



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56173 (13) U
(51) МПК (2011.01)
H02K 1/00
H02K 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МАГНІТНИЙ ДВИГУН НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ КОНСТРУКЦІЇ І.М. ФЕДОТКІНА

1

(21) u201005515

(22) 06.05.2010

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) ФЕДОТКІН ІГОР МИХАЙЛОВИЧ, БОГДАНОВА
ЛАРИСА ЄВГЕНІВНА

(73) ФЕДОТКІН ІГОР МИХАЙЛОВИЧ

(57) 1. Магнітний двигун, що містить постійні магніти в статорі і роторі, який **відрізняється** тим, що в магнітному зазорі між статором з нерухомих постійних магнітів і магнітним ротором розміщується рухомий екран-підсилювач поля статора, який приводиться в обертання малогабаритним електродвигуном малої потужності (10-15 % потужності магнітного двигуна) або обертається планетарним редуктором чи варіатором.

2. Магнітний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що рухомий екран-підсилювач виконано з феромагнітних стрижнів, розміщених по твірних лініях циліндричної поверхні в магнітному зазорі між ротором і статором, з проміжками між стрижнями, рівними $(0,8 \div 1,2)$ ширини стрижня по колу, а кінці стрижнів закріплено на периферії двох дисків, розміщених з обох боків магнітного ротора і вільно посаджених на вал ротора на підшипниках з можливістю обертання на валу незалежно від ротора, стрижні виконано прямокутного перерізу, їх товщина дорівнює, менша або більша на 10-25% від ширини стрижня по колу диска, стрижні в магнітному зазорі розміщено таким чином, щоб сили притягнення їх до статора і ротора були однакові за величиною, зазор між стрижнями і ротором, стрижнями і статором вибирається мінімальний в межах центрування ротора від 0,5 до 1,5мм.

3. Магнітний двигун за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що статор виконано у феромагнітному циліндричному корпусі з набірних призматичних лінійних магнітів, які встановлюються однойменними полюсами, наприклад південними S, радіально по радіусах впритул до внутрішньої циліндричної поверхні корпусу, а другі кінці цих магнітів з північними полюсами N спрямовуються до магнітного зазору, при цьому кінці магнітів, спрямовані до магнітного зазору, розміщуються щільно впритул один до одного так, щоб вони утворювали суцільне кільцеве нерухоме магнітне поле статора, а протилежні кінці, спрямовані до корпусу, встанов-

2

люються з зазором один від одного, який визначається їх радіальним напрямом, в цьому зазорі розміщується електрична обмотка високовольтного високочастотного підмагнічування.

4. Магнітний двигун за пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що ротор складено з окремих дисків з парамагнітного або діамагнітного матеріалу (алюміній, мідь, латунь), в дисках вифрезовано радіальні канали, в яких розміщено призматичні лінійні магніти, ширина кожного з них по колу дорівнює ширині феромагнітного стрижня рухомого екрану, а товщина $(0,8 \div 1,2)$ ширини, товщина диска більша за товщину магніту на 2-3мм так, щоб радіальні канали в дисках були відкриті з одного боку, а з другого мали стінку товщиною 2-3мм, диски з радіальними магнітами розміщуються на валу щільно один до одного глухою стінкою 2-3мм в одному напрямі так, щоб вихідні отвори каналів з радіальними магнітами утворювали одну лінію, паралельну валу, на виході каналу вифрезовано пази, в які закладено магнітні клини, що закріплюють радіальні магніти проти дії відцентрових сил, магнітні клини суцільні вздовж всього ротора або окремі для кожного магніту, виготовляються з матеріалу з високомагнітними властивостями (пермалой, магнітодіелектрик, пермендюр).

5. Магнітний двигун за пп. 1-4, який **відрізняється** тим, що один з дисків рухомого екрану, посаджений на шарикопідшипник на вал ротора, має шків для клинопасової передачі, яка через бокове вікно в корпусі зв'язує його зі шківом малогабаритного електродвигуна, встановленого поряд з корпусом магнітного двигуна на одній плиті так, щоб вал малогабаритного електродвигуна був паралельний до вала магнітного двигуна.

6. Магнітний двигун за пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що на електрогенеруючому ступені магнітного двигуна закладено електричну обмотку, параметри якої узгоджено з параметрами малогабаритного двигуна рухомого екрану.

7. Магнітний двигун за пп. 2-6, який **відрізняється** тим, що живлення обмотки підмагнічування статора здійснюється перетворювачем джерела постійного струму напругою 9-12В (аккумулятора) в напругу 10-60кВ з частотою 10-50кГц, перетворювач складається з вхідного ступеня, який створює змінний струм, трансформатора, помножувача,

U (13)
56173 (11)
UA (19)

високочастотного перетворювача, генератора, формуючого імпульс, зібраних на інтегральних схемах.

8. Магнітний двигун за пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що магнітні системи статора і ротора виконуються із матеріалів з високомагнітними властивостями: магнітна індукція, магнітний потік, коерцитивна сила, магнітна проникність, сприйнятливність, анізотропія, часова постійна, електричний опір, магнітна стабільність - здатність протистояти розмагнічуванню, намагніченість, намагніченість насичення.

9. Магнітний двигун за пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що зовнішня шестірня планетарного редуктора закріплена нерухомо в корпусі, центральна шестірня вільно розміщується за допомогою підшипника на валу ротора і жорстко зв'язується стрижнями з диском екрана, а водило з сателітними шестернями жорстко шпонками закріплюється на валу ротора.

10. Магнітний двигун за пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що стрижні екрана мають поперечний переріз у вигляді трапеції, в якій більша основа спрямована до статора, а менша - до ротора в стрижневому екрані, а в екрані з суцільного товстостінного циліндра відповідно спрофільовані вікна-прорізи так, щоб перемички утворювали стрижні з трапецієвидним поперечним перерізом.

11. Магнітний двигун за пп. 1-10, який **відрізняється** тим, що в проміжках між магнітами статора розміщується обмотка підмагнічування, яка з'єднується з високочастотним перетворювачем (конвертором), який живиться від електрогенераторної

обмотки генераторного ступеня магнітного двигуна і складається з високочастотного перетворювача, трансформатора і примножувача.

12. Магнітний двигун за пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що має ступінь (секцію) з електрогенераторною обмоткою.

13. Магнітний двигун за пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що після його збирання проводиться стабілізація магнітної системи статора і ротора проти розмагнічування частковим декількакратним розмагнічуванням з наступним підмагнічуванням (тренувальний цикл), термічною обробкою і механічним навантаженням з напруженнями.

14. Магнітний двигун за пп. 1-13, який **відрізняється** тим, що при використанні планетарного варіатора його зовнішня обичайка нерухомо закріплюється в корпусі магнітного двигуна, центральний ротор планетарного варіатора розміщується вільно на підшипниках на валу ротора магнітного двигуна і зв'язується жорстко з диском рухомого екрана двигуна, водило з'єднує осі проміжних сателітних дисків з валом ротора двигуна і жорстко на шпонці посаджено на вал, на водилі розміщується більше 10-ти дисків в проміжку між внутрішньою поверхнею зовнішньої обичайки і ротором планетарного варіатора, внутрішня поверхня зовнішньої обичайки і поверхня ротора варіатора виконуються конічними, а сам ротор варіатора з підшипником затискається затисковою гайкою по різьбі на валу з можливістю осьовою його зсуву і підтиснення конічних поверхонь обичайки, ротора і самих сателітних дисків.

Корисна модель відноситься до енергетичної галузі, а саме до безпаливних двигунів, і тому безпосередньо стосується екології планети і виживання людства. Тому огляд конструкцій безпаливних двигунів і енергогенераторів приводиться ширше, ніж магнітні двигуни, а стосовно безпаливних електрогенераторів відповідно до проблем планетарної екології. Відомі творіння безпаливних двигунів і електрогенераторів в минулому столітті, і цей напрям нетрадиційної енергетики продовжується і зараз. З літературних джерел [5-17], патентів [5, 16] та інформації сітки Internet відомі такі конструкції безпаливних двигунів та електрогенераторів.

Тестатик Пауля Баумана [6, 7] створений на базі електростатичної машини з лейденськими банками, складається з двох акрилових дисків з наклеєними на них 36 секторами з тонкого алюмінію. Двигун запускали, штовхнувши пальцями диски в протилежні сторони. Швидкість обертання дисків встановлювалась 50-70 обертів на хвилину. Після запуску диски продовжували обертатись необмежено довго. При цьому в електричному контурі розвивалась напруга постійного струму 300-350В при силі струму 30А. Оскільки механічна потужність двигуна нікчемна 100мВт, порівняно з електричною - 1кВт, тобто 1000Вт, в 10000 раз

більша, то його слід віднести до електрогенераторів.

«Сибірський Коля» проф. Стефана Маринова (Австрія). Він заснований на основі скалярного магнітного поля, відкритого Г.В. Ніколаєвим із Томська [7]. Маринов, досліджуючи це поле (опубліковано ним у наукових статтях), розробив новий тип магнітно-електричного двигуна, названою ним «Сибірський Коля» в честь Г.В. Ніколаєва. Продовжуючи дослідження, Маринов досяг в цьому двигуні 10% надлишкової енергії. Він підійшов до відкриття секретів «Тестатика» П. Баумана.

«Левітуючі диски Джона Шарля» [8] (Англія). Працюючи з постійними магнітами, в 1946 році він відкрив новий ефект електромеханіки: в диску, який швидко обертався в магнітному полі постійного магніту, з'являлася електрорушійна сила (ЕРС) з вертикальним силовим вектором, що призводив до злітання об'єкту вагою до 500кг. При цьому навколо об'єкту спостерігалось рожеве світіння, - наявність озону, показники активації та іонізації повітря. - яке супроводжувалось падінням тиску і охолодженням повітря.

Марсодем в 50-х роках XX століття запатентовано молекулярний двигун, який працював на воді, цинку і сурмі [10].

Генератор Володимира Рощина і Сергія Година [16]. Вони створили генератор вільної енергії. При вазі 350кг він виробляв 10кВт електроенергії, не потребуючи ні палива, ні обертаючого моменту ззовні. При цьому спостерігаються ті ж явища в атмосфері, що і при випробуваннях двигуна Джона Шарля - рожеве світіння, активація повітря при падінні тиску.

Магнітний ротор генератора російських учених мав вагу 115кг, обертався зі швидкістю до 600об/хв., навколо установки з'являлося рожеве світіння атмосфери, вся установка втрачала у вазі 120кг, а температура в лабораторії знижалась на 8°C.

Вакуумний підсилювач Світа Флойда [9, 15] складався з двох феритових магнітів 10×15×2,5см і трьох котушок без сердечників - одна робоча 300 витків, а дві збуджуючі. Запускався від кишенькової батарейки на 9В. Цей пристрій сам собі подавав енергію і видавав назовні 1кВт потужності при напрузі 120В і частоті 60Гц у вигляді енергії, схожої до електричної. Властивості цієї енергії відрізнялись від електричної: при короткому замкненні вихідних проводів вони не нагріваються, а охолоджуються, покриваючись інеем, а при ударі струмом на тілі з'являється не опік, а обмороження ділянки тіла. Роботу генератора супроводжували ефекти: втрата ваги пропорційно до виробленої потужності, зниження температури оточуючого повітря на 6-8°C при навантаженні більше 1кВт і страшенний шум при критичному навантаженні, немовби людина знаходилась в центрі вихору повітря. Секрет цієї установки проявлявся не в конструкції, а в технології виготовлення магніту (автор - скалярне, прокольне магнітне поле [1, 2, 3, 4]).

Конічний безпаливний двигун Ричарда Клема [13, 14] був створений на базі високонапірного асфальтового насосу з ротором у вигляді зрізаного конуса з гвинтовими канавками на бічній поверхні і реактивними соплами. Цей двигун був удосконалений автором цієї заявки і запатентований [29-30-47]. Працював з використанням електростатичної і магнітної ступені.

Гідролізна установка С. Филимоненка заснована на принципі збільшення тяги реактивного двигуна під дією вприску води. Цей пристрій зараз отримав назву реактора холодного ядерного синтезу. В 50-х роках цю роботу підтримували академики І.В. Курчатов і С.П. Корольов, а також маршал Г.К. Жуков, але після їх смерті заявка на винахід СРСР №717239/38 була відхилена Шпільраєном з висновком, що робоча установка вступала в протиріччя з законами фізики, і установка не була запатентована.

Кварцове джерело електроенергії академіка Валеріана Соболева запроектоване на основі виробництва електроенергії зі звичайного кварцового піску при обробці і спіканні його по спеціальній технології з добавкою каталізуючих домішок. В лютому 2002 року в Москві був підписаний контракт на суму 168млн. доларів між російсько-американським науково-виробничим центром «ГРУС» і канадською компанією Agrimetex Inc., очолюваною мільярдером Біллом Кацабанісом [17].

Нові джерела електроенергії потужністю 3,5 і 10кВт не потребують витрат пального, напору води або вітру, тощо (патент США №5964913) - розроблено російськими вченими під керівництвом академіка В. Соболева.

Майже 100 років тому американський мільярдер Морган наказав знищити безпаливні джерела енергії, створені в США геніальним сербом Ніколо Тесла, в тому числі і двигуни, описані в [2].

Безпаливний двигун Василя Алексієнко по патенту РФ [18] від 10.06.99р.

Висновки з цього огляду такі:

1. Всі описані конструкції безпаливних двигунів і електрогенераторів досі ще не були повторені, відтворені по тій причині, що всі вони отримані, за невеликим винятком [5, 10, 17], емпірично, без теоретичних обґрунтувань і розроблених методик розрахунків. Л саме за цими ознаками при наявності теорії і розрахунків можна відтворити той чи інший ефект і тільки тоді він визнається науковим відкриттям.

2. Майже всі автори цих винаходів безпаливних енергогенераторів загинули за невідомих обставин. При запровадженні безпаливних енергогенераторів нафтогазовий бізнес ліквідується.

3. А подальше накопичення продуктів згорання в атмосфері загрожує життю людства і призведе до його вимирання від хвороб, бо перебиває промені тої частини спектра сонячного світла, яка вбиває патогенну мікрофлору.

Безпосереднє відношення до заявляемого магнітного двигуна мають наступні розробки.

Мотор Мойтс-Бреди [в сітці Internet], його конструкція невідома. Сповіщається лише, що магнітний мотор має габарити 80см довжини, 50см висоти і виробляє потужність 300кВт. Тісно стосуються цієї проблеми і самохідні електрогенератори поряд з магнітними двигунами. До них відносяться «Тестатик» Баумана [6, 7], «Сибірський Коля» Марінова [6], «Левітуючі диски Шарля» [8], генератор Рощина-Година [10], вакуумний тріодний підсилювач Світа Флойда [9], кварцові джерела електроенергії академіка Соболева [11], магнітотепловий двигун Ш.М. Алієва [5], безпаливний двигун Василя Алексієнко по пат. РФ [12], електромобіль Ніколо Тесла [2] та інші. Найбільш близькі до заявляемого магнітного двигуна магнітотеплові двигуни Ш.М. Алієва [5,16] і Л.Г. Дьяконова [17].

В якості прототипу обираються магнітотеплові двигуни Ш.М. Алієва. їх устрій і принцип роботи з теоретичним обґрунтуванням викладено в рецензуємому журналі «Доклади Академії Наук РФ», 2009р., том 424, №3, с.329-33 [5], що є цілком авторитетно.

Опис прототипу

Двигун складається зі статора [5] у вигляді прямого постійного магніту з сегментовими полюсовими полюсними наконечниками. На валу з центральним отвором встановлено ротор, який зібрано з термоманітних кілець у вигляді радіатора. Система нагріву ротора складається з направляючих патрубків для подачі гарячого повітря від сонячного колектора. Другі патрубки відводять відпрацьоване повітря з зони нагріву через центральний отвір в валу знову до сонячного ко-

лктора для регенерації тепла. Краї полюсних наконечників, розміщених в зонах нагріву, виконано у вигляді «гребінця», між зубцями якою можуть обертатися кільця ротора.

Система охолодження містить вентилятори, які встановлено на полюсних наконечниках і які приводяться в обертання від ротора за допомогою бокових передаточних механізмів або окремими малогабаритними електродвигунами.

Ротор виготовляється із термомагнітного сплаву Fe-Ni-Cr з температурою Кюрі T_C , нижчою за температуру повітря, яке подається від сонячного колектора. Потоки гарячого повітря з температурою $T > T_C$ від сонячного колектора, поступаючи в ротор в іонах нагріву, переводять ділянки ротора між кільцями з феромагнітного стану в парамагнітний. При цьому па кільцях ротора, на межі феромагнетик-парамагнетик, розміщених проти зубців полюсних наконечників, індуються магнітні полюси, протилежної полярності по відношенню до полюсних наконечників. Полюса, що виникли на роторі в результаті індукції статора, починають притягуватись до зубців полюсних наконечників. Ротор повертається. Перехід ділянок ротора з парамагнітного стану до феромагнітного відбувається після проходження областей полюсних наконечників, охолоджуваних потоками повітря, які створюються вентиляторами, і ротор повертається далі.

Магнітотепловий цикл аналогічного магнітного двигуна по патенту РФ [16], де в якості робочого тіла використовується феромагнітна рідина, яка проходить через соленоїд, в якому здійснюється нагрів робочого тіла, такий самий, як і розглянутий вище, і нічого нового не містить.

Недоліком прототипу являється те, що для обертання ротора і роботи магнітного двигуна необхідно залучати додаткову теплову енергію від зовнішніх джерел енергії, що значно зменшує ефективність двигуна.

Другим недоліком прототипу є те, що теплові процеси нагріву і охолодження досить інерційні, здійснюються повільно, а швидкість обертання ротора у прототипі прямо залежить від швидкості нагріву і охолодження, що також знижує ефективність прототипу.

І ще третє: на обертання вентиляторів для охолоджуючих потоків повітря також витрачається енергія. І це знижує ефективність прототипу.

Задачею корисної моделі є значне підвищення ефективності і потужності магнітного двигуна шляхом усунення вказаних недоліків. Безсумнівно, лишастись одне положення. Для того, щоб магнітний ротор магнітного двигуна обертася під дією магнітного поля, яке створюється нерухомими постійними магнітами статора, необхідно створити ефект обертання цього поля статора. Це може виконати обертаючийся екран-підсилювач магнітного поля статора, складений із феромагнітних стрижнів, укладених і проміжками по окружності всередині магнітного зазору між ротором і статором. Цей екран може бути приведений в обертання як окремим малим електродвигуном, так і планетарним редуктором або варіатором.

Основною відмінною ознакою заявляемого магнітного двигуна від прототипу є принцип дії і конструктивні деталі, що реалізують цей принцип.

У прототипі обертання магнітного поля нерухомих постійних магнітів здійснюється впливом теплого і холодного повітря на термомагнітні матеріали, які змінюють свої властивості під дією тепла і холоду з феромагнітних на парамагнітні і навпаки, для цього служать сонячні перетворювачі енергії, вентилятори, тонкі радіаторні пластини термомагнітного ротора тощо.

У заявляемого магнітного двигуна обертання нерухомого магнітного поля статора здійснюється обертанням стрижневого екрану, стрижні якого переносять магнітну індукцію і магнітний потік статора на ротор, а оскільки екран обертається, то обертається і переносиме ним магнітне поле, яке залучає в обертання за собою і ротор. Для цього служать екран-підсилювач і переносник магнітного поля статора, малий електродвигун для обертання екрану або планетарний редуктор чи варіатор. Екран складається із феромагнітних стрижнів, які підсилюють поле статора, а в проміжках між ними поле не досягає ротора. Стрижні встановлюються в магнітному зазорі між ротором і статором таким чином, щоб сили протягування екрана як ротором, так і статором були однакові за величиною. Тоді виграти енергії на обертання екрану будуть нікчемно малі.

Задача корисної моделі

Задачею корисної моделі є заміна малоефективного перемагнічуючого термомагнітного пристрою вентиляторів гарячого повітря і каналів холодного разом з сонячним колектором - більш ефективним пристроєм перетворення нерухомого магнітного поля постійних магнітів статора в рухоме поле, обертаюче ротор, і цим підвищення потужності і ефективності магнітного двигуна на постійних магнітах. Поставлена задача вирішується наступним чином.

В магнітному зазорі між статором з нерухомих постійних магнітів і магнітним ротором розміщується рухомий екран-підсилювач поля статора, що приводиться в обертання від малогабаритного електродвигуна малої потужності - 10-15% від потужності магнітного двигуна або планетарного редуктора чи варіатора. Рухомий екран-підсилювач виконано з феромагнітних стрижнів, розміщених по твірним лініям циліндричної поверхні в магнітному зазорі між ротором і статором, з проміжками між стрижнями, рівними (0,8-1,2) ширини стрижня по колу, а кінці стрижнів закріплено на периферії двох дисків, розміщених з обох боків магнітного ротора і вільно посаджених на вал ротора на підшипниках з можливістю обертання на валу незалежно від ротора, стрижні виконано прямокутного перерізу, їх товщина рівна, менша або більша на 10-25% від ширини стрижня по колу диска. Стрижні в магнітному зазорі розміщено таким чином, щоб сили протягування їх до статора і ротора були однакові за величиною, зазор між стрижнями і ротором та стрижнями і статором вибирається мінімальний в межах центрівки ротора від 0,5 до 1,5 мм.

Статор виконано в феромагнітному циліндричному корпусі з наборних призматичних лінійних магнітів, які встановлюються однойменними полюсами, наприклад, південними S, радіально по радіусах впритул до внутрішньої циліндричної поверхні корпусу, а другі кінці цих магнітів з північними полюсами N спрямовуються до магнітного зазору, при цьому кінці магнітів, спрямовані до магнітного зазору, розміщуються щільно впритул один до одного так, щоб вони утворювали суцільне кільцеве нерухоме магнітне поле статора, а протилежні кінці, спрямовані до корпусу, встановлюються із зазором один від одного, який визначається їх радіальним напрямом, в цьому зазорі розміщується електрична обмотка високовольтного височастотного підмагнічування.

Ротор складено з окремих дисків з парамагнітного або діамагнітного матеріалу (алюміній, мідь, латунь), в дисках вифрезовано радіальні канали, в яких розміщено призматичні лінійні магніти, ширина кожного з них по колу рівна ширині феромагнітного стрижня рухомого екрану, а товщина (0,8-1,2) ширини, товщина диску більша за товщину магніту на 2-3мм так, щоб радіальні канали в дисках були відкриті з одного боку, а з другого мали стінку товщиною 2-3мм, диски з радіальними магнітами розміщуються на валу щільно один до одного глухою стінкою 2-3мм в одному напрямі так, щоб вихідні отвори каналів з радіальними магнітами утворювали одну лінію, паралельну валу, на виході каналу вифрезовано пази, в які закладено магнітні клини, що закріплюють радіальні магніти проти дії відцентрових сил, магнітні клини суцільні вздовж всього ротора, або окремі для кожного магніту виготовляються з матеріалу з високомагнітними властивостями (пермалой, магнітодіелектрик, пермендюр).

Один з дисків рухомого екрану, посаджений на шарикопідшипник на вал ротора, має шків для клинопасової передачі, яка через бокове вікно в корпусі зв'язує його зі шківом малогабаритного електродвигуна, установленого поряд з корпусом магнітного двигуна на одній плиті так, щоб вал малогабаритного електродвигуна був паралельний до вала магнітного двигуна.

На електрогенеруючому ступеню магнітного двигуна закладено електричну обмотку, параметри узгоджено з параметрами малогабаритного двигуна рухомого екрану. Живлення обмотки підмагнічування статора здійснюється перетворювачем джерела постійного струму напругою 9-12В (акумулятора) в напругу 10-60кВт з частотою 10-50кГц, перетворювач складається з вхідного ступеня, яка створює змінний струм, трансформатора, примножувача, височастотного перетворювача, генератора, формуючого імпульс, зібраних на інтегральних схемах.

Виготовлення магнітної системи статора і ротора виконується з матеріалів з високомагнітними властивостями: магнітна індукція, магнітний потік, коерцитивна сила, магнітна проникливість, сприйнятливність, анізотропія, часова постійна, електричний опір, магнітна стабільність - здатність протистояти розмагнічуванню, намагніченість, намагніченість насичення.

Замість малогабаритного електродвигуна приводу екрану встановлюється планетарний редуктор, зовнішня шестерня якого закріплюється нерухомо в корпусі, центральна шестерня вільно розміщується за допомогою підшипника на валу ротора і жорстко зв'язується стрижнями з диском екрану, а водило з сателітними шестернями жорстко шпонками закріплюється на валу ротора, замість планетарного редуктора може використовуватись варіатор подібної конструкції.

Стрижні екрану мають трапецієвидний поперечний переріз у вигляді трапеції, в якій більша основа спрямована до статора, менша - до ротора в стрижневому екрані, а в екрані з суцільного товстостінного циліндра відповідно спрофільовані вікна-прорізи так, щоб перемички утворювали стрижні з трапецієвидним поперечним перерізом.

В прорізах між магнітами статора розміщується обмотка підмагнічування, яка з'єднується з височастотним перетворювачем (конвертором), який живиться від електрогенераторної обмотки генераторної ступені магнітного двигуна і складається з височастотного перетворювача, трансформатора і примножувача. Магнітний двигун має ступінь (секцію) з електрогенераторною обмоткою.

Після зборки магнітного двигуна проводиться стабілізація магнітної системи статора і ротора проти розмагнічування частковим декілька кратним розмагнічуванням з наступним підмагнічуванням (тренувальний цикл), термічною обробкою і механічним навантаженням з напруженнями.

Замість планетарного редуктора можна використати планетарний варіатор, зовнішня обичайка якою нерухомо закріплюється в корпусі магнітного двигуна, центральний ротор планетарного варіатора розміщується вільно на підшипниках на валу ротора магнітного двигуна і зв'язується жорстко стрижнями з рухомих екраном двигуна, водило з'єднує осі сателітних проміжних дисків з валом ротора двигуна і жорстко на шпонці посаджено на вал, на водилі розміщується більше 10-ти дисків в проміжку між внутрішньою поверхнею зовнішньої обичайки і ротором планетарного редуктора, внутрішня поверхня зовнішньої обичайки і поверхня ротора варіатора виконуються конічними, асам ротор варіатора з підшипником затискається затисковою гайкою по різьбі на валу з можливістю осьового його зсуву і підтиснення конічних поверхонь обичайки, ротора і самих сателітних дисків.

На Фіг.1 показано поперечний переріз магнітного двигуна, на Фіг.2 - його повздовжній переріз.

Фіг.3 ілюструє варіанти закріплення радіально розміщених магнітів ротора в пазах дисків, які утворюють ротор: а - за допомогою магнітного клина; б - капсулюванням рідким магнітодіелектриком; в - виготовленням частини зубцевої зони, в пазах якої ставляться магніти, з магнітного діелектрика; г - пермалоевими або пермендюровими магнітними клинами.

Магнітні клини (Фіг.3 - перша зліва) збільшують надійність закріплення і протидію відцентровій силі, що намагається вирвати магніт з гнізда.

Магнітне капсулювання рідким магнітодіелектриком зменшує висоту зубцевої зони при збере-

женні заданого рівня пазового розсіяння магнітного поля (Фіг.3 - друга зліва).

Магнітне поле в повітряному зазорі вирівнюється, якщо капсулювання сумістити з виготовленням з цього ж матеріалу частини зубцевої зони (Фіг.3 - третя зліва). це рішення особливо ефективно при відносно великій магнітопроникливості магнітодіелектрика. При цьому на 15-30% порівняно з Фіг.3 - четверта зліва зменшується висота зубцевої зони ротора, що викличе за собою зростання ККД на 3-5%, зменшаться і вихрові та гістерезисні втрати.

Магнітні клини з матеріалів з великою магнітною індукцією (пермалой, пермендюр) (Фіг.3 - четверта зліва) значно підсилюють магнітне поле ротора.

На Фіг.4 зображена одна із базових моделей магнітного двигуна з рухомим екраном і схема побудови кривих, які описують зміну величини магнітного моменту μ та його плеча $x=R\cos\omega t$, $x=R\sin\omega t$

від кута повороту ротора $\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T}t$ у верхніх і

нижніх квадрантах магнітного поля двигуна. Ця базова модель характеризується наявністю чотирьох суцільних полюсів, утворених двома півколовими магнітами статора і радіально розміщеними магнітами в роторі. Ротор обертається за рахунок обертання екрану, стрижні якого переносять і підсилюють магнітне поле статора, а проміжки між ними поля статора не підсилюють і тому майже не переносять. На ротор діють одночасно у всіх квадрантах поля сили притягнення і сили відштовхування, які обертають ротор в одному і тому ж напрямі. Це досягається чергуванням полюсів статора N-S-N-S, що відображено при побудові графіку зміни магнітного моменту

$$\mu = \frac{4}{\pi} FR (\cos\omega t + \sin\omega t).$$

На схемі (Фіг.4) позначено: 1 - статор, 2 - екран, 3 - ротор, показано напрям і дії сил притягнення і відштовхування, напрям обертання екрану і ротору, який втягується в рух екраном, по осі ординат графіку відкладено момент обертання

$$\mu = \frac{4}{\pi} FR (\cos\omega t + \sin\omega t), \text{ а по осі абсцис аргумент } \omega t.$$

На Фіг.5 схема другої базової моделі магнітного двигуна з радіально розміщеними магнітами в статорі і роторі. На цій схемі такі ж самі позначення, які на Фіг.4: 1 - статор, 2 - екран, 3 - ротор.

Фіг.6 відображає фотографію дослідного зразка магнітного двигуна за схемою Фіг.5. Тут: 1 - статор, 2 екран, 3 - різновидності елементів екрану (заготовок), 4 - диск зубцевої зони статора з гніздами, в які вкладаються радіальні магніти. Екран 2 представлений у вигляді суцільного циліндра з прорізами, а елементи 3 являють окремі секції екрану.

На Фіг.7 показана комутація обмотки електрогенераторної ступені магнітного двигуна з послідовним (а) і паралельним (б) з'єднанням стрижнів обмотки.

На Фіг.8 зображена схема утворення по праву буравчика кругових електромагнітних полів

навколо кожного стрижня електрогенераторної обмотки і поєднання кругових полів в єдине суцільне обертаюче магнітне поле, яке підсилюється магнітною системою зубцевої зони.

На Фіг.9 показано деталі конструкції стрижнів екрану трапецієвидної форми, які утворюють рухомий екран, розміщений в магнітному зазорі між ротором і статором. Позначення ті ж самі, як і на Фіг.1 і 2, зображуючих конструкцію магнітного двигуна. Більші сторони трапеції S_2 поперечного перерізу стрижня рухомого екрану обернені до магнітного поля статора, а менші S_1 - до магнітного поля ротора, чим досягається додаткове підсилення магнітного поля статора за рахунок згущення силових ліній магнітного поля статора при проходженні їх крізь стрижень екрану. Додатковий коефіцієнт підсилення поля

$$k_2 = \frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{BS_2}{BS_1} = \frac{S_2}{S_1},$$

який діє крім основного коефіцієнту підсилення $k_1 = \mu_a = \mu_{\mu 0}$, що обумовлюється величиною магнітної проникливості екрану. Позначено також R - радіус ротора, d - рекомендовані середні розміри товщини екрану, колової ширини радіальних магнітів екрану, проміжків між ними і проміжків між стрижнями екрану.

На Фіг.10 показана конструкція планетарного реактора і його з'єднання з екраном і ротором магнітного двигуна в повздовжньому перерізі. Позначення ті ж, що і на Фіг.1, 2, 9, крім планетарного редуктора (див. текст).

Фіг.11 зображує поперечні перерізи через планетарний редуктор А-А і Б-Б. Тут додатково позначено: D_1 - діаметр центральної шестерні планетарного редуктора; D_2 - діаметр проміжної сателітної шестерні, D_3 - внутрішній діаметр зовнішньої нерухомої шестерні.

Фіг.12 ілюструє схему - одну з версій компоновки магнітного двигуна. Вона включає в себе заводну рукоятку зі скошеними зубцями для зачеплення і розчеплення з валом, бажано після неї мати прискорюючи передачу вузол запуску; маховик з лінточним гальмом, I ступінь з прямим магнітним полем, рухомих екраном, з обмоткою підмагнічування на полюсах статора, n - основних ступенів з радіальними магнітами, скрапом і підмагнічуванням, електрогенераторна ступінь для живлення обмоток підмагнічування, обертання екранів може здійснюватись планетарними редукторами або варіаторами.

На Фіг.13 показано схему перетворення нерухомого магнітного поля статора в рухоме обертаюче поле дією стрижнів екрану-підсилювача і проміжків між ними при обертанні екрану. Позначення ті ж, що і на всіх схемах: 1 - статор, 2 - рухомий екран, 3 - ротор. Перед пуском нерухомі екран і ротор (Фіг.13) розташовуються так, що стрижні екрану знаходяться точно навпроти магнітів ротора, магніти же статора утворюють суцільне магнітне поле.

Після запуску (Фіг.14) рух екрану випереджає ротор, ротор 3 тягнеться за скрапом 2, магнітне поле статора 1 перетворюється в обертаюче, магнітний потік деформується спочатку між статором і

екраном, а далі між екраном і ротором, що виражається у відповідному зсуву ротора відносно екрану.

На Фіг.15 показано схему загальнодоступного досліду, що підтверджує умови, при яких на обертання екрану буде витрачатися нікчемне мала енергія, обумовлена і пов'язана лише з виникненням гістерезисних вихрових і додаткових витрат в магнітних зазорах і на механічне тертя, якщо екран буде урівноважений силами притягнення ротором і статором, а магнітний аналог сили Лоренца (як доведено заявником) не протидіє обертанню екрана і інших гальмуючих обертання сил не має. Загальнодоступний дослід полягає в тому, що між полюсами сильного магніту розміщують феромагнітну пластину на підставці і валках так, щоб вона не притягувалась ні верхнім, ні нижнім полюсом, і переміщують цю пластинку на валках, фіксуючи силу опору руху пластинки по відчуттю або заміру за допомогою розтягнення легкої пружини. Якщо ж тепер змінити положення пластинки в зазорі в сторону притягнення її одним із полюсів, то сила опору руху пластинки круто зростає, порівняно з її розміщенням на нейтральній лінії.

Магнітний двигун на постійних магнітах конструкції І.М. Федоткіна складається з циліндричного феромагнітного корпусу 1, посадженого на плиту 2, нерухомого статора 3, обертаючого екрана 4, ротора 5, вала 6, розміщеною в кришках корпусу 7 на шарикопідшипниках 8 (Фіг.1, 2).

Статор 3 набирається з окремих магнітиків призматичної форми квадратного поперечного перерізу зі стороною квадрата розміром d , які розміщуються радіально по радіусах, наприклад, південним полюсом S - 9 корпусу, при цьому магніт притягується торцем до внутрішньої поверхні циліндричного корпусу (1), а північним полюсом N - 10 спрямовується до магнітного зазору між статором (1) і екраном (4). Північні полюси N магнітів в магнітному зазорі щільно прилягають друг до друга, утворюючи суцільний кільцевий магніт з однорідним радіально спрямованим однополюсним полем. Кінці радіальних магнітів статора, що прилягають до внутрішньої поверхні корпусу (1), утворюють між собою проміжки 11, трикутного перерізу, які заповнюються феромагнітними або парамагнітними стрижнями на всю глибину проміжків, або стрижнями обмотки підмагнічування.

Ротор (5) набирається з парамагнітних (алюмінієвих або мідних) дисків 12, в яких фрезеруються радіальні канали для розміщення радіальних магнітів такого ж, як у статора, квадратного перерізу зі стороною квадрата розміром d , таким чином, що по зовнішньому колу ротора в магнітному зазорі віддаль між магнітами буде рівна також d . Радіальні канали під магніти в роторі фрезеруються так, щоб вони мали днище (стінку) по товщині диска $(d+2)$ мм товщиною 2мм (або максимум 3мм). Радіальні магніти ротора спрямовуються північним полюсом N 13 до вала ротора, а південним S 14 до магнітного зазору. Диски (12) щільно друг до друга установлюються на валу (6) ротора по пресовій посадці або на цівочці, таким чином, щоб прорізи каналів магнітів по зовнішньому колу ротора утво-

рювали суцільні прямі канали вздовж і вірних ліній бокової циліндричної поверхні ротора. Ці канали перекриваються суцільними плоскими клинами 15 з метало-діелектричного матеріалу або пермалою. Для утримання цих клинів, а від того і самих радіальних магнітів, кінці радіальних каналів ротора, заповнених магнітами і обернених до магнітного зазору, виконуються у вигляді «хвоста ластівки». Цим забезпечується протидія відцентровій силі, що діє на магніти в напрямку від центра до периферії. Вузол клинового кріплення магніту ротора показано на Фіг.3.

Екран (4) складається з двох дисків 16 і 17, посаджених на валу (6) за допомогою шарикопідшипників 18 і 19 з можливістю вільного обертання навколо вала (6). До зовнішнього кола дисків (16) і (17) приварено сталеві стрижні 20, виконані з інструментальної легірованої зміненої сталі в формі призматичних стрижнів квадратної форми поперечного перерізу зі стороною квадрата розміром d . Стрижні установлено по зовнішньому колу дисків з проміжками рівними віддалі між магнітами ротора d . Діаметр дисків (16) і (17) екрана повинен бути більшим за діаметр ротора на величину магнітного зазору між ротором і стрижнями екрану (20).

Дуже важливим в конструкції магнітного двигуна є те, що величина магнітних зазорів між стрижнями екрану (4) і ротором (5), а також між стрижнями екрану і статором 3 установлюються з виконанням таких умов:

1) Ці магнітні зазори повинні бути мінімальної величини, яка визначається точністю виточки циліндричних поверхонь ротора, статора і екрана, і, головне

2) Співвідношення між розмірами зазорів екрана зі статором і екрана з ротором повинно бути таким, яке б забезпечувало рівність сил притягнення стрижнів екрана як ротором, так і статором.

Саме ця остання умова визначає мінімальну витрату енергії на обертання екрана, набагато меншу за ту енергію, яка буде вироблятися магнітним двигуном під дією потужного магнітного поля статора, яке буде переноситись і підсилуватись феромагнітними стрижнями екрану. А оскільки проміжки між стрижнями екрану магнітного поля статора на не переносять поля, а екран обертається незалежним малогабаритним електродвигуном, то і магнітне поле нерухомого статора перетворюється по відношенню до ротора в обертаюче магнітне поле, за обертанням якого буде слідувати магнітний ротор. В цьому головна відмінна ознака заявляємої конструкції магнітного двигуна і головна причина, що визначає ступінь його ефективності.

Для здійснення обертання екрана пропонується два варіанти:

1) Обертання екрану малогабаритним двигуном, який розміщується ззовні магнітного двигуна, паралельно йому, і зв'язується з диском (16) екрану клиноремінною передачею через бокове вікно в корпусі (1) за допомогою шківів 21, посадженого на диск (16). В цьому випадку за обставин, які обґрунтовуються розрахунком, електродвигун екрану при запуску ротора повинен мати систему регулю-

вання числа обертів за допомогою інвертора або резисторної схеми.

2) У другому варіанті для обертання екрану може бути використано планетарний редуктор, який розміщується всередині корпусу (1) двигуна на осі (6) ротора.

Ротор посаджено на вал за допомогою шпонки 27. Центральна шестерня 28 (Фіг.10, 11) планетарного редуктора посаджена на вал (6) ротора на підшипниках з можливістю вільного обертання на валу і жорстко з'єднана стрижнями з диском (17) екрану.

З центральною шестернею (28) входять в зачеплення проміжні сателіти шестерні 29, які водночас обкатуються по внутрішній поверхні зовнішньої нерухомої шестерні 30, закріпленої в корпусі (1).

Осі проміжних сателітних шестерень (29) закріплюються у водилі 31, яке жорстко посаджене за допомогою шпонки 32 на вал ротора. Таким чином, водило (31) обертає ротор (5), а центральна шестерня жорстко зв'язана стрижнями 33 з диском екрану, обертає екран (4).

Оскільки діаметр водила (31), рівний діаметру розміщення осей сателітних шестерень (29), більший за діаметр центральної шестерні (28), жорстко зв'язаної з екраном (4), то екран буде обертатися швидше за ротор, який буде слідувати за обертанням екрану і відставати від нього на величину скочування ротора у магнітному полі, як у асинхронних електродвигунів.

Магнітна система двигуна під дією гістерезисних і вихрових втрат буде нагріватись. Для її охолодження, як і всіх електричних машин, використовується вентилятор 22. Магнітний двигун оздоблюється ще маховиком 23, лінтотним гальмом 24, зі штоком і навантаженням 26.

З'єднання двигуна з валом генератора або трансмісії будь-яких машин (автомашин) може здійснюватись електромагнітною муфтою. Ця муфта може виконувати водночас і функції гальма та вимірювача потужності і числа обертів двигуна.

Конструктивний варіант рухомого екрану. Екран (4) (Фіг.1, 9) може бути виконано у вигляді суцільного циліндра з прорізами (Фіг.6, поз.2) або збірної конструкції, яка складається з двох дисків 16, 7 (Фіг.2), на яких закріплюються призматичні стрижні 20 з проміжками між ними.

Конструктивний варіант рухомого екрану виконаний з набору феромагнітних стрижнем, закріплених на дисках і утворюючих циліндричну клітку типу «біячого колеса» асинхронного двигуна, а у вигляді суцільного товстостінного циліндра 2 з повздовжніми прорізами, як це зображено на фотографії (Фіг.6). ширина прорізів в цьому випадку повинна бути рівна величинам проміжків між радіальними магнітами ротора на зовнішньому периферійному колі ротора, а кількість прорізів на суцільному циліндрі екрану повинна відповідати кількості проміжків між радіальними магнітами ротора по периферії ротора, ширина утворених таким чином стрижнем відповідатиме розмірам торців радіальних магнітів на периферії ротора.

Форма поперечного перерізу стрижнів рухомого екрану 20 (Фіг.2, Фіг.9) виконується у вигляді трапецій, обернених більшою основою S_2 (Фіг.9)

до статора, а меншою S_1 - до ротора. При такому виконанні, як показано в описі креслення (Фіг.9), виникає і створюється додаткове підсилення магнітного поля статора з коефіцієнтом $k_2 = \frac{S_2}{S_1}$, крім

основного підсилення з $k_1 = \mu \mu_0$.

Крім планетарного редуктора для обертання екрану може бути використано планетарний варіатор, зовнішня обичайка якого нерухомо закріплюється в корпусі магнітного двигуна, центральний ротор (диск) планетарного варіатора розміщується вільно на підшипниках на валу ротора магнітного двигуна і зв'язується жорстко стрижнями з диском рухомого екрану двигуна, водило з'єднує осі сателітних проміжних дисків з валом ротора двигуна і жорстко на шпонці посаджено на вал, на водилі розміщується більше 10-ти дисків в проміжку між внутрішньою поверхнею зовнішньої обичайки і ротором планетарного варіатора, внутрішня поверхня зовнішньої обичайки і поверхня ротора варіатора виконуються конічними, а сам ротор варіатора з підшипником затискається гайкою по різьбі на валу з можливістю осьового зсуву і підтиснення конічних поверхонь обичайки і ротора, а також затиску між ними самих сателітних дисків для забезпечення необхідною зчеплення між обичайкою, дисками і ротором варіатора.

Робота магнітного двигуна

Магнітний двигун (Фіг.1, 2) працює наступним чином.

Запуск двигуна в залежності від варіанту приводу в рух екрану може здійснюватись за допомогою малогабаритного електродвигуна або планетарного редуктора. І в тому, і в іншому разі запуск починається з найменшого числа обертів, яке визначається прирівнюванням величини магнітної постійної часу τ до часу пробігу ротором проміжку S між радіальними магнітами ротора, вимірюваному по зовнішньому колу ротора. При використанні планетарного редуктора або варіатора запуск може здійснюватись вручну за допомогою заводної рукоятки (Фіг.12) і прискорюючого редукторного механізму. Нарощування числа обертів при запуску руху екрану малогабаритним електродвигуном здійснюється за допомогою інвертора або резисторної схеми.

Після запуску екрану 4 (Фіг.1) в рух стрижні екрану 20 (Фіг.2), підсилюючи нерухоме магнітне поле статора і водночас обертаючись, переносять підсилений магнітний потік зі статора на ротор. Оскільки проміжки між стрижнями такого підсилення і оберального переносу магнітного поля статора на ротор не дають, то обертання екрану здійснює обертання магнітного поля статора в магнітному зазорі між ротором і екраном. В цьому можна впевнитись, застосувавши енергію руху. Зупинимо скрап уявно, отримаємо обертання поля статора.

При цьому радіальні магніти ротора своїми торцями притягуються до стрижнів екрану, і ротор втягується в обертання, слідує за екраном (Фіг.13).

Оскільки сили притягнення екрану ротором і статором однакові за величиною і протилежні за

напрямом, сила Лоренца, її магнітний аналог, не є гальмуючою силою, то гальмування руху екрану не відбувається. В цьому можна впевнитись на загальнодоступному експерименті (Фіг.14 - див. опис креслень).

Витрати енергії на обертання екрану пов'язані з гістерезисними, вихровими і додатковими витратами енергії, показаними в розрахунковій частині опису.

Гальмування обертання чинять сили механічного тертя, що складають, як і в електричних машин [29] від 3 до 5% потужності двигуна.

Для запобігання розмагнічування магнітної системи, крім її стабілізації, періодично включається імпульс обмоток підмагнічування токами високої частоти через перетворювач, який живиться або від акумулятора, або від електрогенератора них обмоток електрогенератора них секцій двигуна.

Стабілізація магнітної системи діє проти її розмагнічення. Стабілізацію магнітної системи проводять після завершення повного збору магнітного двигуна. Для магнітної стабілізації використовують часткові багатократні розмагнічення магнітної системи з послідовними підмагнічуваннями - тренувальні цикли (метод заявника). А також термообробка магнітної системи, застосування механічних навантажень та викликаних ними напружень [27].

При обертанні екрану за допомогою планетарного редуктора або варіатора відбувається кінематична взаємодія всіх пов'язаних між собою деталей. Обертання вала ротора двигуна викликає обертання водила 31 (Фіг.10, 11) планетарного редуктора. Обертання водила приводить в рух проміжні сателітні шестерні 29, які набігають на зубці нерухомо закріпленої зовнішньої шестерні 30 і водночас обертають центральну шестерню 28 редуктора в тому ж самому напрямі, в якому обертається водило. Центральна шестерня 28 жорстко зв'язана стрижнями 33 з диском 17 екрану (Фіг.10) і обертає екран, а водило жорстко шпонкою 32 зв'язано з валом двигуна і обертає ротор. Оскільки діаметр розміщення осей сателітних шестерень 29 ($D_1 + D_2$) більший за діаметр центральної шестерні D_1 (Фіг.10), то екран 20, зв'язаний з центральною шестернею 28, буде обертатися швидше за ротор 5, зв'язаний з водилом 31. Обертаючись, скрап 20 (17, 16) буде тягнути за собою магнітний ротор 5 (Фіг.10), і магнітний двигун буде працювати, виділяючи частину своєї магнітної енергії на обертання екрану.

Співвідношення швидкості екрану до швидкості ротора 5 в магнітному полі визначається відношенням

$$k = \frac{D_1 + 2D_2/2}{D_1} = 1 + \frac{D_2}{D_1}.$$

Швидкість обертання екрану буде більша за швидкість обертання ротора в k раз. А проковзування буде складати різницю швидкостей $v_{ск} = v_e - v_p$ і визначатися коефіцієнтом

$$k = \frac{v_e - v_p}{v_p} = \frac{D_2}{D_1}.$$

Чим менше будуть сателітні шестерні і більша центральна, тим менше буде ковзання.

Використання планетарного редуктора для приводу в рух екрану

Замість малогабаритного електродвигуна, який живиться від акумулятора або електрогенераторної ступені МД, для обертання екрану можна використати планетарний редуктор.

Планетарний редуктор складається з зовнішньої шестерні з внутрішнім зчепленням, нерухомо закріпленої в корпусі редуктора і центральної шестерні з зовнішнім зчепленням, зв'язаної з приводним валом. Між зовнішньою і внутрішньою шестернями розміщено проміжні сателітні шестерні, осі яких пов'язані з водилом, що вільно посаджено на приводний вал з можливістю обертання на ньому. При обертанні центральної шестерні зчеплені з нею сателітні шестерні обертаються в протилежну сторону і пробігають одночасно по зубцях нерухомої зовнішньої шестерні, обертаючи таким чином водило в той же бік, в який рухається центральна шестерня.

Головним співвідношенням в редукторі є рівність між собою всіх лінійних колових швидкостей всіх зчеплених між собою шестерень:

$$v = \pi D_1 n = \text{const},$$

де D_1 - початкове коло, по якому дотикаються шестерні, n - число обертів.

З цієї властивості, не вводячи числа зубців z , можемо визначити всі передаточні відношення. Нехай початковий діаметр центральної шестерні буде D_1 , а число її обертів n_1 , у сателітних шестерень відповідно D_1 і n_2 , а у водила D_3 і n_3 . Тоді маємо $D_1 n_1 = D_2 n_2$, звідки $n_2 = n_1 \frac{D_1}{D_2}$, з рівності

$$D_2 n_2 = D_3 n_3 \text{ маємо } n_3 = n_2 \frac{D_2}{D_3} = n_1 \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{D_2}{D_3} = n_1 \frac{D_1}{D_3}.$$

Швидше буде обертатися та шестерня, котра має менший діаметр.

Якщо зв'язати ротор з центральною шестернею, а екран з водилом, то ротор буде обертатися швидше за екран, бо $D_2 < D_3$. Це вступає в протиріччя з принципом роботи МД, за яким ротор повинен слідувати за екраном, який втягує його в обертаний рух.

Тому з центральною шестернею треба зв'язувати екран, а ротор - з водилом. Годі ротор буде втягуватись в рух обертанням екрану.

Оскільки $D_3 > D_1$, то ротор буде відставати в обертанні від екрану, який його випереджатиме і буде тягти за собою.

Виникає ковзання ротора у магнітному полі, як у асинхронного електродвигуна. Величина ковзання буде

$$n_3 = n_1 \frac{D_1}{D_3} = n_1 \frac{D_1}{D_1 + 2 \frac{D_2}{2}} = n_1 \frac{1}{1 + \frac{D_2}{D_1}},$$

звідки

$$\frac{n_1 - n_3}{n_1} = \frac{D_2}{D_1}.$$

Для дослідного зразка ковзання буде

$$\frac{D_2}{D_1} 100 = \frac{10}{130} 100 = 7,5 \%.$$

Зі збільшенням D_1 ковзання зменшується до 3%, що є нормою. Це ковзання кінематичне, примусове. Якщо ж крім нього ротор буде мати своє власне ковзання в магнітному полі статора від навантаження, то, оскільки ротор кінематично жорстко зв'язаний з екраном, це ковзання від навантаження не буде відбиватися на кінематичному ковзанні, а більше того, воно буде компенсувати кінематичне ковзання.

З метою зменшення кінематичного ковзання ротора відносно екрану можна замінити планетарний зубчатий редуктор на планетарний пластмасово-гумовий беззубчатий варіатор, або на варіатор з шевронною насічкою. Тоді з'являється можливість значного зменшення діаметрів сателітів D_2 при значному збільшенні їх кількості. При цьому внутрішню поверхню зовнішньої обичайки і внутрішнього ротора виконати конічними, а самі сателіти у формі дисків. Для підвищення сил зчеплення між поверхнями сателітів, зовнішньої обичайки і ротора планетарного варіатора поряд з конічністю контактуючих поверхонь слід встановити стопорні виточки в корпусі для зовнішньої обичайки і підтискну гайку з нарізкою на валу для ротора варіатора. В цьому випадку ковзання ротора МД відносно екрану можна знизити до 0,5-1,5%.

Визначення швидкості ковзання ротора відносно екрану

Швидкість ковзання ротора відносно екрану

$$v_{\text{ск}} = v_e - v_p,$$

де v_e - лінійна колова швидкість обертання екрану, що втягує в рух ротор, v_p - швидкість обертання ротора, $v_e = \pi D_e n_e$, $v_p = \pi D_p n_p$, $v_{\text{ск}}$ - є відносна швидкість ротора відносно екрану.

Коефіцієнт ковзання буде

$$k = \frac{n_e - n_p}{n_p} = \frac{n_3 - n_1}{n_1},$$

де n_e , n_p - число обертів екрана і ротора відповідно, n_1 і n_3 - число обертів центральної шестерні і водила планетарного редуктора або варіатора.

При цьому $n_e = n_3$, а $n_p = n_1$.

Як було показано вище.

$$k = \frac{n_3 - n_1}{n_1} = \frac{D_2}{D_1},$$

де D_2 - діаметр проміжної сателітної шестерні, закріпленої на осі в водилі, D_3 - діаметр зовнішньої шестерні, тому

$$\frac{n_3 - n_1}{n_1} = \frac{D_3 - D_1}{D_1} = \frac{2D_2/2}{D_1} = \frac{D_2}{D_1}.$$

Збираючи ці результати, знаходимо

$$v_{\text{ск}} = k v_p = k \pi D_p n_p,$$

де $k = \frac{D_2}{D_1}$ - коефіцієнт кінематичного ковзання.

Працездатність і промислова придатність магнітного двигуна

Для встановлення працездатності і промислової придатності потрібно:

- Довести, що принцип, покладений в основу магнітного двигуна, забезпечує його обертання при нерухомих постійних магнітах в статорі,

- Показати, що витрати енергії на забезпечення обертання магнітного двигуна значно менші за енергію, яка ним виробляється,

- Встановити джерело енергії і показати, що вичерпання енергії на зовнішнє навантаження магнітного двигуна в порівнянні з її поповненням економично доцільне.

- Дати теоретичне обґрунтування роботі магнітного двигуна і методику його розрахунку, яка б забезпечувала повторність і відновлення розрахункових результатів, закладених в конструкцію магнітного двигуна,

- Вказати методи підвищення та відновлення стабільності працездатності магнітного двигуна, які б підтверджували перспективність даної конструкції порівняно з іншими (порівняно з електрокаром).

В Україні прийнято державну концепцію і видано відповідну постанову про створення нової галузі машинобудування в автомобілебудуванні - екомобільну промисловість з орієнтацією на електромобілі на акумуляторах.

Автомобіль на електромоторі та акумуляторах має такі недоліки:

1. Маса акумуляторів, яку постійно треба возити з собою, становить від 600кг - на легковій автомашині, до 1200кг - на середньої потужності вантажівці,

2. Підзарядки акумуляторів вистачає лише на 100км пробігу,

3. Для зарядки акумуляторів потрібна їх заміна на справ очній станції і стаціонарна наступна зарядка від електромережі ТЕЦ, яка потребує енергію, вартість якої такого ж порядку, як і пального для двигунів внутрішнього згорання.

Ці всі недоліки в магнітному двигуні відсутні. Для підзарядки магнітної системи токами ВЧ потрібно в магнітній системі статора замість конічних вставок 11 закласти ВЧ обмотку і виконати зубцеву зону, як показано на фотографії магнітного двигуна (Фіг.6).

Суть самого принципу перетворення нерухомого магнітного поля статора, складеного з постійних магнітів, в рухоме обертаюче магнітний ротор поле полягає в наступному. Рухомий екран складено з феромагнітних стрижнів прямокутного перерізу, які розміщено в магнітному зазорі між ротором і статором, закріплено на дисках, вільно посаджених на вал ротора, і розташовано по циліндричній поверхні, яку вони утворюють, з проміжками між стрижнями, шириною по колу, рівною 0,8-1,2 ширини стрижня. При обертанні екрану ці проміжки не переносять магнітного поля статора. Воно переноситься і підсилюється магнітними стрижнями, чим і забезпечується перетворення нерухомого поля статора в рухоме, за рухом якого слідує магнітний ротор і таким чином приводиться в обертання. Якщо застосувати принцип обернення обертального руху і зупинити екран, то отримаємо обертання поля статора.

Підсилююча дія екрану, яка збільшує силу дії магнітного поля статора на ротор, пов'язана з магнітною проникливістю феромагнітного матеріалу екрана і діє подібно феромагнітним наполюсникам.

Відносна магнітна проникливість. Величина, яка показує, в скільки раз збільшується (або зменшується) магнітна індукція в речовині, розміщеній в магнітному полі, є відносною магнітною проникливістю μ [13, 23]:

$$\mu = \frac{B}{B_0} \quad (1)$$

Якщо в магнітному полі помістити речовину, то магнітна індукція B і магнітний потік $\Phi = SB$ зміняться при незмінній напруженості H магнітного поля. Під дією магнітного поля магнітні диполі, які містяться в речовині, орієнтуються в напрямі магнітного поля і збільшують магнітну індукцію від величини B_0 до B і магнітний потік від Φ_0 до Φ . Приріст магнітної індукції $\Delta B = B - B_0$ визначається намагніченістю матеріалу \mathfrak{I}

$$B = \mu_0 H, \quad (2)$$

де $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ В} \cdot \text{с} / (\text{А} \cdot \text{м})$ - магнітна постійна.

Звідси магнітна сприйнятливості

$$x = \frac{\mathfrak{I}}{\mu_0 H} = \frac{B - B_0}{\mu_0 H} = \frac{B - B_0}{B_0} = \mu - 1. \quad (3)$$

На цій властивості намагніченості, магнітної сприйнятливості відповідно до цих характеристик вибраного матеріалу рухомого екрану ґрунтується введена нами в конструкцію магнітного двигуна підсилююча дія екрану.

Сила Лоренца. Сила Лоренца для електричного заряду Q , який рухається в магнітному полі з індукцією B і зі швидкістю K визначається:

$$F = Q \left(\vec{v} \times \vec{B} \right). \quad (4)$$

Якщо V перпендикулярно до B , то

$$F = QVB, \quad (5)$$

саме так і в нашому випадку в магнітному двигуні.

Таким чином вектори \vec{V} , \vec{B} , \vec{F} утворюють праву систему координат.

Так як сила діє перпендикулярно швидкості і напрямку поля, то вона змінює напрям поля, але не змінює його величини, тобто гальмування руху заряду в магнітному полі не відбувається [23].

Користуючись методом аналогізації, розробленим заявником [28], по аналогії для магнітної маси μ , перенесеної (підсиленої) на екран статора, який рухається з коловою швидкістю обертання екрана

$$V = \pi D n, \quad (6)$$

де D - діаметр екрана, n - число його обертів за 1 сек., в магнітному полі статора з індукцією B , магнітна маса екрана μ буде сприймати дію сили аналогічної до сили Лоренца, проте вона не буде гальмувати рух екрану.

Визначення втрат в металі екрану. Питомі втрати в залізі складаються з гістерезисних p_r , вихрових p_v і додаткових p_d [24, 27]:

$$p_p = p_r + p_v + p_d. \quad (7)$$

Гістерезисні втрати пропорційні площі петлі гістерезису:

$$p_r = f \frac{\Phi H \Delta B}{\gamma}, \quad (8)$$

а також частоті f перемагнічування і обернено пропорційні питомій вазі γ .

В умовах магнітного двигуна екран не у всіх конструкціях піддається перемагнічуванню. Гак у базовій конструкції з 4-х полюсним статором (Фіг.4) частота перемагнічування буде при числі обертів екрану $n = 49 \frac{1}{\text{с}}$

$$f = zn = 4 \cdot 49 = 146 \text{ Гц}.$$

А у базовій конструкції з радіально встановленими магнітами в статорі, обернутими однойменними полюсами до магнітного зазору, перемагнічування екрану не буде (Фіг.5).

Втрати від вихрових токів залежать не тільки від магнітних, а і від електричних властивостей матеріалу екрану

$$p_v = \frac{16 \pi^2 f^2 B_{\max}^2}{\rho}, \quad (9)$$

де B_{\max} - максимальна індукція, f - частота перемагнічування, d - товщина екрану, ρ - питомий електричний опір (Ом·м).

Додаткові втрати не піддаються розрахунку [24, 27].

Оскільки до формул (8), (9) для p_r і p_v входить частота перемагнічування f , то при відсутності перемагнічування (Фіг.5) ці втрати рівні нулю. Але вихрові втрати можуть виникати і в результаті ковзання ротора відносно екрану і в деяких випадках в результаті обертання екрану в магнітному полі статора. В останньому випадку в формулі (9) для p_v приймається f рівній $(\omega_e - \omega_p)$, а B_{\max} - максимальній індукції статора.

Нормуються питомі втрати при індукції 1,7 або 1,5Тл і частоті $f = 50 \text{ Гц}$, тобто частоті обертання $n = 50$ обертів за 1сек. Або 3000-2950об/хв.

Вибір матеріалу для екрану і магнітної системи магнітного двигуна

Дуже важливим є вибір матеріалу екрану для забезпечення малих втрат і для запобігання значних витрат потужності на його обертання. Матеріал екрану повинен також мати велику відносну магнітну проникливість μ , яка б забезпечувала найбільше підсилення поля статора, великою коерцитивною силою магнітної взаємодії.

Крім того, треба зважати на наступні магнітні характеристики при виборі матеріалів для магнітної системи магнітного двигуна і екрану. Від величини магнітної індукції, магнітного потоку, намагніченості, магнітного моменту, коерцитивної сили, анізотропії, магнітної проникливості, електричного опору, постійної часу (τ), магнітної сприйнятливості ($x = \frac{\mathfrak{I}}{\mu_0 H}$), залежать потужність, яку розвиває

магнітний двигун, напруженість поля, що створюється в зазорі, величина гістерезисних і вихрових втрат, здатність підсилювати магнітне поле статора і особливо стабільність, тобто здатність протистояти розмагнічуванню, протяжність періоду активної експлуатації, ефективність магнітного двигуна.

Для вибору матеріалу для магнітної системи магнітного двигуна наводимо табл.

Характеристика матеріалів для екрану і магнітної системи магнітного двигуна

Матеріали	Відносна магнітна проникливість, віднесена до проникливості повітря μ_0		Коерцитивна сила H_c , (А/м)	Індукція насичення B_n , (Тл)	Питомий електричний опір ρ , (Ом·м)
	Початкова μ_n	Максимальна μ_m			
Технічне чисте залізо (С до 0,05%) або низько вуглецева сталь	250	3500-4000	10-100	2,18	10^{-7}
Електротехнічні сталі	200-600	3000-8000	10-65	1,89	$(2,5-6)10^{-7}$
Пермаллой: 40-50% Nc 79% Ni	$(3-4)10^3$ $15 \cdot 10^3 - 10^5$	$(15-60)10^3$ $(70-300)10^3$	5-32 0,65-4	1,3-1,6 0,7-0,75	$(4,5-9)10^{-7}$ $(1,6-8,5)10^{-7}$
Пермендюрї: 30-51% Со, 1,5-2% V	$5 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^5$	5-10	2,43	10^{-7}
Ферити: нікель-цинкові марганець-цинкові	10-2000 700-20000	40-7000 $1800-35 \cdot 10^3$	8-1700 0,25-28	0,2-0,35 0,15-0,46	10^8-10^9 10^2-10^3
Магнітодіелектрики високочастотні	5-100	150	30	0,2-0,4	10^6-10^9

Слід мати на увазі також, що створення все потужніших магнітних матеріалів весь час прогресує: сегнетомагнетики, ніобієві, самарієві магніти та ін. Бурно розвиваються наукові досягнення в галузі пової електромагнітодинаміки [7], відкрито скалярне і повздовжнє магнітне поле [1-4] надзвичайної сили.

Ефективність магнітного двигуна залежить від величин затрат енергії на обертання екрану. Екран урівноважується силами притягнення ротора і статора, магнітний аналог сили Лоренца не протидіє обертанню екрана (висновок заявника). Питомі втрати енергії на обертання екрану складаються із витрат енергії на гістерезисні і вихрові втрати, втрати в повітряних зазорах та виграти на подолання механічного тертя.

Загальні втрати

Втрати на гістерезис за 1 цикл перемагнічування в об'ємі V рівні $\eta B_m^n V$, де $n \approx 2$, $\eta = 1,2$ - емпіричний коефіцієнт. В одиницю часу відбувається f циклів перемагнічування, де f - частота перемагнічування. Тому загальні втрати потужності на перемагнічування, втрати на гістерезис рівні

$$P_r = \eta f B_m^n V \quad (n=2) \quad (10)$$

Порівняння з формулою для питомих витрат (8) дає

$$P_r = \rho_r \eta \mu V = \rho_r \eta \mu G, \quad (11)$$

де $G = \gamma V$ - маса феромагнетику.

Загальні втрати потужності на вихрові струми у феромагнетику з питомою електропровідністю $1/\rho$ (табл.) складають

$$P_v = \frac{4}{3} k_\Phi^2 d^2 f^2 B_m^2 \frac{V}{\rho}. \quad (12)$$

Порівнюючи з формулою (9) для питомих витрат, знаходимо

$$P_v = \rho_v \gamma V = \rho_v G. \quad (13)$$

Тут $V = hld$ - об'єм стрижня екрану товщиною d , шириною h (по колу) і протяжністю l , k_Φ - коефіцієнт

форми кривої індукції B/H , амплітудне значення (максимальне) першої гармоніки якої рівно B_m .

При виборі перерізу стрижня з перерізом $h_1 d_1$, в якому $d_1 < h_1$ - товщина стрижня менша за ширину по колу, на стрижень, який має квадратний переріз h_2 , який має більший момент інерції і чинить більший опір згинанню відцентровою силою.

Для того, щоб провести таку заміну, не збільшуючи витрат на вихрові струми, прирівнюємо вирази (12) для втрат на вихрові струми в обох випадках, отримуємо

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{d_1^3}{h_2^3}, \quad \text{звідки } h_2 = \sqrt[4]{d_1^3 h_1}. \quad (14)$$

тобто сторона перерізу нового стрижня h_2 , (квадратного) з феромагнетика може бути виконана значно більшої величини, ніж товщина d_1 стрижня, який замінюється.

Цей висновок має велике практичне значення.

Методика розрахунків магнітного двигуна

Майже жоден патент, виданий патентними відомствами будь-якої країни, не можна реалізувати через відсутність режимних параметрів і методів їх розрахунків.

Дається правовий захист на набір вузлів і деталей, їх сполучення в заявляємий об'єкт, який не може працювати і бути відтвореним через відсутність методики розрахунків режимів, за якими він працює або не працює. Тому приводимо методику розрахунку магнітного двигуна, з якої слідує спосіб реалізації агрегату.

Магнітний потік Φ виражається через нормальну складову магнітної індукції B_n і площу перерізу поля A :

$$\Phi = B_n A; \quad B_n = B \cos \alpha, \quad \alpha = \angle \vec{B}, \vec{n} = B \cos \alpha, \quad (15)$$

а сила притягнення між магнітами F залежить від магнітної індукції B_δ в магнітному зазорі і площі зазору S_δ :

$$F = B_{\delta}^2 S_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta}^2}{A^2} S_{\delta} \quad (16)$$

при постійній силі взаємодії ($F = \text{const}$).

Для базової моделі магнітного двигуна з прямим магнітним полем статора із 4-х суцільних магнітів і набором радіально установлених магнітів в роторі (Фіг.4) розрахунки підтверджують її працездатність.

Пряме магнітне поле установлюється між двома півкільцевими магнітами статора і радіально розміщеними магнітами ротора. При цьому полюси магнітів статора передуються по колу S-N-S-N. В цьому випадку в I-му квадранті кола виникає сила відштовхування, в II-му - сила притягнення, в III-му - сила відштовхування і в IV-му сила притягнення, а магніти ротора обернені до магнітного зазору полюсами N, квадранти (четвертини кола) нумеруються так, як у тригонометричному колі. В той час, коли сила притягнення притягує ротор, а сила відштовхування відштовхує - ця пара сил одночасно обертає ротор в одному і тому ж напрямі.

$$\begin{aligned} \sum M &= \int_0^{2\pi} \langle F \rangle R \cos \alpha d\alpha = \langle F \rangle R \int_0^{\pi/2} \cos \alpha d\alpha + \langle F \rangle R \int_{\pi/2}^{\pi} \cos \alpha d\alpha + \langle F \rangle R \int_{\pi}^{3/2\pi} \cos \alpha d\alpha + \langle F \rangle R \int_{3/2\pi}^{2\pi} \cos \alpha d\alpha = \\ &= \langle F \rangle R \sin \alpha \Big|_0^{\pi/2} + \langle F \rangle R \sin \alpha \Big|_{\pi/2}^{\pi} + \langle F \rangle R \sin \alpha \Big|_{\pi}^{3/2\pi} + \langle F \rangle R \sin \alpha \Big|_{3/2\pi}^{2\pi} = FR \langle -0 \rangle - FR \langle 1-1 \rangle - FR \langle 1-0 \rangle + \\ &+ FR \langle -0 \rangle = FR + FR + FR + FR = 4FR \end{aligned} \quad (19)$$

Це максимальний момент: показує, що рух ротора при чергуванні сил притягнення і відштовхування буде відбуватися в одному і тому ж напрямі.

Покажемо це розрахунком.

Обертальний момент буде

$$\mu = \frac{8}{\pi} FR \langle \cos \omega t + \sin \omega t \rangle, \quad (17)$$

де $\omega = \frac{2\pi}{T}$ - частота обертання ротора, T - час

обертання ротора на 1 оберт, F - сила взаємодії, яка визначається за формулою (16).

Обертаючий момент в будь-якій точці кола дорівнює

$$\mu = (\pm F)x = (\pm F)R \cos \alpha, \quad (18)$$

де знак \pm вказує на напрям сили - притягнення або відштовхування - $x = R \cos \alpha$ - плече цієї сили для кожного магніту в даний час t , α - кут повороту

радіуса R , $\alpha = \omega t = \frac{2\pi}{T} t$.

В якості відправної точки виберемо крайню ліву (Фіг.4). Тоді сумарний момент буде (максимальний):

її середині кожного квадранту обертаючий момент змінюється по синусоїді. Середнє його значення знаходиться усередненням за чверть періоду $T/4$:

$$\frac{4}{T} \int_0^{T/4} FR \cos \omega t dt = \frac{4\omega}{2\pi} \int_0^{\pi/2\omega} FR \cos \omega t dt = \frac{4\omega}{2\pi\omega} \int_0^{\pi/2\omega} \cos \omega t dt = \frac{2}{\pi} FR \sin \omega t \Big|_0^{\pi/2\omega} = \frac{2}{\pi} FR \left(\sin \frac{2}{\pi} - 0 \right) = \frac{2}{\pi} FR \quad (20)$$

Помноживши на 4 квадранта, отримаємо

$$\sum M = 4 \frac{2}{\pi} FR = \frac{8}{\pi} FR < 4FR \quad (21)$$

Середній обертаючий момент менший за максимальний, проте наближується до нього. Сила F взаємодії магнітів прийнята постійною.

Магнітне поле статора підсилюється рухомим екраном. Якщо вибрати матеріал екрану ферит (табл.), то це підсилення буде визначатись абсолютною магнітною проникливістю

$$\mu_{\text{абс}} = \mu \cdot \mu_0, \quad (22)$$

де $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ В} \cdot \text{с} / (\text{А} \cdot \text{м})$ - магнітна постійна.

Для фериту підсилення поля буде

$$\mu_{\text{абс}} = \mu \cdot \mu_0 = 10^8 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} = 1,257 \cdot 10^2, \quad (23)$$

тобто більше ніж у 100 разів.

Це підсилення збільшує потужність магнітного двигуна і не відбивається на втратах потужності на обертання екрана гістерезисних і вихрових, так як вони діють на екран до підсилення поля екраном. Така ситуація разом з підсиленням поля ротора магнітними клинами свідчить ще раз про значне

перевищення потужності магнітного двигуна над втратами її за рахунок обертання екрану.

Саме ця обставина показує визначну роль вибору матеріалу екрана і вирішальний вплив вибору матеріалу для магнітної системи магнітного двигуна на його потужність.

При змінній силі взаємодії ($F = \text{var}$)

Радіально-дотичне магнітне поле утворюється магнітами ротора і магнітами статора, розміщеними по твірних до зовнішнього кола ротора або виключно радіально. Для радіального магнітного поля сила F взаємодії між магнітами є силою відштовхування або притягнення і тому не міняє свого знаку (напрямку дії) вздовж кола, але внаслідок зміни віддалі між взаємодіючими магнітами ротора і статора змінює свою величину вданому конструктивному варіанті магнітного двигуна, маємо

$$F = \frac{\Phi^2}{A^2 4\pi \mu_0 r^2} = \frac{\text{const}}{r^2}, \quad (24)$$

де $r=R\varphi$ і змінюється по колу від b до $R\frac{2\pi}{z}$, b - ширина магніту по колу, а $\frac{2\pi R}{z} = t_0$ - крок між магнітами по колу.

При повороті ротора на 1 крок між магнітами сила F змінюється від величини

$$F_1 = \frac{k}{b^2} \text{ до } F_2 = \frac{k}{t_0^2}, \quad (25)$$

$$\text{де } k = \frac{\Phi^2}{A^2 4\pi\mu_0} = \text{const}.$$

$$\overline{F} = \frac{1}{t_0 - b_0} \int_{b_0}^{t_0} \frac{k}{t^2} dt = \frac{k}{t_0 - b_0} \left(\frac{1}{t_0} - \frac{1}{b_0} \right) = k \frac{t_0 - b_0}{b_0 t_0} = \frac{k}{b_0 t_0} \quad (27)$$

для однієї ячейки, їх кількість - z (число радіальних магнітів ротора).

Це середнє значення сили взаємодії магнітів ротора і статора, працюючих на відштовхуванні в інтервалі $(b_0 - t_0)$, де b - ширина магніту по колу, $t_0 = \frac{2\pi R}{z}$ - крок між магнітами, R - радіус ротора.

При розміщенні магнітів в роторі радіально момент обертання рівний $\mu = FR$, але сила F взаємодії зменшується по мірі віддалення магніту від b_0 до кінця кроку t_0

$F = \frac{k}{b_0 t_0}$, де $k = \frac{\Phi^2}{A\mu_0 4\pi}$, $\Phi = BA$ - магнітний потік.

Загальний обертаючий момент за 1 оберт для радіального поля буде

$$\sum M = zFR = z \frac{k}{b_0 t_0} R \quad (28)$$

де z - число радіальних магнітів в роторі, b_0 - ширина магніту по колу $t_0 = \frac{2\pi R}{z}$ - крок між магнітами.

Підставивши в вираз (27) $t_0 = \frac{2\pi R}{z}$, отримаємо

$$\sum M = z^2 \frac{k}{2\pi b_0}.$$

Цікавий висновок, що загальний момент обертання не залежить від радіуса ротора R , але пропорційний квадрату числа магнітів в роторі z^2 .

Порівняння величин моментів обертання для розглянутих двох конструкцій дає:

$$\sum M = \frac{8}{\pi} FR, \quad F = \text{const}$$

радіальне

$$\sum M = z \frac{k}{b_0 t_0} R = z^2 \frac{k}{2\pi b_0} = zFR,$$

Потенціал магнітного поля змінюється по гіперболі

$$\Psi = \frac{k}{r}, \quad (26)$$

$$\text{так як } F = \frac{d\Psi}{dr} = \frac{k}{r^2}.$$

Середньо-інтегральна величина сили буде за формулою:

$$\overline{f} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f dx$$

$$\text{де } F = \frac{k}{b_0 t_0}, \quad R = \text{const}.$$

В результаті порівняння

$$\sum M = \frac{8}{\pi} FR \quad \text{і} \quad \sum M = zFR$$

число магнітів $z \gg \frac{8}{\pi}$ - обертаючий момент

радіального поля буде більшим, ніж прямого.

Для плавності обертання в ступенях без рухомого екрану, працюючих на силах відштовхування, доцільно мати на валу ротора набір дисків з радіально або радіально-дотично розташованими магнітами, при цьому диски розміщуються зі зсувом один відносно другого на кут $\varphi = \frac{360}{zn}$, де n число дисків на валу, а z - число магнітів в диску.

Таким чином, в агрегаті магнітного двигуна поряд з радіальними ступенями з рухомих екраном можуть бути ступені з радіально-дотичними магнітами, працюючими на відштовхуванні, без рухомих екранів.

Порівнюючи дві базові схеми магнітного двигуна (Фіг.4 і 5), знаходимо, що в першій схемі з суцільними магнітними полюсами і 4-х кратним перемагнічуванням екрану за 1 оберт частота перемагнічування складатиме $f = 4 \cdot 50 = 200 \frac{1}{\text{с}}$, де

50 - число обертів за 1 сек. В той час як у другій схемі (Фіг.5) з радіальними магнітами перемагнічування екрану не відбувається, а момент обертання вищий, ніж у першій схемі.

$$\sum M = zFR, \quad F = B_\delta^2 S_\delta \quad (29)$$

Для першої схеми всередині нижнього квадранту обертаючий момент $M = FR \sin \omega t$ (Фіг.4), а всередині верхнього квадранту $M = FR \cos \omega t$, середній за 1 квадрант обертаючий момент дорівнює (за $\frac{1}{4}$ періоду T)

$$\bar{M} = \frac{4}{T} \int_0^{T/4} FR \cos \omega t dt = \frac{4T}{2\pi T} \int_0^{T/4} FR \cos \frac{2\pi}{T} t dt = \frac{2}{\pi} FR \sin \frac{2\pi}{T} t \Big|_0^{T/4} = \frac{2}{\pi} FR$$

Таким чином, загальний момент буде

$$M_0 = \frac{4}{\pi} FR \cos \omega t + \sin \omega t, \quad (\text{Фіг.4}) \quad (30)$$

В другій схемі з радіальними магнітами момент обертання визначається сумою сил притягнення між магнітами

$\sum F = zF$, де z - число стрижнів в екрані;
і радіусом ротора R , тобто

$$M_0 = zFR, \quad F = B_0^2 S_\delta \cdot (31)$$

Розрахунки потенціалів магнітних полів в статорі, роторі і екрані

По величині потенціалу магнітного поля U визначається напруженість поля H :

$$H_\phi = \frac{\partial U}{\partial \phi} \quad (32)$$

$$H_r = \frac{\partial U}{\partial r} \quad (33)$$

Для розрахунків потенціалів магнітних полів в статорі, роторі і екрані і між ними наводимо виведені формули і їх граничні умови. Формули виведені на основі методу інтегральних перетворень в кінцевих межах [25, 26].

Магнітне поле ротора визначається для одного радіально усталовленого магніту з кутовою шириною по колу $\phi = \alpha$. Нижня межа поля при $r=a$ проходить по нейтральній лінії магніту, тому гранична умова тут буде $U=0$ - потенціал поля рівний нулю. Бокові границі при $\phi=0$ і $\phi=\alpha$ і верхня границя при $r=b$ мають умови непроникливості:

$$\frac{\partial U}{\partial r} \Big|_{r=b} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial \phi} \Big|_{\phi=0} = 0; \quad \frac{\partial U}{\partial \phi} \Big|_{\phi=\alpha} = 0; \quad U \Big|_{r=a} = 0 \quad (34)$$

При граничних умовах рішення для потенціалу магнітного поля ротора знаходилось рішенням рівнянь Лапласа або Пуассона методом інтегральних перетворень в кінцевих межах [24-26]:

$$U = \frac{2\delta_0 a^2}{\pi \mu} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + \left(\frac{b}{a}\right)^{2n}}{n \left[4 + \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}}\right)^2 \right]} \times \left\{ 1 - \frac{\text{sh} \left[\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} (\alpha - \phi) \right] + \text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \phi \right)}{\text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \alpha \right)} \right\} \sin \text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \ln \frac{r}{a} \right). \quad (35)$$

З рішення (35) видно, що потенціал поля радіального магніту ротора буде розповсюджуватись в радіальному напрямі r з віддаллю по кутовій координаті ϕ . Тут a і b граничні значення радіусу нейтральної лінії магніту, $r=a$ і $r=b$ - сторони магніту, спрямованого до магнітного зазору, μ - магнітна

проникливість магніту, δ_0 - густина розподілених джерел, α - кутова ширина магніту.

Для радіального магніту статора границя $r=b$ відповідає нейтральній лінії магніту, $r=a$ - обернена до магнітного зазору, $\phi=0$ і $\phi=\alpha$ - бокові стінки магніту.

Рішення має вигляд:

$$U = U_0 \left\{ \frac{\ln \frac{b}{r}}{\ln \frac{b}{a}} + \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left(\frac{b}{a} \right)^{n+1} \text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \phi \right) - \text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} (\alpha - \phi) \right)}{n \text{sh} \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \alpha \right)} \sin \left(\frac{\pi n}{\ln \frac{b}{a}} \ln \frac{r}{a} \right) \right\}. \quad (36)$$

Тут переважає радіальне розповсюдження магнітного поля.

Для магнітного поля екрану приймаємо умови періодичності по колу вздовж координати ϕ і встановимо магнітне джерело Q_0 в точці з координатами $(r, \phi) - (r, 0)$.

При $r=b$ мають місце умови періодичності

$$U + \chi \frac{\partial U}{\partial r} \Big|_{r=b} = \begin{cases} U_0 C_1 & \text{при } |\phi| < \alpha \\ U_0 C_2 & \text{при } |\phi| > \alpha \end{cases},$$

де χ - магнітна сприйнятливність.

Потенціал поля за межами поля статора при $r \geq r_1$ до границі поля переносимого екраном при $r=b$ буде:

$$U_{r \leq r_1} = \frac{U_0}{\pi} \left[C_1 \alpha + C_2 \left(-\alpha - \frac{Q_0}{2\pi\mu} \left[\frac{x}{b} + \ln \frac{r}{b} \right] + \frac{2U_0}{\pi} \left(C_1 - C_2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \alpha \cos \alpha \left(\frac{b}{r} \right)^n}{n \left(1 + \frac{xn}{b} \right)} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{Q_0}{2\pi\mu} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{b}{r} \right)^n \left[\left(\frac{b}{r} \right)^n - \frac{1 - \frac{xn}{b}}{1 + \frac{xn}{b}} \left(\frac{b}{r} \right)^n \right] \cos \alpha \right] \right] \quad (37)$$

Формула (37) відображає взаємодію поля U_0 і Q_0 .

Лінійна колова швидкість екрану $v = \pi D n$ може впливати на магнітне поле статора при низькому електроопорі матеріалу екрану за рахунок виникнення в екрані додаткових вихрових токів.

Теоретичні дослідження швидкісного ефекту виконуються на основі рішення рівнянь електромагнітодинаміки для векторного потенціалу A рухомого лінійного ізотропного середовища

$$\nabla^2 A + k^2 A + \mu_a \delta \bar{v} \times \text{rot} A = -\mu_a \mathfrak{I}_{cm}, \quad (38)$$

де \mathfrak{I}_{cm} - густина вихрового току, $k^2 = -j\omega\mu_a\delta$,

$\delta = \frac{1}{\rho}$ - електропровідність, μ_a - абсолютна магнітна проникливість.

Проте при значному електроопорі матеріалу екрану вплив швидкості обертання екрану незначний.

Додаткове підсилення магнітного поля статора за рахунок збільшення концентрації (згущення) силових ліній

Магнітний потік визначається добутком магнітної індукції B_n , нормальної її складової, на площу S , перпендикулярну до напрямку силових ліній:

$$\Phi = B_n S, \quad B_n = B \cos \alpha = B \cos \angle \vec{B}, \vec{n}, \quad (39)$$

α - кут між напрямом силових ліній і площею S .

Магнітний потік Φ_2 на вході в стрижень рухомого екрану 20 (Фіг.2, 9) від статора 1 з полюсів N магнітів дорівнює

$$\Phi_2 = B_2 S_2, \quad (40)$$

де B_2 - магнітна індукція суцільної магнітної системи статора 1, S_2 - площа сторони стрижня рухомого екрану 5, обернена до магнітної системи статора.

На виході зі стрижня 20 рухомого екрану 5 магнітний потік буде

$$\Phi_1 = B_1 S_1, \quad (41)$$

де S_1 - площа сторони стрижня екрану, оберненої до магнітної системи ротора.

Форма площі поперечного перерізу стрижня екрану трапецієвидна, стрижень обернений більшою стороною S_2 до магнітної системи статора, а меншою 5, до ротора (Фіг.9)

$$S_2 > S_1. \quad (42)$$

Через стрижень від поля статора до ротора проходить один і той же магнітний потік, тобто

$$\Phi_2 = \Phi_1 = \Phi \quad (43)$$

Прирівнюючи вирази для Φ_2 і Φ_1 , отримуємо додатковий коефіцієнт підсилення поля статора

$$\Phi_1 = \Phi_2; \quad B_1 S_1 = B_2 S_2, \quad (44)$$

звідки

$$k = \frac{B_1}{B_2} = \frac{S_2}{S_1}. \quad (45)$$

Це підсилення додаткове до підсилення, яке створюється за рахунок відносної магнітної проникливості матеріалу рухомого екрану.

Число обертів магнітного двигуна

Підхід до виводу рівняння, яке визначало б число обертів магнітного двигуна, можна знайти, якщо використати магнітну сталу часу τ . Цей параметр визначає час, за який у феромагнетику магнітна індукція і магнітний потік досягає максимальної величини

$$\tau = C \frac{\mu d^2}{\rho}, \quad (46)$$

де C - емпірична константа, яка визначається властивостями даного матеріалу і має своє значення для різних феромагнетиків, μ - відносна магнітна проникливість, d - товщина рухомого екрану в нашому випадку, ρ - електричний опір даного феромагнетика.

Прирівнюємо τ до часу t , який проходить ротор (екран) при обертанні з коловою швидкістю $v = \pi D n$ (D діаметр екрану (ротора), n - число обертів за 1 сек.)

$$\tau = t, \quad (47)$$

$$a \quad t = \frac{S}{v_{ck}}, \quad (48)$$

де S - шлях, рівний ширині проміжку між магнітами ротора, виміряному вздовж кола ротора діаметром D :

$$S = \frac{\pi D}{k - 1}, \quad (49)$$

Де z - число радіально встановлених магнітів в роторі, рівне числу проміжків між стрижнями в екрані стрижневої конструкції, або числу повздовжніх вікон-прорізів у екрані конструкції суцільного товстостінного циліндра з прорізами, $v_{ck} = v_e - v_p$ - швидкість ковзання ротора відносно екрану або відносна швидкість екрану відносно ротора, яка складає від 1 до 3% від лінійної колової швидкості $v = \pi D n$, тобто $v_{ck} = (0,01 \div 0,10)v$.

Суміщаючи всі наведені формули, отримуємо

$$\frac{S}{v_{ck}} = C \frac{\mu d^2}{\rho} \quad (50)$$

$$\frac{\pi D}{k - 1 \pi D n (0,01 \div 0,10)} = C \frac{\mu d^2}{\rho}. \quad (51)$$

Звідки

$$n = \frac{\rho}{k - 1 C \mu d^2 (0,01 \div 0,10)}. \quad (52)$$

З цієї формули слідує, що на число обертів впливають конструктивні характеристики магнітного двигуна і властивості матеріалу.

Зі зменшенням електропровідності $\frac{1}{\rho}$, магнітної проникливості μ і товщини екрану число обертіів зростає, що призводить до зростання потужності двигуна.

$$N = \frac{\mu \cdot \omega}{102} = \frac{FR\omega}{102} = \frac{Fv}{102}, \quad (53)$$

де $\omega = 2\pi n$, $v = \omega R$, $F = B^2 S_\delta$.

Проте слід нагадати результат, який був отриманий раніше. Збільшення товщини екрану і магнітної проникливості його матеріалу викликає підвищення підсилюючої дії екрану, збільшуючи магнітну індукцію статора B , тобто потужність магнітного двигуна.

Діють конкуруючі фактори і складається ситуація для оптимізації всіх конструктивних, режимних параметрів і властивостей матеріалів магнітної системи магнітного двигуна.

Оптимізація - це предмет спеціального дослідження, зазначимо тут одне: число обертіів магнітного двигуна визначається вказаними параметрами, характеристиками і властивостями. Це окреме відкриття.

Потужність магнітного двигуна

Суть проблеми

Об'єднуючи виведені формули для F (16), M (29, 31), n (52), отримуємо формулу для розрахунку потужності магнітного двигуна.

Для прямої магнітної системи з суцільними магнітами радіус обертання (плече) $x = R \cos \omega t$ і $x = R \sin \omega t$ змінний, для радіальної магнітної системи - постійний $x = R = \text{const}$. Тому формули для потужності будуть відрізнятися.

Крім того, експериментальні дослідження внесуть до цих формул певні емпіричні коефіцієнти, які компенсуватимуть невраховані теорією фактори. Проте при наявності розрахункових формул для втрат потужності на обертання екрану (7-9, 10-13) створюється можливість оцінки ефективності магнітного двигуна, а саме кількісної переваги виробляємої магнітним двигуном потужності над її часткою, яка витрачається на обертання екрану.

Вивід формул

Маємо:

$$F = B_\delta^2 S_\delta = \frac{\Phi_\delta^2}{A^2} S_\delta \quad (16)$$

$$\sum M = zFR, \quad R = \text{const} \quad (29, 31)$$

$$n = \frac{\rho}{\epsilon - 1 \zeta \mu d^2 k}, \quad \text{де } k = 0,01 \div 0,10 - \text{ковзання.} \quad (52)$$

Звідки потужність магнітного двигуна (53)

$$N = \frac{\mu \omega}{102} = \frac{zFR2\pi n}{102} = \frac{zB_\delta^2 S_\delta 2\pi R \rho}{102 \epsilon - 1 \zeta \mu d^2 k} \quad (54)$$

Замість μ можна підставити

$$\mu = \frac{B}{\mu_0 H}, \quad \text{тоді}$$

$$N = \frac{zB_\delta \mu_0 H S_\delta 2\pi R \rho}{102 \epsilon - 1 \zeta d^2 k} \quad (55)$$

Потужність магнітного двигуна залежить від конструктивних його параметрів: R - радіус ротора, S_δ - площа магнітного зазору, перпендикулярна до

силових ліній поля, z - число радіальних магнітів в роторі, d - товщина стрижня екрану; від магнітних властивостей матеріалу: B_δ - магнітна індукція, ρ - електричний опір, μ - магнітна проникливість, H - напруженість магнітного поля, C - константа часової постійної; від кінематичних особливостей: коефіцієнту ковзання $k = \frac{D_2}{D_1}$.

В формулах (54) і (55) не враховано підсилюючу дію екрану $\mu_a = \mu \mu_0$, додаткову підсилюючу дію

$k = \frac{S_2}{S_1}$, для стрижня трапецієвидного поперечного перерізу. Для визначення ефективності магнітного двигуна визначається його потужність з врахуванням підсилюючої дії екрану і порівнюється з витратами енергії на обертання екрану за формулами (8)-(9) і (10)-(13) - гістерезисні (P_r) і вихрові (P_v) втрати

$$P_r = \eta f B_m^2 V = \rho_r \eta \mu \gamma V = \rho_r \eta \mu G \quad (56)$$

$$P_v = \frac{4}{3} k_\phi^2 d^2 f^2 B_m^2 \frac{V}{\rho} = \rho_v G \quad (57)$$

Тут в (56) f - частота перемагнічування $f=0$ в магнітному двигуні з радіальних магнітів, k_ϕ - коефіцієнт B/H в кривій розмагнічування; а f в (57) - частота ковзання $f=f_e-f_p=2\pi(n_e-n_p)$, V - об'єм, G - маса магнітної системи, B_m - максимальна магнітна індукція, η - емпіричний коефіцієнт.

Випробування дослідного зразка цілком підтвердило дієвість принципів, закладених в конструкцію магнітного двигуна і його працездатність, проте кількісні показники роботи магнітного двигуна показали невелику перевагу в кількості енергії, виробляємої магнітним двигуном, над енергією, затраченою на обертання екрану. Основна причина невідповідності отриманих дослідних результатів очікуванню - проблема вибору матеріалу для екрана і магнітних систем ротора і статора.

Як слідує з табл., межі коливань числових значень величин визначальних в розрахунках параметрів сягають кількох порядків. Так, електричний опір матеріалів ρ , що входить в розрахункові формули числа обертіів і потужності магнітного двигуна, змінюється від 10^{-7} до 10^9 , тобто в 10^{16} раз. магнітна проникливість μ від 10 до 10^5 - в 10^4 раз, коерцитивна сила H_c від $0,25$ до 1700 і т.д.

Такий діапазон зміни визначальних параметрів ставить проблему вибору матеріалу на чільне місце і вичерпно пояснює розбіжності очікуваних і експериментальних результатів. До цього ще слід додати випадковий вибір матеріалу і відсутність сертифікатів на всі показники.

«Ноу-хау» магнітного двигуна

Всі рівняння для розрахунку магнітного двигуна виведені заявником і складають основні «ноу-хау» патенту, хоч деякі з них потребують експериментального уточнення.

Виведені рівняння і приведена методика розрахунку магнітного двигуна безсумнівно підтверджують працездатність, працеспроможність, промислово придатність і ефективність магнітного двигуна (порівняно з електрокаром).

Велика перспектива перед магнітним двигуном відкривається сучасними новітніми відкриттями

потужних магнітних матеріалів і нових видів скалярних і повздовжніх магнітних полів.

Є ще одне «ноу-хау», яке має визначальне значення - це вибір матеріалу для екрану і магнітної системи статора і ротора магнітного двигуна. Показники магнітних матеріалів, які входять до виведених розрахункових формул, як видно з табл., змінюються в межах декількох, навіть більше десятка, порядків. Наприклад, електричний опір ρ змінюється від 10^{-7} до 10^9 , тобто в 10^{16} раз, магнітна проникливість μ від 10 до 10^5 - в 10^4 раз і т.д. тому проблема вибору матеріалу являє собою головне «ноу-хау» як магнітного двигуна, так і інших розроблених і випробуваних в свій час конструкцій безпаливних двигунів і є основною причиною, чому ці успішно випробувані двигуни в минулому не змогли відтворити в сучасний час.

Даний патент дасть правовий захист лише на конструкцію магнітного двигуна, може попутно і на методики його розрахунку, але не вирішує проблеми основного «ноу-хау» - вибору матеріалу. Цей патент буде піонерським серед даного класу магнітних двигунів, він дає ключі для розкриття багатьох таємниць магнітного двигуна і методика розрахунку дозволяє їх розкрити.

Основна проблема вибору матеріалу потребує чисельної кількості розрахунків і експериментів, але цілком може бути вирішена.

Перспективи магнітних двигунів

Останнім часом створюються все нові матеріали для магнітних систем на постійних магнітах [24, 27], які володіють колосальною силою. Починаючи з пермалою, пермендіюрів, феритів, сегнетоманетиків, магнітодіелектриків до ніобієвих, самарієвих і інших магнітних матеріалів, які весь час удосконалюються. Крім того, розвивається нова галузь науки електромагнітодинаміки, започаткована Ніколаєвим Г.В. [7], відкрито нові види магнетизму - повздовжнє магнітне поле і скалярне [2], надзвичайної сили.

Ці відкриття останнього часу розкривають широку перспективу для розвитку і удосконалення магнітних двигунів, на це треба зважити.

Переваги магнітних двигунів

Застосування магнітних двигунів тільки в одній автомобільній промисловості дасть наступні переваги. Порівняно з бензиновим або дизельним автомобілем:

1. Магнітний двигун не потребує пального. Економія витрат на експлуатацію.

2. Магнітний двигун не забруднює атмосферу. Екологічно абсолютно чистий двигун. Це не тільки ліквідація парникового ефекту і глобального потепління, небезпеку якого вже відчули і Екоуряд вже видає країнам квоти на викидання газів у атмосферу. Проте небезпека не в глобальному потеплінні, а в неминучому вимиранні людства від страшних нових хвороб, що будуть невпинно виникати у зв'язку з екрануванням викидами CO_2 в атмосфері променів тої частини сонячного спектра, яка вбивала патогенну мікрофлору. Людство вимре, загине цивілізація.

В сучасний час такі країни, як Ізраїль, Перу, Японія, переходять на автокари, виставка і продаж яких ведеться в Детройті. Ізраїль буде зарядні

станції для акумуляторів і переходить на них. США вже випускають автокари, Японія - гібридні двигуни для автомашин.

Переваги магнітного двигуна порівняно з акумуляторними двигунами:

1. На легковій машині необхідно постійно везти до 600кг акумуляторів, на їх перевезку буде витрачатися майже стільки енергії, як на сам автомобіль без них.

2. Протяжність пробігу без підзарядки і заміни акумуляторів на акумуляторних станціях всього 200км (максимум).

3. На зарядку акумуляторів потрібно стільки ж енергії, як і на їх розрядку.

Переваги магнітного двигуна полягають у відсутності більшості з цих недоліків.

Порівнюючи розрядку акумуляторів з розмагнічуванням магнітної системи магнітного двигуна, слід відзначити, що розмагнічуванню можна протидіяти:

1. Високочастотним імпульсним підмагнічуванням через електрогенераторну обмотку підмагнічування магнітного двигуна і високочастотний імпульсний перетворювач (інвертор).

2. Стабілізацією магнітної системи. Магнітна система стабілізується короточасним частковим розмагнічуванням, термічною обробкою та механічними напруженнями. Після стабілізації магнітна система набуває здатність до саморегенерації.

Це тільки невелика частка тих переваг, які можуть бути реалізовані розробкою і удосконаленням магнітного двигуна. А головне - треба запобігти вимиранню людства від використання для вироблення енергії принципу первісної людини - все спалювати: нафту, бензин, мазут, дизпаливо, газ, вугілля, ліс (дрова) - руйнувати природу і створювати нестерпні умови для існування. Треба неминуче переходити на безпаливні двигуни і енергогенератори.

Джерела інформації:

1. Джон Л. Уилер. Проблемы физики. - М.: Паука. 1989г, 568с.

2. Джозеф Фарелл. Боевая машина Гизы. - М.: ЭКСМО, 2000г, 259с.

3. Владимир Истархов. «Удар русских богов». - М.. 2001, 408с.

4. Жук Н.А. Об электромагнетизме, гравитации и эфире. (Открытое письмо г-ну Г.В.)

5. Ш.М. Алиев, И.К. Камилов, М.Ш. Алиев. Преобразователь солнечной энергии в механическую на основе магнитно-теплого двигателя. Доклады Академии наук РФ, 2009, том 424. №3, стр.329-331.

6. Шаров В. Экспертиза между Сциллой и Харидой. // ИС. Промышленная собственность, №6, 2002, с.43-51.

7. Николаев Г.В. Тайны электромагнетизма. Новые концепции физического мира. - Томск: ООО «Твердыня». 2001, 80с.

8. Петров С. Джон Шарль - отец «летающих тарелок». // Интересная газета, D-10, №3 (54), 1998, с.42.

9. Розенталь У. Вакуумный триодный усилитель Свифта Флойда. // Заметки об энергии про-

странства, том IV. №1, 13 марта 1993г. (на англ. языке).

10. Валентинов А. Заводим вечный двигатель. // Гравитон, №3 (131), март 2002, с.3, 11.

11. Дмитрук М. Доказательство Кацабаниса. Канадский миллиардер защищает открытие волгоградских ученых. // Свет, №7. 2002, с.12-13.

12. Щербаков А. Если внедрить бестопливный двигатель, нефтяная мафия рухнет, или Почему режим В. Путина искусственно тормозит внедрение новшеств и рост производства? // Идеалист, №7, 2003, с.3-4.

13. Яворский В.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике. Москва: Наука, физ.-мат. лит. 1984г. - 384с.

14. «Ням-ням» // Телегород, №36. 8-14 сентября 2003г., Харьков.

15. Сычев В.В. Сложные термодинамические системы. М.: Энергоатомиздат, 1986, 291с.

16. Алиев Ш.М. Магнитно-тепловой двигатель. Пат. 2006675 RU // Бюл. изобр. 1994, №2.

17. Дьяконова И.Г., Зусман А.И., Аксенов О.Ф. и др. // Бюл. Черная металлургия. 1988, №2, с.45-47.

18. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. М.: Мир, 1983, 302 с.

19. Bernard Haisch, Alfonso Rueda, H.E. Puthoff "BEYOND $E=mc^2$ " // The Sciences. Vol.34. №6, November/December 1994, p.p.26-31, copyright 1994, New York Academy of Science.

20. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, том 4, квантовая электродинамика. / В.Е. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. М.: Наука, 1980.

21. Федоткин И.М., Боровский В.В. Избыточная энергия и физический вакуум. Винница, 2004г. - 350с. JSBN 966-8332-22-2.

22. Федоткин И.М., Боровский В.В., Шаповалюк Н.И. К теории физического вакуума. Винница, 2003г. - 320с.

23. Кухлинг Х. Справочник по физике. Москва: «Мир», 1985г. - 520с.

24. Тозони О.В., Майергойз И.Д. Расчет трехмерных электромагнитных полей. Киев: Техніка, 1974г. - 348с.

25. Иоссель Ю.Я. Расчет потенциальных полей в энергетике. Ленинград: «Энергия» - 350с.

26. Федоткин И.М., Айзен А.М. Асимптотические методы в задачах тепломассопереноса. Киев: «Вища школа», 1975 - 196с.

27. Справочник по электротехническим материалам, том 3, под ред. Корицкого Ю.В., Пасенкова В.В., Тареева Б.М. Согласовано с Госслужбой стандартов. Ленинград: «Энергоатомиздат», 1988 - 726с.

28. Федоткин И.М., Боровский В.В. Математическое моделирование технологических процессов методом аналогизации. Винница, 2002 г. - 386с.

29. Сергеев П.С. Виноградов И.В., Горяинов Ф.А. Проектирование электрических машин. Москва: «Энергия», 1969 - 639с.

30. Патент України на корисну модель №38971. Пульсацинно-кавітаційний енергогенера-

тор І.М. Федоткіна. Зареєстровано 28.01.2009р. / Федоткін І.М., Федоткіна-Гінсгеймер Н.Г.

31. Патент України на корисну модель №35765. Конструкція енергогенератора І.М. Федоткіна. Зареєстровано 10.10.2008р. Опубл. 10.10.2008р., Бюл. №18 / І.М. Федоткін.

32. Патент України на корисну модель №35768. Енергогенератор І.М. Федоткіна з суперкавітуючою крильчаткою. Зареєстровано 10.10.2008р. Опубл. 10.10.2008р., Бюл. №19 / І.М. Федоткін.

33. Патент України на корисну модель №34259. Енергогенератор І.М. Федоткіна. Зареєстровано 11.08.2008р. Опубл. 11.08.2008р., Бюл. №15 / І.М. Федоткін.

34. Патент України №38827 від 28.01.2008р. Гравітаційно-кавітаційний генератор тепла і обертотого руху з надзвуковими соплами Федоткіна І.М. // Заявник НТУУ «КПІ», авт. Федоткін І.М., Бюл. №2, 2008р.

35. Патент України №35906. Гравітаційно-кавітаційний генератор тепла і обертотого руху Федоткіна І.М. // Заявник НТУУ «КПІ», авт. Федоткін І.М., Бюл. №19, 2008р., Пріоритет від 10.10.2008р.

36. Патент України на корисну модель №31861 від 25.04.2008р. Кавітаційний теплогенератор. // І.М. Федоткін, Н.Г. Федоткіна-Гінсгеймер.

37. Патент України №43722 від 25.08.2009р. Клапанний механізм для генерації гідроударів до енергогенератора І.М. Федоткіна // І.М. Федоткін.

38. Патент України на корисну модель №38971 / Енергогенератор // І.М. Федоткін. / 2008р.

39. Патент України UA 35514A, кл.7 В0, F3/8, 7/04, 9/00, 14/00. «Спосіб виробництва надлишкової енергії та кавітаційний генератор для його здійснення» / Ткаченко О.М., Федоткін І.М., Тарасов В.О. / Бюл. №2. 2001р.

40. Патент України на корисну модель №35765. Конструкція енергогенератора І.М. Федоткіна. Зареєстровано 10.10.2008р. Опубл. 10.10.2008р., Бюл. №18 / І.М. Федоткін.

41. Патент України на корисну модель №35768. Енергогенератор І.М. Федоткіна з суперкавітуючою крильчаткою. Зареєстровано 10.10.2008р. Опубл. 10.10.2008р., Бюл. №19 / І.М. Федоткін.

42. Патент України на корисну модель №34259. Енергогенератор І.М. Федоткіна. Зареєстровано 11.08.2008р. Опубл. 11.08.2008р., Бюл. №15 / І.М. Федоткін.

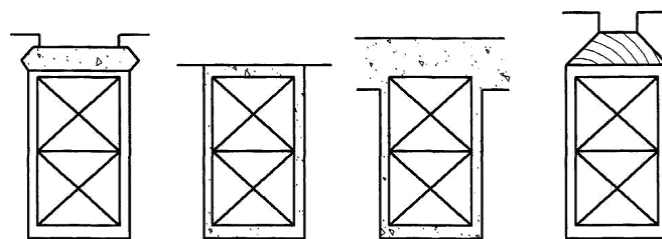
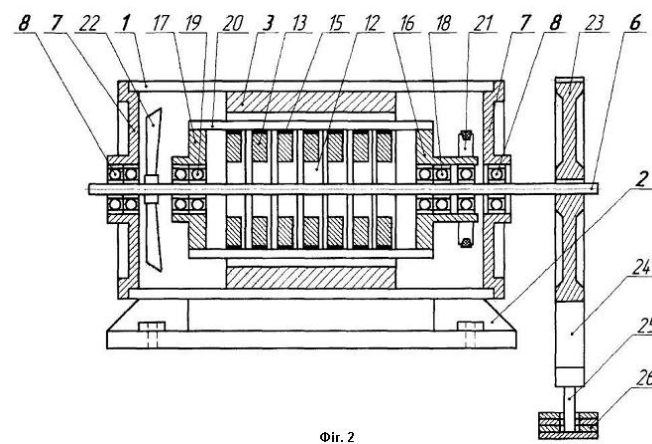
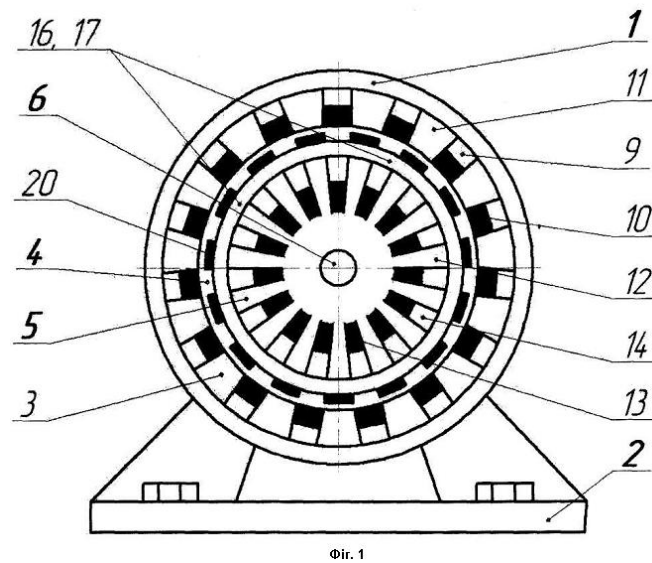
43. Патент України №38827 від 28.01.2008р. Гравітаційно-кавітаційний генератор тепла і обертотого руху з надзвуковими соплами Федоткіна І.М. // Заявник НТУУ «КПІ», авт. Федоткін І.М., Бюл. №2, 2008р.

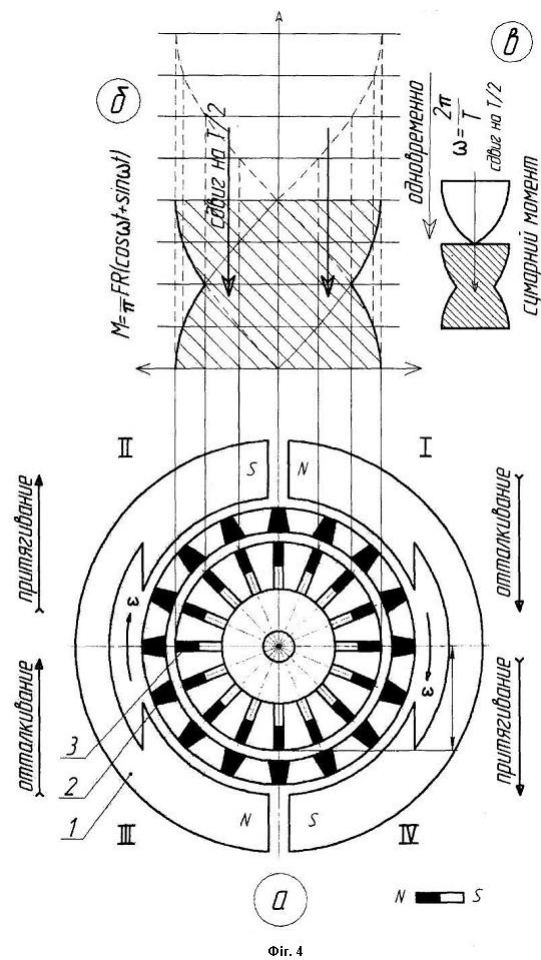
44. Патент України №35906. Гравітаційно-кавітаційний генератор тепла і обертотого руху Федоткіна І.М. // Заявник НТУУ «КПІ», авт. Федоткін І.М., Бюл. №19, 2008р., Пріоритет від 10.10.2008 р.

45. Патент України на корисну модель №31861 від 25.04.2008р. Кавітаційний теплогенератор. // І.М. Федоткін, Н.Г. Федоткіна-Гінсгеймер.

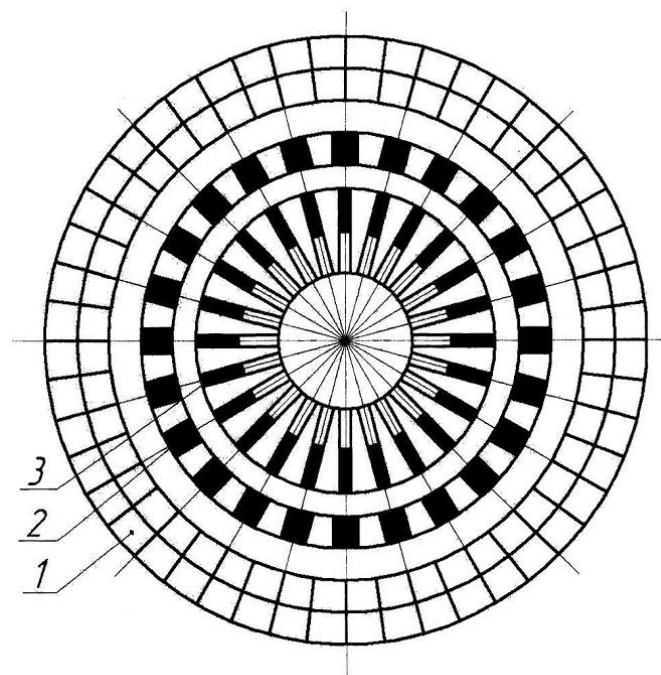
46. Патент України №43722 від 25.08.2009р.
Клапанний механізм для генерації гідроударів до
енергогенератора І.М. Федоткіна // І.М. Федоткін.

47. Патент України на корисну модель №
38971 / Енергогенератор // І.М. Федоткін. / 2008р.

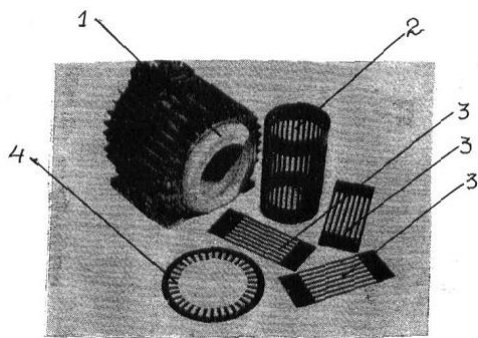




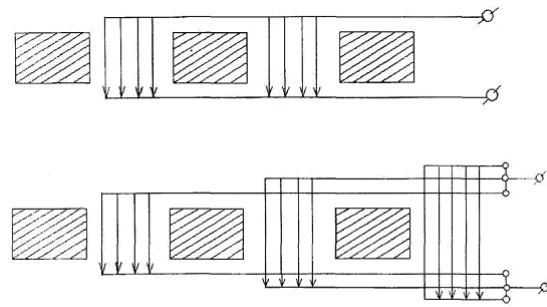
Фиг. 4



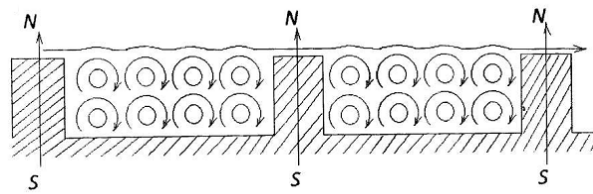
Фиг. 5



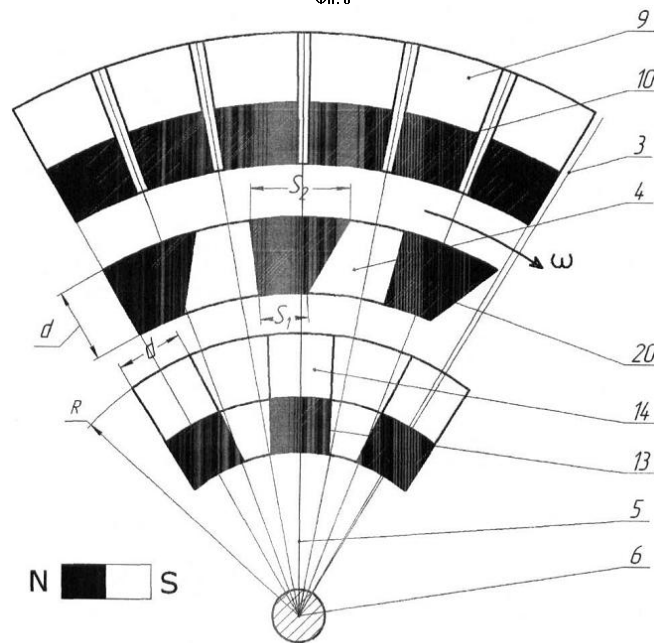
Фиг. 6



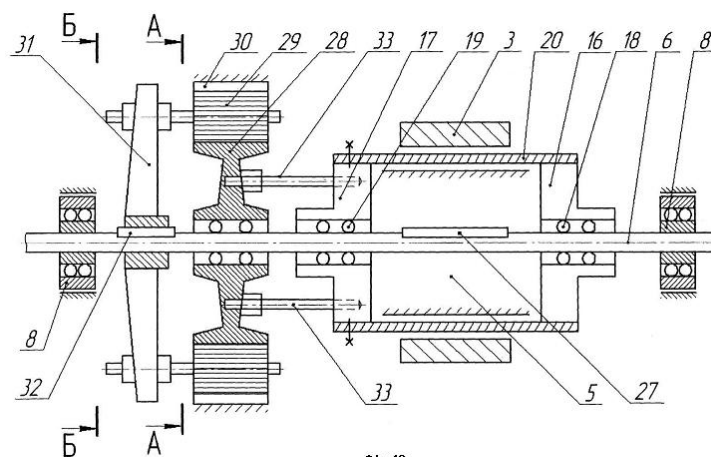
Фиг. 7



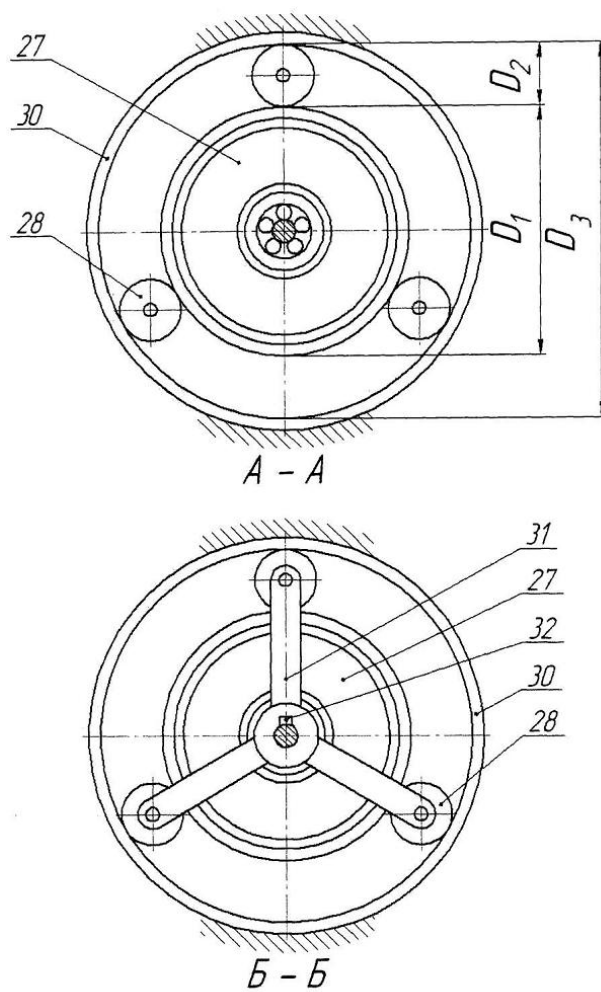
Фиг. 8



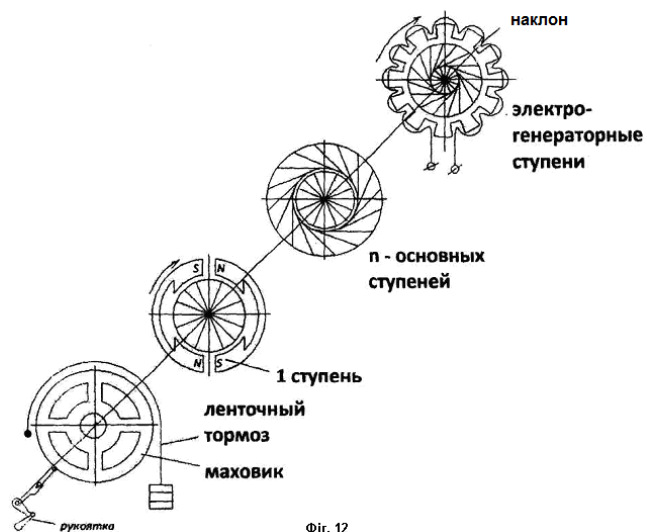
Фиг. 9



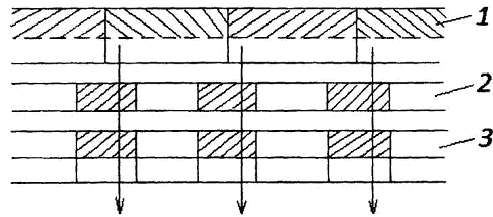
Фиг. 10



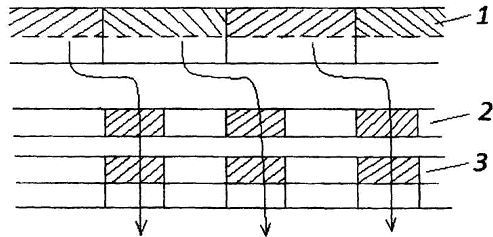
Фиг. 11



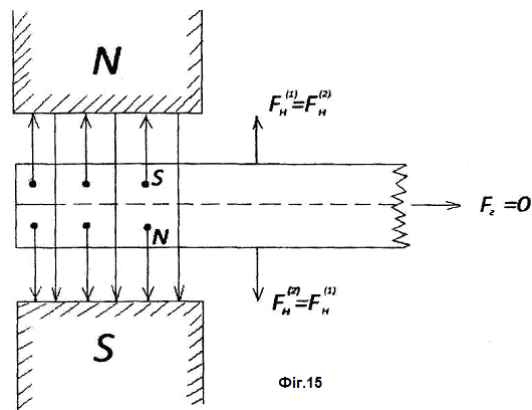
Фиг. 12



Фиг.13



Фиг.14



Фиг.15