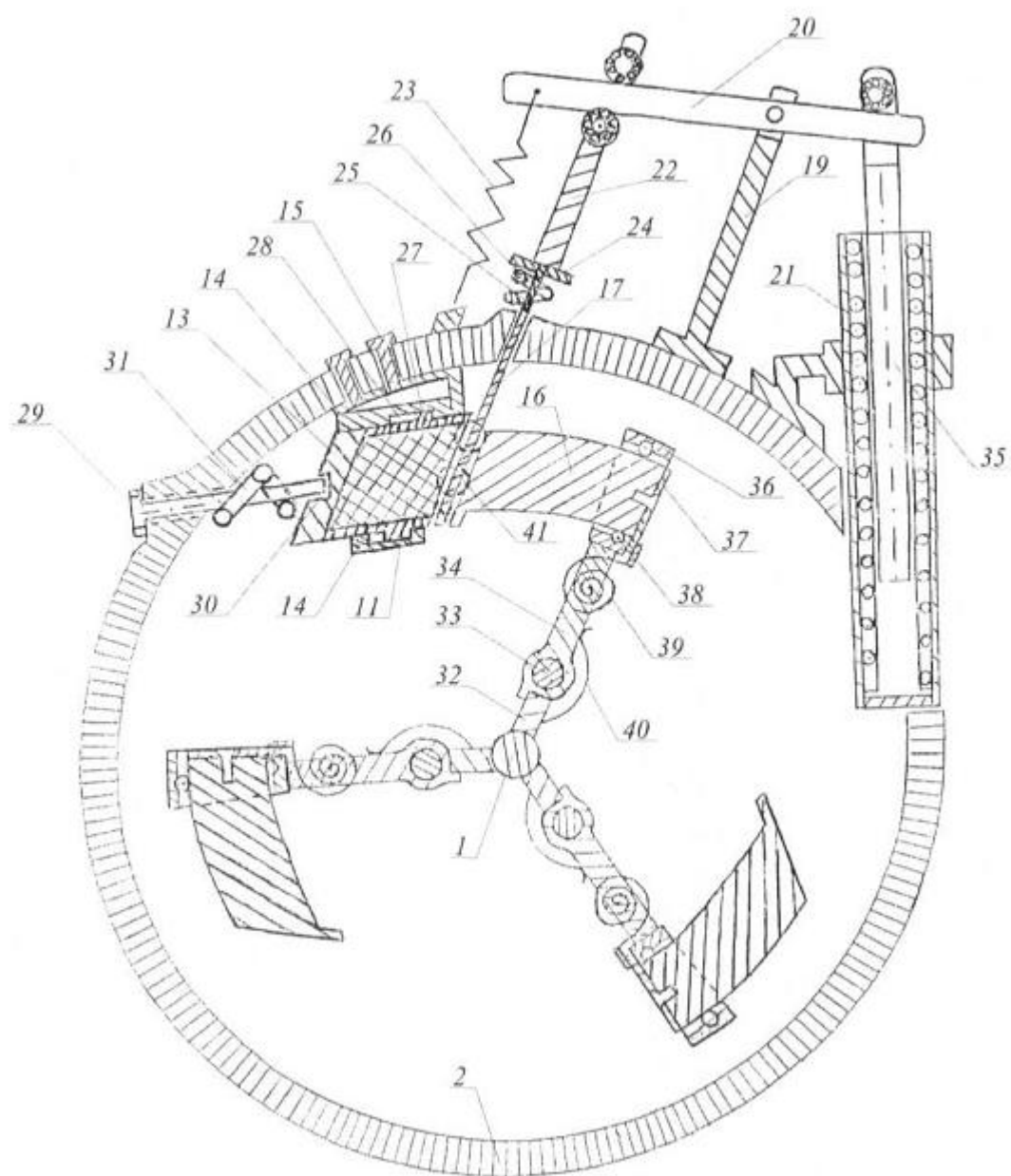


Fig. 2

Корисна модель належить до безпаливних двигунів і може використовуватись в силових установках, наприклад, як привод генераторів електричної енергії.

Відомий безпаливний двигун (патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.). Цей безпаливний двигун вибраний як найближчий аналог.

В статорі безпаливного двигуна найближчого аналога установлені три групи блоків постійних магнітів по чотири блоки постійних магнітів в кожній. Кожен блок постійних магнітів включає три постійних магніти. Полюси постійних магнітів в кожному блоці постійних магнітів установлені в одній площині. Екранування полюсів постійних магнітів блоку постійних магнітів здійснюється однією пластиною-екраном. Розблокування полюсів постійних магнітів здійснюється за допомогою електромагнітних реле розблокування блоків постійних магнітів, які установлені над кожним блоком постійних магнітів. Повернення пластин-екранів в положення екранування полюсів постійних магнітів виконують пружини екранування постійних магнітів.

Для запобігання руйнуванню відкритих полюсів постійних магнітів в двигуні найближчого аналога перед пластинами-екранами установлені захисні пластини 21 з немагнітного матеріалу (Фіг. 2, патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.).

На валу безпаливного двигуна в площинах, які проходять через середини блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала двигуна, установлені кронштейни, на яких на осях обертання з обмеженням їх повороту в напрямку обертання безпаливного двигуна, установлені рухомі кронштейни.

На рухомих кронштейнах установлені корпуси елементів притягання, в отворах яких установлені по три елементи притягання, які утворюють блоки елементів притягання. Блоки елементів притягання установлені на рухомих кронштейнах, установлених в площинах, які проходять через середини блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала двигуна. В кожному перерізі безпаливного двигуна з зсувом 120° установлені по три блоки елементів 28 притягання (Фіг. 2, патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.). На задньому торці кожного елемента притягання установлена пластина, яка забезпечує притягування корпусу елементів притягання елементами притягання до полюсів постійних магнітів, а, отже, обертання вала безпаливного двигуна.

Полюси кожного блока постійних магнітів по окружності статора зсунуті на кут 30° , а по довжині статора установлені рівномірно. Блоки елементів притягання, які обертаються під суміжними блоками постійних магнітів зсунуті між собою на кут 60° .

Ротор двигуна установлений на початковий кут повороту, при якому перші блоки 25 елементів притягання груп 28, 29, 30 елементів притягання (Фіг. 3 і 4, патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.). установлені перед цими першими блоками постійних магнітів на кутовій відстані 30° . При такому відносному розташуванні блоків постійних магнітів в групах блоків постійних магнітів і блоків елементів притягання груп блоків елементів притягання в першому секторі 120° кута повороту вала двигуна через кожні 30° кута повороту, починаючи з початкового положення, послідовно розблоковуються блоки 6, 7, 8, 9 постійних магнітів кожної групи 3, 4, 5 постійних магнітів. В цій же послідовності перші блоки 25 елементів притягання груп елементів притягання, які обертаються під блоками 6, 7, 8, 9 постійних магнітів, будуть притягуватися до цих блоків постійних магнітів (до трьох одночасно). Вал двигуна обернеться на кут 120° .

Після повороту вала двигуна на кут 120° другі блоки 26 елементів притягання відносно блоків 6, 7, 8, 9 постійних магнітів груп постійних магнітів займуть положення, яке на початковому куті повороту вала двигуна займали перші блоки елементів притягання груп елементів притягання. Послідовно розблоковуються блоки 6, 7, 8, 9 постійних магнітів кожної групи постійних магнітів. Вал двигуна повернеться на наступні 120° , а треті блоки 27 елементів притягання груп 28, 29, 30 елементів притягання займуть положення других блоків 26 елементів притягання груп елементів притягання. Послідовно розблоковуються блоки 6, 7, 8, 9 постійних магнітів кожної групи постійних магнітів. Вал двигуна зробить повний оберт. Наведений вище процес повторюється через кожні 120° повороту вала двигуна.

Обертовий момент безпаливного двигуна в кожному секторі 30° створюється трьома блоками постійних магнітів одночасно. На Фіг. 3 і 4 (патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.). показано відносне положення перших блоків 6 постійних магнітів груп 3, 4, 5 постійних магнітів і перших блоків 25 елементів притягання груп 28, 29, 30 елементів притягання на початковому ($\varphi = 0$) куту повороту вала двигуна. Тоді, коли під дією пружин елементи притягання повністю висунуті з корпусів блоків елементів притягання, на початковому куті повороту відстань по куту повороту між першим магнітом 10 першого блока 6 постійних магнітів групи 3 постійних магнітів і першим елементом притягання першого блока 25 елементів притягання першої групи 28 елементів притягання в двигуні найближчому аналозі

складає $4,86^\circ$, між другим магнітом 11 блока 6 постійних магнітів групи 3 постійних магнітів і другим елементом притягання блока 25 елементів притягання першої групи 28 елементів притягання складає 8° , між третім магнітом 12 блока 6 постійних магнітів групи 3 постійних магнітів і третім елементом притягання блока 25 елементів притягання першої групи 28 елементів притягання складає $11,14^\circ$, між першим магнітом 10 блока 6 постійних магнітів другої групи 4 постійних магнітів і першим елементом притягання блока 25 елементів притягання другої групи 29 елементів притягання складає $14,28^\circ$, між другим магнітом 11 блока 6 постійних магнітів групи 4 постійних магнітів і другим елементом притягання блока 25 елементів притягання другої групи 29 елементів притягання складає $17,42^\circ$, між третім магнітом 12 блока 6 постійних магнітів групи 4 постійних магнітів і третім елементом притягання блока 25 елементів притягання другої групи 29 елементів притягання складає $20,56^\circ$, між першим магнітом 10 блока 6 постійних магнітів групи 5 постійних магнітів і першим елементом притягання блока 25 елементів притягання третьої групи 30 елементів притягання складає $23,7^\circ$, між другим магнітом 11 блока 6 постійних магнітів групи 5 постійних магнітів і другим елементом притягання блока 25 елементів притягання третьої групи 30 елементів притягання складає $26,84^\circ$, між третім магнітом 12 блока 6 постійних магнітів групи 5 постійних магнітів і третім елементом притягання блока 25 елементів притягання третьої групи 30 елементів притягання складає $29,98^\circ$.

В момент часу розблокування перших блоків 6 постійних магнітів груп 3, 4, 5 постійних магнітів (на куту $\varphi = 0$) вал двигуна почне обертатися під дією сил притягання магнітів. Після повороту вала на $3,14^\circ$ всі елементи притягання всіх трьох перших блоків 25 елементів притягання наблизяться до полюсів магнітів блоків 6 постійних магнітів також на $3,14^\circ$. Сила притягання R елементів притягання розраховується по формулі

$$R = \frac{B^2 S_m}{\mu_0 [1 + 2l_z / \theta_0 l_m]^2}, \quad (1)$$

де: B - магнітна індукція магніту; S_m - площа полюсу магніту; μ_0 - магнітна постійна; l_z - зазор між полюсом магніту і елементом притягання, θ_0 - магнітна жорсткість магніту, l_m - довжина магніту.

Кінцевій кутовій величини зазору між полюсом магніту і елементом притягання відповідає величина зазору $l_k = 3$ мм, яка складається з величини зазору між полюсом магніту і пластиною-екраном $l_{n-e} = 0,5$ мм, товщини пластини-екрана $l_e = 1$ мм, величини зазору між пластиною-екраном і захисною пластиною $l_{e-3} = 0,5$ мм, товщини захисної пластини $l_n = 1$ мм. Отже кінцева величина зазору між полюсом магніту і елементом притягання дорівнює

$$l_k = l_{n-e} + l_e + l_{e-3} + l_n = 3 \text{ мм}. \quad (2)$$

Для магніту довжиною $l_m = 0,05$ м, $S_m = 0,0064$ м², $B = 1,3$ Тл і кінцевому зазорі $l_k = 3$ мм кінцева сила притягання дорівнює $F_{пр.к.} = 5682$ Н, а початкова $F_{пр.п.} = 3825$ Н, яка відповідає початковому зазору $4,86^\circ$ або величині зазору 8,47 мм при плечі обертання ротора двигуна 0,1 м, величина якого дорівнює відстані від осі обертання ротора двигуна до центру мас елемента притягання. Тобто двигун створює потужний обертальний момент.

Недоліком найближчого аналога є наступне. На Фіг. 2 (патент України "Безпаливний двигун", № 68372, Бюл. 6 від 26.03.2012 р.) показаний переріз безпального двигуна найближчого аналога плоскістю, яка проходить через середину блока постійних магнітів перпендикулярно осі обертання двигуна. В момент часу підходу елемента 16 притягання до захисної пластини 21 його кінетична енергія перетворюється в енергію удару по захисній пластині, що поступово призводить до її руйнування. Крім того, наявність захисної пластини збільшує кінцеву l_k величину зазору на товщину захисної пластини, тобто на 1 мм в даному прикладі побудови безпального двигуна. За умови відсутності захисної пластини кінцева величина зазору l_k може складати, як буде показано, 2 мм, а кінцева сила притягання $F_{пр.к.} = 6165$ Н, тобто збільшиться на 483 Н. На 1 мм збільшується шлях, на якому постійний магніт виконує корисну роботу. Отже, енергія магніту використовується більш повно, так як якісно енергія оцінюється роботою, яка виконується в системі.

В основу корисної моделі поставлено задачу, яка полягає у такому удосконаленні безпального двигуна, при якому виключається захисна пластина, а захист пластин-екранів і переміщення елементів притягання під постійні магніти в процесі обертання ротора безпального двигуна здійснюється шляхом установки підшипників переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих величин зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання на бокових екранах постійних магнітів, що забезпечує можливість

установки заданої величини зазору між пластинами-екранами і елементами притягання, в перетворенні прямого удару елемента притягання по підшипниках обмеження переміщення елементів притягання в косий удар, для чого полюси постійних магнітів і передні грані елементів притягання виконуються зі скосом, а кути нахилу плоскостей відкритих полюсів постійних магнітів до плоскостей скосу передніх граней елементів притягання виконуються такими, що при кінцевих величинах зазорів між полюсами постійних магнітів і елементами притягання передні грані елементів притягання паралельні плоскостям відкритих полюсів постійних магнітів, причому косий удар забезпечує розподіл кінетичної енергії елементів притягання між ударом по підшипниках обмеження переміщення елементів притягання і переміщенням елементів притягання по цих підшипниках по плоскостях, які паралельні плоскостям полюсів постійних магнітів, що підвищує ресурс роботи підшипників, а також підвищує коефіцієнт корисної дії безпального двигуна, при якому додатково захищаються від руйнування підшипники переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих величин зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання шляхом демпфірування складової косоного удару по постійних магнітах в напрямку вектора швидкості елемента притягання, при якому виконується демпфірування зупинки пластини-екрана з поверненням її в початкове положення, забезпечується можливість установки потрібної швидкості обертання безпального двигуна.

Поставлена задача вирішується тим, що безпальний двигун, який включає установлені в статорі двигуна по окружності статора блоки постійних магнітів причому, блоки постійних магнітів по окружності статора зсунуті між собою на кут $360^\circ/n$ (n - число блоків постійних магнітів, установлених в статорі безпального двигуна), які об'єднані в групи блоків постійних магнітів, кожна група постійних магнітів включає однакову кількість блоків постійних магнітів, а кожен блок постійних магнітів включає корпус блоку постійних магнітів, укріплений на статорі безпального двигуна, в якому установлені $r \geq 3$ постійних магнітів, бокові грані і один полюс кожного з яких закриті екранами, установлених на постійних магнітах, рухомі пластини-екрани установлені перед відкритими полюсами блоків постійних магнітів, електромагніти розблокування блоків постійних магнітів, пружини блокування блоків постійних магнітів, нерухомі кронштейни, які установлені на валу безпального двигуна в плоскостях, які проходять через середини блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала безпального двигуна, на яких на осях з обмеженням повороту по напрямку обертання безпального двигуна установлені рухомі кронштейни, а на кожному рухомому кронштейні установлений блок елементів притягання, в корпусі кожного блока елементів притягання установлені елементи притягання, число яких дорівнює числу постійних магнітів в блоці постійних магнітів і які висуються з корпусу блока елементів притягання пружинами висування елементів притягання, причому блоки елементів притягання, які обертаються під відповідними групами блоків постійних магнітів утворюють групи блоків елементів притягання, число яких дорівнює числу груп блоків постійних магнітів причому, блоки елементів притягання, які обертаються під одним блоком постійних магнітів, зсунуті між собою на кут $360^\circ/m$ (m - число груп постійних магнітів), а блоки елементів притягання, які обертаються під суміжними блоками постійних магнітів зсунуті між собою на кут $2(360/n)$, втулку, яка установлена на валу безпального двигуна з можливістю фіксації кута її повороту і на якій по числу груп постійних магнітів установлені групи кулачків розблокування блоків постійних магнітів, в кожній групі кулачки розблокування блоків постійних магнітів по окружності втулки зсунуті між собою на кут $360^\circ/n$, а перші кулачки груп кулачків розблокування блоків постійних магнітів зсунуті між собою на кути $360^\circ/m$ і $2(360/m)$, відповідно, вмикачі електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, які установлені в один ряд над кулачками розблокування блоків постійних магнітів, генератор постійної напруги, установлений співосно з валом безпального двигуна, вимикач "увімк.-вимк.", пристрій обмеження швидкості безпального двигуна причому, групи кулачків розблокування блоків постійних магнітів, генератор постійної напруги, вимикач "увімк.-вимк.", вмикачі електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів утворюють блок живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, редуктор запуску безпального двигуна, який співісно з'єднаний з валом безпального двигуна, маховик, установлений на валу безпального двигуна, згідно з корисною моделлю, плоскість передньої грані кожного елемента притягання виконується під гострим кутом до плоскості, яка проходить через ось обертання вала безпального двигуна і центр важкості елемента притягання, а відкритий полюс кожного постійного магніту виконується зі скосом таким, що при мінімальній величині робочого зазору між постійним магнітом і елементом притягання, плоскість скосу відкритого полюса постійного магніту паралельна передній грані елемента притягання, підшипники переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання установлені на бокових екранах постійних магнітів в прорізах,

виконаних в пластинах-екранах причому, зовнішні обойми цих підшипників з прорізів пластин-екранів висунуті на величину робочого зазору між пластиною-екраном і передньою граню елемента притягання, пристрої демпфірування косих ударів елемента притягання по підшипниках переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації початкового положення постійних магнітів включають гвинт, укрупнений в корпус статора безпального двигуна А, який входить в заглиблення в екрані закритого полюсу постійного магніту, а між екраном і корпусом статора безпального двигуна на гвинту установлена пружина демпфірування косоного удару і повернення постійного магніту в початкове положення, а в корпусі кожного блоку постійних магнітів над кожним постійним магнітом в напрямку вектора швидкості елемента притягання в момент його удару по підшипниках переміщення елементів притягання під блоки постійних магнітів і фіксації кінцевого зазору між пластиною-екраном і елементом притягання виконані прямокутні пази, в яких переміщуються обмежувачі переміщення постійних магнітів, які виконані на екранах верхніх і нижніх граней кожного постійного магніту причому, кожен обмежувач переміщення постійного магніту і паз, в якому він переміщується, утворюють лінійну напрямку в напрямку осі постійного магніту, в кожному блоці елементів притягання кожний елемент притягання установлений в окремий корпус елемента притягання, кожен корпус елемента притягання установлений на окремий рухомий кронштейн, який з обмеженням повороту в напрямку обертання безпального двигуна установлений на нерухомий кронштейн причому, на кожному нерухомому кронштейні установлена пружина повернення рухомого кронштейна в початкове положення, пристрої розблокування блоків постійних магнітів установлені над кожним блоком постійних магнітів і включають стояк, установлений на корпусі безпального двигуна, на якому на осі установлений важіль, одне плече якого шарнірно зв'язано з електромагнітом розблокування блока постійних магнітів, друге плече важеля шарнірно зв'язане з штоком переміщення пластини-екрана, на штоку переміщення пластини-екрана укріплена шайба між якою і корпусом статора двигуна установлена пружина демпфірування зупину і фіксації нижнього положення пластини-екрана, а пружина переміщення пластини-екрана в положення блокування блока постійних магнітів одним кінцем прикріплена до плеча важеля, а другим до корпусу безпального двигуна, пристрій установки швидкості обертання безпального двигуна, установлений на валу безпального двигуна, містить відцентровий задатчик швидкості обертання безпального двигуна і вимикач електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів причому, перший вихід генератора постійної напруги через вимикач "увімк.-вимк." з'єднаний з входом вимикача живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, а його вихід з'єднаний з першими входами електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, другий вихід генератора постійної напруги з'єднаний з другими клемми вимикачів живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, другі входи електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів з'єднані з першими клемми вимикачів електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів груп вимикачів живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів.

Поставлена задача вирішується також тим, що електромагніти розблокування блоків постійних магнітів установлюються над кожним блоком постійних магнітів, їх якорі зв'язані з пластинами-екранами блоків постійних магнітів, а пружини переміщення пластин-екранів в положення блокування блоків постійних магнітів установлені в цих електромагнітах розблокування блоків постійних магнітів над якорями електромагнітів і безпальний двигун виконується двох статорним, а вали двигуна, які розміщені в статорах, з'єднуються ланцюговою передачею, яка включає два зубчатих колеса і ланцюг.

Причинно-наслідковий зв'язок технічного рішення, що заявляється, з досягнутим технічним результатом полягає у наступному. Загальний вигляд безпального двигуна показаний на Фіг. 1. В статорі двигуна в даному прикладі побудови двигуна установлені три групи постійних магнітів по чотири блока постійних магнітів в кожній. Кожен блок постійних магнітів включає три постійних магніти. Переріз безпального двигуна плоскістю, яка проходить через середину блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала двигуна показаний на Фіг. 2. Передні грані елементів 16 притягання виготовлені зі скосом під гострим кутом α між плоскістю скосу передньої грані і плоскістю, яка проходить через ось обертання вала двигуна, і центром важкості елемента 16 притягання (Фіг. 3). Екранування полюсів постійних магнітів здійснюється однією пластиною-екраном 17. Розблокування полюсів постійних магнітів блока здійснюють електромагнітні реле 21, які установлені над кожним блоком постійних магнітів (Фіг. 1).

На бокових екранах 13 магнітів 10, 11, 12 блоків постійних магнітів (Фіг. 2, 4) установлені підшипники 41 переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих величин зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання, які в прорізах 42, виконаних в пластинах-екранах 17 виступають на задану величину зазору між пластиною-

екраном і передньою гранню елемента 15 притягання, наприклад, 0,5 мм. Таким чином, захисна пластина (Фіг. 2) виключається з конструкції двигуна і замінюється стійкими до ударного навантаження підшипниками. Мінімальний зазор між полюсами постійних магнітів і елементами притягання скорочується на товщину захисної пластини.

5 Відкриті полюси постійних магнітів (Фіг. 2) також виконуються зі скосом. При мінімальному зазорі між полюсом постійного магніту і елементом притягання плоскість скошу полюса постійного магніту паралельна плоскості скошу передньої грані елемента притягання.

В розглядуваній конструкції безпального двигуна удар елементів притягання по укріплених на постійних магнітах підшипниках 46 переміщення елементів притягання під постійні магніти (зовнішні обойми підшипників розташовані в одній плоскості) відноситься до класу косих ударів. Як відомо (Бать М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах. - М: Наука, 1985. - Т. 2 - С. 533) лінією центрів називається ось, яка проходить через центри важкості тіл, що співударяються. Якщо хоч би одна зі швидкостей центрів важкості тіл, що співударяються, не лежить на лінії центрів, то удар називається косим.

15 Удар елемента притягання по підшипниках переміщення елемента притягання під постійний магніт є абсолютно пружний, так як деформований стан підшипників і елементів притягання повністю поновлюється. Як площа, з якою співударяється елемент притягання, приймемо плоскість Q , яка дотична до зовнішніх обойм підшипників (Фіг. 3). Вектор швидкості \bar{V}_c центра важкості "с" елемента притягання, з якою обертається вал безпального двигуна, вважається відомим і спрямований по дотичній до окружності його обертання, а в момент удару спрямований так, як показано на Фіг. 3. Після розблокування постійного магніту в момент удару елемент притягання притягується до полюса постійного магніту по нормалі до плоскості полюса з швидкістю $\bar{V}_{пр}$. Вектори \bar{V}_c і $\bar{V}_{пр}$ перенесемо по лінії їх напрямків в точку O (Фіг. 3). Вектор швидкості центру мас елемента притягання не проходить через центри мас s і s_1 елемента притягання і постійного магніту. Отже удар елемента притягання по плоскості, дотичній до зовнішніх обойм підшипників переміщення елементів притягання косий.

Визначимо складові швидкості елемента притягання в момент косоного удару. Вісь τ (Фіг. 3) спрямуємо вдовж плоскості Q , яка дотична до підшипників переміщення елементів притягання, а вісь n до неї перпендикулярно. Вісь n проходить через точку перетину вектора \bar{V} з дотичною плоскістю Q , яка в момент удару співпадає з плоскістю скошу елемента притягання. Кут γ - кут між нормаллю n і вектором \bar{V} результуючої швидкості центру мас s елемента притягання. Тоді швидкість удару \bar{V}_n елемента притягання по нормалі до плоскості Q

$$\bar{V}_n = \bar{V} \cos \gamma, \quad (3)$$

а швидкість елемента притягання \bar{V}_τ по осі τ (кінетична енергія елемента притягання по осі τ), яка не руйнує підшипники і сприяє переміщенню елемента притягання під підшипники

$$\bar{V}_\tau = \bar{V} \sin \gamma. \quad (4)$$

З цього витікає, що корисна кінетична енергія $m_{пр} \bar{V}_\tau$ елемента притягання маси $m_{пр}$ визначається швидкістю \bar{V}_c центру важкості елемента притягання, швидкістю $\bar{V}_{пр}$ притягання елемента притягання до полюсу постійного магніту в момент удару по підшипниках переміщення елемента притягання і кутом γ , який визначається величиною кута скошу α передньої грані елемента притягання 16.

На Фіг. 5 представлений пристрій 61 для установки швидкості обертання безпального двигуна. Пристрій включає відцентровий регулятор 62 і вимикач 63 живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів. Пружина 64 жорсткості з лівим кінцем прикріплена до повзуна 66, який переміщується укрученим в повзун гвинтом установки швидкості обертання двигуна, а правим кінцем прикріплена до вантажу 68 маси m_1 . В недеформованому стані пружини її лівий кінець лежить в плоскості Q , яка проходить через ось обертання ротора безпального двигуна, а рухомий контакт 69 маси m_2 вимикача живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів установлений на вантажу і замикає нерухомі контакти вимикача. Важкість вантажу з установленим на ньому рухомих контактом дорівнює $m = m_1 + m_2$, а центр ваги m визначається координатою x_{10} . Ваги з установленим на ній рухомих контактом беруть участь у складному русі, їх відносна швидкість дорівнює x_1 , а переносна $x_1 \omega$, де ω - кутова швидкість обертання ротора двигуна.

Тоді диференційне рівняння Лагранжа руху тіла маси m , що обертається в корпусі 65 має вигляд (Бутенін Н.В. Курс теоретической механики. - М.: Наука, 1979. - Т. 2. - С. 452)

$$mx_1 = -c(x_1 - l) + m\omega^2 x_1. \quad (5)$$

де l - довжина пружини в недеформованому стані. Потенційна енергія пружини дорівнює
5 $\Pi = 1/2c(x_1 - l). \quad (6)$

Для установки заданої швидкості обертання двигуна гвинтом установки швидкості обертання подовжують довжину пружини на Δl . Тепер потенційна енергія пружини дорівнює

$$\Pi = 1/2c[x_1 - (l - \Delta l)], \quad (7)$$

а рівняння Лагранжа приймає вигляд

$$10 \quad mx_1 = -c[x_1 - (l - \Delta l)] + m\omega^2 x_1. \quad (8)$$

Перетворимо (6) до виду

$$x_1 = -(c/m)[x_1 - (l - \Delta l)] + \omega^2 x_1, \quad (9)$$

$$x = f(\omega). \quad (10)$$

Рішення (9) у даному випадку записується у вигляді (Смирнов В.И. Курс высшей математики. - М.: Наука, 1974. - С. 54)
15

$$x_1 = \int_0^{x_1} \frac{dx_1}{\sqrt{\int_0^w 2f(w)dw}}. \quad (11)$$

Тоді величина Δx відходу рухомого контакту вимикача живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів для утримання установленної швидкості

$$\Delta x_1 = x_1 - x_{10}. \quad (12)$$

20 Для зменшення руйнівної дії нормальної складової сили косого удару по підшипниках, а також м'якої зупинки пластини-екрана, косий удар елемента притягання по підшипниках переміщення елемента притягання і зупинка пластини-екрана демпфіруються.

Для цього кожен постійний магніт разом з укріпленими на ньому екранами з корпусом групи постійних магнітів утворюють лінійну напрямку (Фіг. 2). Рухомий елемент цієї напрямної (постійний магніт з екранами) може переміщуватися в напрямку осі постійного магніту, а між корпусом безпального двигуна і заднім торцем постійного магніту установлена демпфіруюча пружина, яка після удару також повертає постійний магніт в початкове положення.

30 Переміщення пластини-екрана в положення екранування для виключення удару штока її переміщення по корпусу статора демпфірується пружиною 26, яка також повертає пластину-екран в початкове положення.

В першому випадку демпфірується складова кінетичної енергії T елемента притягання в напрямку осі постійного магніту

$$T = \frac{m(V \cos \beta)^2}{2}, \quad (13)$$

35 де β - кут між вектором швидкості \bar{V} і віссю постійного магніту (Фіг. 3), m - маса постійного магніту з екранами.

Як відомо, кінетична енергія тіла є міра його механічного руху і вимірюється тією роботою, яку може здійснити тіло при його гальмуванні до його повної зупинки. Зупинка постійного магніту здійснюється пружиною. Потенціальна енергія пружини

$$\Pi = 1/2c_1 l. \quad (14)$$

40 де: c_1 - жорсткість демпфіруючої пружини, l - величина її деформації.

Нехай демпфірування косого удару повинно виконуватись при переміщенні постійного магніту на відстань l_1 , . Тоді жорсткість c демпфіруючої пружини визначається з рівняння

$$\frac{m(V \cos \beta)^2}{2} - \frac{1}{2}c_1 l_1 = 0. \quad (15)$$

45 Для повернення пластини-екрана в початкове положення блокування блоків постійних магнітів її жорсткість c_2 повинна відповідати нерівності

$$c_2 \geq c_3 l_3. \quad (16)$$

де c_3 - жорсткість пружини повернення пластини-екрана в похідне положення, l_3 - величина деформації пружини повернення пластини-екрана в положення блокування.

Виключення захисної пластини підвищує потужність безпального двигуна. Нехай початкова величина зазору $l_{з.п.}$ між полюсом магніту і елементом притягання складає 8,47 мм, а кінцева величина зазору $l_{з.к.}$ при наявності захисної пластини дорівнює 3 мм, при її відсутності 2 мм. Цим величинам зазорів відповідають сили притягання: $F_{п.}=5682$ і 6165 Н, відповідно. При відсутності захисної пластини кінцева сила притягання збільшилась на 483 Н, на 1 мм збільшилась величина переміщення елементів притягання, а, отже, збільшилась корисна робота постійних магнітів. Як відомо робота є якісний еквівалент енергії, яка передається в системі. В результаті збільшився обертальний момент і ККД безпального двигуна. Для підвищення швидкості розблокування блоків постійних магнітів воно виконується пристроєм розблокування з важелем.

Корисна модель пояснюється кресленнями:

Фіг. 1 - загальний вигляд безпального двигуна;

Фіг. 2 - переріз Фіг. 1 по А-А;

Фіг. 3 - кінематична схема косого удару елемента притягання;

Фіг. 4 - переріз блоків постійних магнітів, яка проходить через плоскість відкритих полюсів постійних магнітів блока постійних магнітів;

Фіг. 5 - функціональна схема на пристрій установки швидкості обертання безпального двигуна.

Безпальний двигун (довжина двигуна $l_{дв} \approx 4$ м) включає вал 1, статор 2 і 3 двигуна (Фіг. 1, 2). В статорі 2 і 3 двигуна установлені три групи постійних магнітів. В кожену групу постійних магнітів входить по чотири блоки постійних магнітів. Блоки постійних магнітів і блоки елементів притягання, які обертаються під кожним блоком постійних магнітів, в корпусі безпального двигуна механічно між собою зв'язані тільки валом 1 безпального двигуна. Це дозволяє між двома блоками постійних магнітів розділити вал 1 двигуна на дві частини ($l_{дв}$ зменшена вдвічі). І

виконати двигун в двох статорах 2 і 3 (Фіг. 1), розмістити їх один над одним або паралельно, а їх вали 4 і 5 зв'язати ланцюговою передачею, яка включає зубчаті колеса 6 і ланцюг 7. При цьому кожух 43 втулки 44 і редуктор 9 запуску двигуна співвісно з'єднані з валом 4 безпального двигуна, а маховик 8, пристрій 61 установки швидкості обертання двигуна і генератор 59 постійної напруги співвісно з'єднані з валом 5 двигуна. Таким чином довжина безпального двигуна скорочується вдвічі.

Кожен блок постійних магнітів включає постійний магніт 10, постійний магніт 11, постійний магніт 12 (Фіг. 4). Бокові грані і один полюс постійних магнітів 10, 11, 12 закриті екранами 13 (Фіг. 2). Блоки постійних магнітів розміщені в корпусах 14 блоків постійних магнітів, які до статора 2 і 3 безпального двигуна прикріплені гвинтами 15 (Фіг. 2).

Передні грані елементів 16 притягання, які виконані з магнітнотяжкого матеріалу з високою відносною магнітною проникливістю, виконуються зі скосом під кутом α між плоскостями передніх граней елементів 16 притягання і плоскостями, які проходять через ось обертання вала 1 безпального двигуна і центри важкості елементів 16 притягання.

Передні грані постійних магнітів 10, 11, 12 також виконуються зі скосом. При мінімальних зазорах між постійними магнітами і елементами притягання плоскості скосів передніх граней елементів 16 притягання паралельні плоскостям скосів відкритих полюсів постійних магнітів 10, 11, 12 блоків постійних магнітів.

Для екранування постійних магнітів 10, 11, 12 груп постійних магнітів в процесі роботи безпального двигуна перед полюсами постійних магнітів 10, 11, 12 кожного блока постійних магнітів установлена рухома пластина-екран 17 з магнітнотяжкого матеріалу, наприклад, з пермендіюра. Для зменшення сили тертя пластина-екран переміщується по підшипниках 18 (Фіг. 2, 4).

Пристрій 19, 20, 21, 22 розблокування блоків постійних магнітів включає стояк 19, установлений на статорі 2 і 3 безпального двигуна. На стояку 19 установлений важіль 20, одне плече якого шарнірно з'єднане з електромагнітом 21 розблокування блоків постійних магнітів, а друге плече важеля 20 шарнірно з'єднано з штоком 22 переміщення пластини-екрана 17 (Фіг. 2).

Переміщення пластини-екранів 17 в положення екранування здійснюється пружинами 23 блокування блоків постійних магнітів, які одними кінцями прикріплені до важеля 20, а другими - до статора 2 двигуна. На штоку 22 укріплена шайба 24, а між шайбою 24 і корпусом 2 безпального двигуна на хвостовику 25 пластини-екрана (Фіг. 2, 4) установлена демпфіруюча пружина 26.

Електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів установлені на статорі 2 і 3 безпального двигуна (Фіг. 1, 2) і забезпечують розблокування блоків постійних магнітів шляхом

переміщення пластин-екранів з полюсів постійних магнітів 10, 11, 12 при подачі на них напруги живлення.

На верхніх і нижніх екранах 13 постійних магнітів 10, 11, 12 кожного блока постійних магнітів виконані обмежувачі 27 переміщення постійних магнітів, які входять в прямокутні пази 28, які виконані над ними в корпусах 14 блоків постійних магнітів (Фіг. 2) і з прямокутними обмежувачами 27 утворюють лінійні напрямні 27, 28 в напрямку осі кожного постійного магніту 10, 11, 12. В статорі 2 двигуна укрупнені гвинти 29, осі яких паралельні напрямкам переміщення лінійних напрямних 27, 28. Гвинти 29 входять в заглиблення 30, які виконані в екранах закритих полюсів постійних магнітів 10, 11, 12, з зазорами відносно кожного дна заглиблення 30. Між статором 2 безпального двигуна і екранами 13 постійних магнітів на гвинтах 29 установлені пружини 31 демпфірування косого удару і повернення постійних магнітів в початкове положення.

Гвинт 29 з установленою на ньому пружиною 31 демпфірування косого удару, лінійні напрямні 27, 28 утворюють пристрій демпфірування косого удару елемента притягання по підшипниках переміщення елемента притягання і фіксації початкового положення елемента притягання.

На валу 1 безпального двигуна в кожній плоскості, які проходять через середини блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала 1 двигуна, установлені нерухомі кронштейни 32 (Фіг. 2), на яких на осях 33 з можливістю повороту проти напрямку обертання двигуна установлені рухомі кронштейни 34. Кронштейн 32 забезпечує установлення кронштейнів 34 по радіусу обертання двигуна і запобігають їх подальшому повороту навколо осей 33 в напрямку обертання двигуна. На кронштейнах 34 в кожній плоскості, яка проходить через середини блоків груп постійних магнітів зсувом 120° установлені по три блока елементів притягання. В загальному випадку зсув між цими блоками елементів притягання дорівнює $360^\circ/m$, а зсув між блоками елементів притягання, які розташовані під суміжними блоками постійних магнітів дорівнює $2(360^\circ/n)$, де: m - число груп блоків постійних магнітів; n - число блоків постійних магнітів. Блоки елементів притягання, які обертаються під групами блоків постійних магнітів об'єднані в відповідно в групи елементів притягання. Кожен блок елементів притягання включає корпус 36 (по числу елементів притягання), в яких установлені елементи притягання 16 (Фіг. 2). В блоках елементи притягання 16 по куту повороту зсунуті між собою на 3° . Для запобігання висування елементів 16 притягання корпусу 36 і забезпечення підтягування корпусів 41 до полюсів постійних магнітів 10, 11, 12 на задньому торці кожного елемента притягання 16 укріплена обмежувальна пластина 37 (Фіг. 2).

Для запобігання заклинюванню елементів 16 притягання в корпусах 41 блоків елементів притягання при підтягуванні корпусів 36 до полюсів постійних магнітів 10, 11, 12 елементи притягання 16 в корпусах 36 установлені на роликах 38 (Фіг. 2). Після повороту блоків елементів притягання 16 груп блоків елементів притягання вони на рухомому кронштейні 34 обертаються на осі 33 і переміщуються під блоками постійних магнітів груп блоків постійних магнітів.

Корпуси 36 кожного елемента притягання (Фіг. 2) установлені на окремі нерухомі, відносно осі обертання, кронштейни 34, які на осях 33 установлені на нерухомі відносно осі обертання вала кронштейни 32.

Пружини 39 (Фіг. 2) забезпечують установку елементів 16 притягання в корпусах 36 елементів притягання в початкове положення на кожних 30° кута повороту.

Пружини 40 повертають рухомий кронштейн 34 (Фіг. 2) в початкове положення після переміщення кожного блока елементів притягання під своїм блоком постійних магнітів.

В процесі обертання безпального двигуна елементи 16 притягання переміщуються по зовнішнім обоймам підшипників 46 переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих величин зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання (Фіг. 4). Підшипники 41 установлені на бокових екранах 13 блоків постійних магнітів 11 в прорізах 42, виконаних в пластинах-екранах 17 (Фіг. 4). Підшипники 41:

- сприймають частину ударного навантаження;
- забезпечують установку зазору між пластинами-екранами 17 і елементами 16 притягання;
- забезпечують переміщення елементів 16 притягання під магнітами 10, 11, 12 з малою силою тертя.

На валу 1 за межами статора 2 двигуна під кожухом 43 з можливістю її повороту і фіксації установлена втулка 44 (Фіг. 1). На втулці 44 по числу груп блоків постійних магнітів установлені група 45 кулачків вмикання електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів, група 46 кулачків вмикання електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів, група 47 вмикання електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів (Фіг. 1). Кожна група 45, 46, 47 кулачків включає перші кулачки 48 вмикання електромагнітів розблокування груп

постійних магнітів, які забезпечують розблокування перших блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів, другі кулачки 49 вмикання електромагнітів розблокування груп постійних магнітів, які забезпечують розблокування других блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів, треті кулачки 50 вмикання електромагнітів розблокування груп постійних магнітів, які
 5 забезпечують розблокування третіх блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів, четверті кулачки 51 вмикання електромагнітів розблокування груп постійних магнітів, які забезпечують розблокування четвертих блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів. Вмикання виконується шляхом включення напруги живлення на відповідні електромагніти 21 розблокування груп постійних магнітів.

10 В кожній групі 45, 46, 47 кулачків кулачки 48, 49, 50, 51 по окружності втулки 49 зсунуті між собою на кут 30° , а перші кулачки 48 груп 45, 46, 47 кулачків зсунуті між собою на кут 120° (Фіг. 1). В загальному випадку ці кути зсувів дорівнюють відповідно $360^\circ/n$ і $360^\circ/m$, де n - число блоків постійних магнітів; m - число груп блоків постійних магнітів. На внутрішній стороні кожуха 43 в один ряд (Фіг. 1) над кулачками 48, 49, 50, 51 груп 45, 46, 47 кулачків установлена перша
 15 група 52 вмикачів живлення електромагнітів, друга група 53 вмикачів живлення електромагнітів, третя група 54 вмикачів живлення електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів. Кожна група 52, 53, 54 вмикачів електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів включає вмикач 55 живлення електромагнітів розблокування перших блоків постійних магнітів трьох груп блоків постійних магнітів, вмикач 56 живлення електромагнітів розблокування других
 20 блоків постійних магнітів трьох груп блоків постійних магнітів, вмикач 57 живлення електромагнітів розблокування третіх блоків постійних магнітів трьох груп блоків постійних магнітів, вмикач 58 живлення електромагнітів розблокування четвертих блоків постійних магнітів трьох груп блоків постійних магнітів.

Співвісно з валом 1 з'єднаний генератор 59 постійної напруги, який до схеми живлення підключається вмикачем 60 (Фіг. 1). Для того, щоб установити потрібну швидкість безпального двигуна заданим числом обертів служить пристрій 61 установки швидкості безпального двигуна, який відключає електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів від генератора 59 постійної напруги, коли напруга на виході генератора 59 перевищить напругу, яка
 25 відповідає швидкості обертання безпального двигуна (Фіг. 5).

30 Пристрій 61 установки швидкості обертання безпального двигуна включає відцентровий задатчик 62 швидкості обертання безпального двигуна і вимикач 63 живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів. Відцентровий задатчик 62 включає пружину 69 жорсткості "с", яка установлена в корпусі 65 пристрою 61 і лівим кінцем прикріплена до повзуна 66, який переміщується в корпусі 65 відцентрового задатчика швидкості 62 гвинтом 67
 35 переміщення повзуна.

Правим кінцем пружина 64 прикріплена до вантажу 68, на якому установлений рухомий контакт 69 вимикача 63 живлення електромагнітів. В недеформованому стані пружини 64 рухомий контакт 69 замикає нерухомі контакти 70 вимикача 63 живлення електромагнітів 21.

Електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів, групи 45, 46, 47 кулачків 48, 49, 40 50, 51, групи 52, 53, 54 вмикачів електромагнітів, генератор 59 постійної напруги, вмикач 60 "увімк.-вимк.", пристрій 61 установки швидкості обертання двигуна утворюють блок живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів (Фіг. 1).

На валу 1 безпального двигуна для забезпечення плавності обертання установлений маховик 8. Співвісно з валом 1 двигуна також з'єднаний редуктор 9 запуску безпального
 45 двигуна шляхом завдання валу 1 двигуна швидкості обертання, при якій напруга на виході генератора 59 постійної напруги достатня для спрацювання електромагнітів 21.

На Фіг. 2 також показані якір 35 електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів. Електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів можуть установлюватись над блоками постійних магнітів, а їх якорі безпосередньо з'єднуються з пластинами-екранами 16.
 50 Пружини блокування блоків постійних магнітів тоді установлюються в електромагнітах 21 над якорями.

При цьому перший вихід генератора 59 постійної напруги через вимикач 60 "увімк.-вимк." з'єднаний з входом вимикача 63 живлення електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів, а його вихід з'єднаний з першими входами електромагнітів 21 розблокування блоків
 55 постійних магнітів, а другий вихід генератора 61 постійної напруги з'єднаний з другими клемми вмикачів 55, 56, 57, 58 живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, другі входи електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів з'єднані з першими клемми вмикачів 55, 56, 57, 58 електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів груп 52, 53, 54 вмикачів живлення електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів.

Працює безпаливний двигун наступним чином. Вмикач 60 "увімк.-вимк." установлюють в положення "увімк." і підключають перший вихід генератора 59 до перших входів електромагнітів 21 розблокування блоків постійних магнітів. Гвинтом 67 переміщення повзуна пристрою 61 установки швидкості обертання двигуна, зміщують повзун 66 і деформують пружину 64 на величину, яка відповідає потрібній швидкості обертання безпаливного двигуна.

Валу 1 двигуна за допомогою редуктора 9 запуску безпаливного двигуна задають обертання. По мірі збільшення обертів вала 1 напруга на виході генератора 59 постійної напруги підвищується і досягає величини, при якій спрацювають електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів.

Нехай в момент часу досягнення напругою генератора 59 величини спрацювання електромагнітів 21 до вимикача 55 першої групи 52 вимикачів підійшов кулачок 48 першої групи 45 кулачків (Фіг. 1). В результаті спрацюють електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів, які установлені над першими блоками постійних магнітів трьох груп постійних магнітів. Пластини-екрани 17 перших блоків постійних магнітів будуть пересунуті на висоту полюсів постійних магнітів 10, 11, 12. Перші блоки постійних магнітів трьох груп постійних магнітів буде розблоковано. Втулка 44 на валу 1 установлена так, що в час розблокування перших блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів на кутовій відстані 30° від перших блоків постійних магнітів будуть знаходитись блоки перших елементів притягання трьох груп елементів притягання. Елемент 16 притягання блока 26 елементів притягання першої групи елементів притягання знаходиться на кутовій відстані 5° від полюса постійного магніту 10 першого блока постійних магнітів першої групи постійних магнітів, елемент 16 притягання першого блока елементів притягання другої групи елементів притягання знаходиться на кутовій відстані 14° від полюса постійного магніту 10 першого блока постійних магнітів другої групи постійних магнітів, елемент 16 притягання першого блоку елементів притягання третьої групи елементів притягання знаходиться на кутовій відстані 23° від полюсу постійного магніту 10 першого блока постійних магнітів третьої групи постійних магнітів. Найбільший момент обертання безпаливного двигуна створює постійний магніт 10 першого блоку постійних магнітів першої групи постійних магнітів, до якого найближче (на кутовій відстані 5°) розташований елемент 16 притягання першого блоку елементів притягання першої групи елементів притягання. Всі інші елементи притягання притягуються до полюсів постійних магнітів 10, 11, 12 відповідних перших блоків постійних магнітів з меншою силою притягання, так як знаходяться на більших відстанях. Через кожні 3° кута повороту вала 1 двигуна всі елементи притягання на 3° наближаються до полюсів відповідних постійних магнітів. Таким чином, в секторі 30° повороту вала 1 завжди один з елементів притягання трьох блоків елементів притягання знаходиться від полюсів відповідних постійних магнітів 10, 11, 12 на кутовій відстані $2 \leq \varphi \leq 5^\circ$, чим постійно створюється потужний момент обертання безпаливного двигуна.

Через 30° кута повороту вала 1 двигуна перші блоки постійних магнітів трьох груп постійних магнітів будуть заблоковані, а другі блоки постійних магнітів трьох груп постійних магнітів будуть розблоковані (спрацює вмикач 56 від кулачка 49 першої групи кулачків 45). Блоки перших елементів притягання трьох груп елементів притягнуться до других блоків постійних магнітів трьох груп постійних магнітів. Вал 1 двигуна буде повернуто на кут 30° .

В процесі роботи безпаливного двигуна пристрій 61 установки швидкості обертання двигуна підтримує установлену швидкість обертання шляхом замикання і вимикання живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів вимикачем 63 живлення електромагнітів.

Замикання і вмикання вимикачів 55, 56, 57, 58 блоків 52, 53, 54 кулачками 48, 49, 50, 51 блоків 45, 46, 47 кулачків забезпечує безперервне обертання двигуна. При обертанні двигуна блоки елементів притягання перед заблокованими блоками постійних магнітів повертаються на кронштейні навколо осі 33 і проходять під відповідними блоками постійних магнітів.

Для зупину безпаливного двигуна вмикач 60 "увімк.-вимк." установлюють в положення "вимк." і відключають електромагніти 21 розблокування блоків постійних магнітів від генератора 59 постійної напруги. Всі блоки постійних магнітів будуть заблоковані екранами 17. Безпаливний двигун зупиниться.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

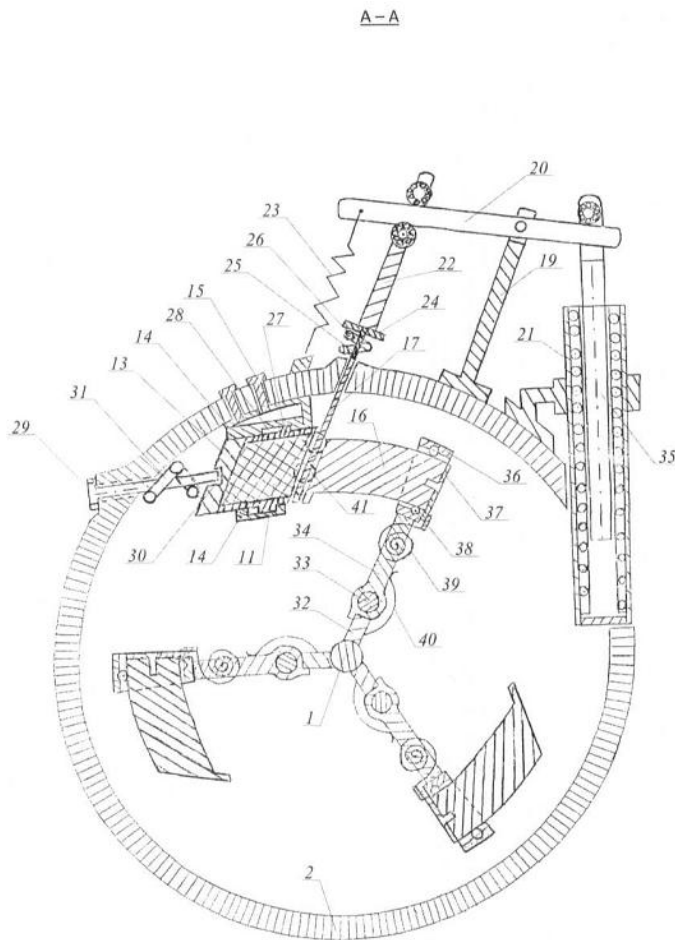
1. Безпаливний двигун, який включає установлені в статорі двигуна по окружності статора блоки постійних магнітів, причому блоки постійних магнітів по окружності статора зсунуті між собою на кут $360^\circ/n$, які об'єднані в групи блоків постійних магнітів, група постійних магнітів включає однакову кількість блоків постійних магнітів, а кожен блок постійних магнітів включає корпус

блока постійних магнітів, укріплений на статорі безпаливного двигуна, в якому установлені ≥ 3 постійних магнітів, бокові грані і один полюс кожного з яких закриті екранами, установленими на постійних магнітах, рухомі пластини-екрани установлені перед відкритими полюсами блоків постійних магнітів, електромагніти розблокування блоків постійних магнітів, пружини блокування блоків постійних магнітів, нерухомі кронштейни, які установлені на валу безпаливного двигуна в площинах, які проходять через середини блоків постійних магнітів перпендикулярно осі обертання вала безпаливного двигуна, на яких на осях з обмеженням повороту по напрямку обертання безпаливного двигуна установлені рухомі кронштейни, а на кожному рухомому кронштейні установлений блок елементів притягання, в корпусі кожного блока елементів притягання установлені елементи притягання, число яких дорівнює числу постійних магнітів в блоці постійних магнітів і які висуваються з корпусу блока елементів притягання пружинами висування елементів притягання, причому блоки елементів притягання, які обертаються під відповідними групами блоків постійних магнітів, утворюють групи блоків елементів притягання, число яких дорівнює числу груп блоків постійних магнітів, причому блоки елементів притягання, які обертаються під одним блоком постійних магнітів, зсунуті між собою на кут $360^\circ/n$, а блоки елементів притягання, які обертаються під суміжними блоками постійних магнітів зсунуті між собою на кут $2(360^\circ/n)$, втулку, яка установлена на валу безпаливного двигуна з можливістю фіксації кута її повороту і на якій по числу груп постійних магнітів установлені групи кулачків розблокування блоків постійних магнітів, в кожній групі кулачки розблокування блоків постійних магнітів по окружності втулки зсунуті між собою на кут $360^\circ/n$, а перші кулачки груп кулачків розблокування блоків постійних магнітів зсунуті між собою на кути $360^\circ/m$ і $2(360^\circ/m)$, відповідно, вмикачі електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, які установлені в один ряд над кулачками розблокування блоків постійних магнітів, генератор постійної напруги, установлений співвісно з валом безпаливного двигуна, вимикач "увімк.-вимк.", пристрій обмеження швидкості безпаливного двигуна, причому, групи кулачків розблокування блоків постійних магнітів, генератор постійної напруги, вимикач "увімк.-вимк.", вмикачі електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів утворюють блок живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, редуктор запуску безпаливного двигуна, який співвісно з'єднаний з валом безпаливного двигуна, маховик, установлений на валу безпаливного двигуна, який **відрізняється** тим, що плоскість передньої грані кожного елемента притягання виконується під гострим кутом до плоскості, яка проходить через вісь обертання вала безпаливного двигуна і центр ваги елемента притягання, а відкритий полюс кожного постійного магніту виконується зі скосом таким, що при мінімальній величині робочого зазору між постійним магнітом і елементом притягання, плоскість скосу відкритого полюса постійного магніту паралельна передній грані елемента притягання, підшипники переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації кінцевих зазорів між пластинами-екранами і елементами притягання установлені на бокових екранах постійних магнітів в прорізах, виконаних в пластинах-екранах, причому зовнішні обійми цих підшипників з прорізів пластин-екранів висунуті на величину робочого зазору між пластиною-екраном і передньою гранню елемента притягання, пристрої демпфірування косих ударів елемента притягання по підшипниках переміщення елементів притягання під постійні магніти і фіксації початкового положення постійних магнітів включають гвинт, укрупнений в корпус статора безпаливного двигуна, який входить в заглиблення в екрані закритого полюсу постійного магніту, а між екраном і корпусом статора безпаливного двигуна на гвинту установлена пружина демпфірування косоного удару і повернення постійного магніту в початкове положення, а в корпусі кожного блока постійних магнітів над кожним постійним магнітом в напрямку вектора швидкості елемента притягання в момент його удару по підшипниках переміщення елементів притягання під блоки постійних магнітів і фіксації кінцевого зазору між пластиною-екраном і елементом притягання виконані прямокутні пази, в яких переміщуються обмежувачі переміщення постійних магнітів, які виконані на екранах верхніх і нижніх граней кожного постійного магніту, причому кожен обмежувач переміщення постійного магніту і паз, в якому він переміщується, утворюють лінійну напрямку в напрямку осі постійного магніту, в кожному блоці елементів притягання кожний елемент притягання установлений в окремий корпус елемента притягання, кожен корпус елемента притягання установлений на окремий рухомий кронштейн, який з обмеженням повороту в напрямку обертання безпаливного двигуна установлений на нерухомий кронштейн, причому на кожному нерухомому кронштейні установлена пружина повернення рухомого кронштейна в початкове положення, пристрої розблокування блоків постійних магнітів установлені над кожним блоком постійних магнітів і включають стояк, установлений на корпусі безпаливного двигуна, на якому на осі установлений важіль, одне плече якого шарнірно зв'язано з електромагнітом розблокування блока постійних магнітів, друге плече важеля

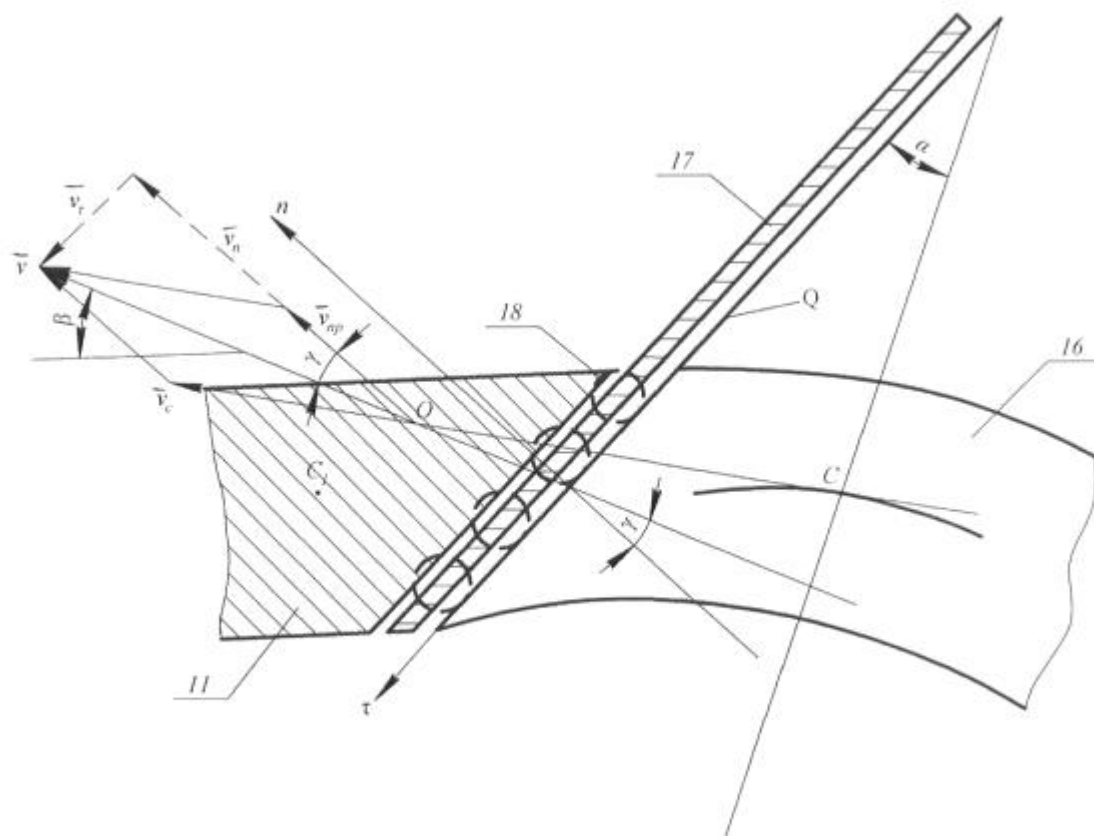
шарнірно зв'язане з штоком переміщення пластини-екрана, на штоку переміщення пластини-екрана укріплена шайба між якою і корпусом статора двигуна установлена пружина демпфірування зупину і фіксації нижнього положення пластини-екрана, а пружина переміщення пластини-екрана в положення блокування блока постійних магнітів одним кінцем прикріплена до
 5 плеча важеля, а другим до корпусу безпального двигуна, пристрій установки швидкості обертання безпального двигуна, установлений на валу ротора двигуна, містить відцентровий задатчик швидкості обертання безпального двигуна і вимикач електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, причому перший вихід генератора постійної напруги через вимикач "увімк.-вимк." з'єднаний з входом вимикача живлення електромагнітів розблокування блоків
 10 постійних магнітів а його вихід з'єднаний з першими входами електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, другий вихід генератора постійної напруги з'єднаний з другими клеммами вмикачів живлення електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, другі входи електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів з'єднані з першими клеммами вмикачів електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів груп вмикачів живлення
 15 електромагнітів розблокування блоків постійних магнітів, де: n - число блоків постійних магнітів, установлених в статорі безпального двигуна; m - число груп постійних магнітів.

2. Безпальний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що електромагніти розблокування блоків постійних магнітів установлюються над кожним блоком постійних магнітів, їх якорі зв'язані з пластинами-екранами блоків постійних магнітів, а пружини переміщення пластин-екранів в положення блокування блоків постійних магнітів установлені в цих електромагнітах
 20 розблокування блоків постійних магнітів над якорями електромагнітів.

3. Безпальний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що виконується двостаторним, а вали безпального двигуна, які розміщені в статорах, з'єднуються ланцюговою передачею, яка включає два зубчатих колеса і ланцюг.



Фиг. 2



Фиг. 3

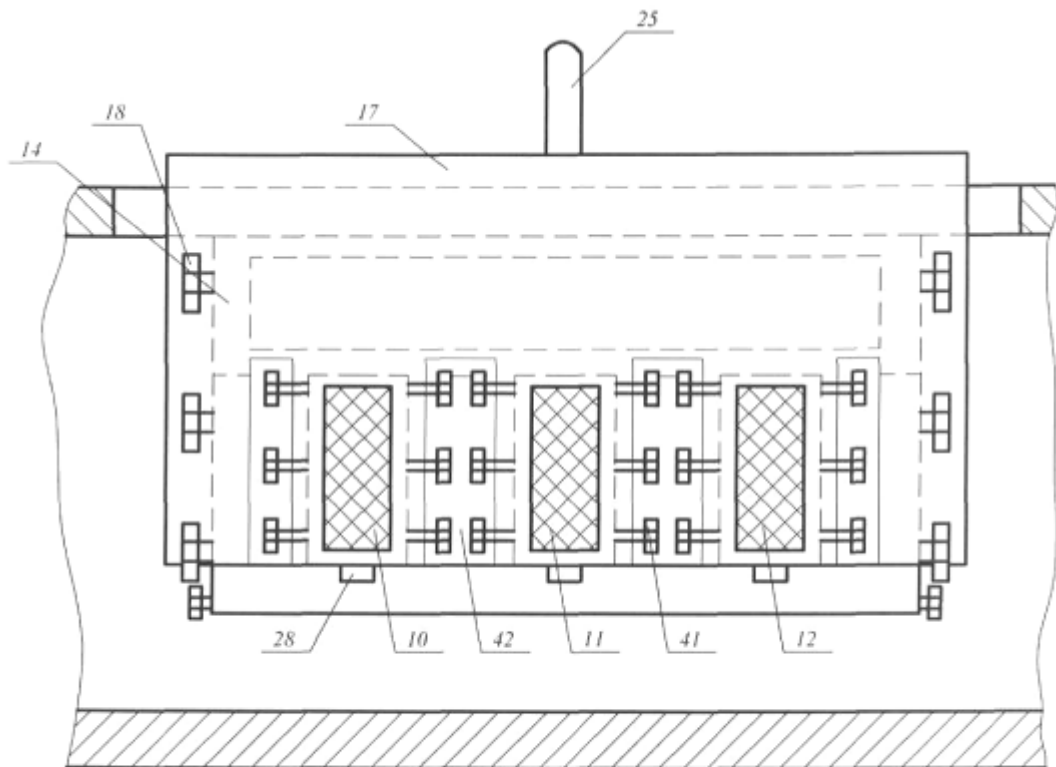


Fig. 4

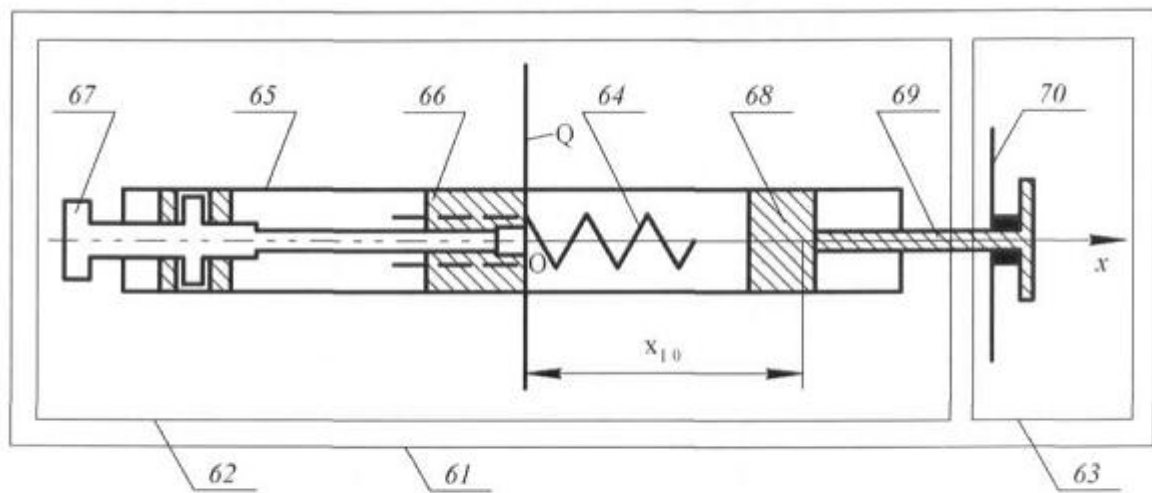


Fig. 5

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601