



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46888 (13) C2

(51) 6 H01M2/10, 10/50, 10/52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) ОХОЛОДЖУВАНА ТЕКУЧИМ СЕРЕДОВИЩЕМ ПАКЕТНА СИСТЕМА БАТАРЕЙ, МОДУЛЬ БАТАРЕЙ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ, ПЕРЕЗАРЯДНА БАТАРЕЯ ТА ПЕРЕЗАРЯДНА СИСТЕМА БАТАРЕЙ**

1

2

(21) 99084633

(22) 13 01 1997

(24) 17 06 2002

(86) PCT/US97/00805, 13 01 1997

(46) 17 06 2002, Бюл. № 6, 2002 р.

(72) Овшінський Стенфорд Р., US, Корріган Денніс А., US, Венкатесан Срінівасан, US, Дхар Субхаш К., US, Холланд Артур, US, Філлмор Донн, US, Хіглі Лін, US, Гау Філіпп, CA, Хімmlер Рональд, US, Кардітсас Нік, US, Ламінг Кеннет, US, Осгуд Ентоні, US

(73) ОВОНІК БЕТТЕРІ КОМПАНІ, ІНК., US

(56) Патент США № 5 558 950 А

(57) 1 Охолоджувана текучим середовищем пакетна система батарей, що включає корпус пакета батарей, який містить принаймні один засіб для введення і принаймні один засіб для виводу холодоагенту і множину модулів батарей, утворених у матричну конфігурацію всередині корпусу, причому зазначений модуль батарей містить множину окремих батарей, зв'язаних разом, і принаймні один засіб транспортування холодоагенту, який змушує холодоагент надходити в зазначений засіб для введення холодоагенту в корпусі, протікати через канали для течії холодоагенту і виходити через зазначений засіб для виводу холодоагенту в корпусі, яка відрізняється тим, що матрична конфігурація виконана з можливістю забезпечення протікання потоку холодоагенту крізь принаймні одну поверхню зв'язаних батарей кожного з модулів батарей, зазначені модулі розташовані в корпусі на відстані від нього та від інших модулів так, щоб сформувати канали для течії холодоагенту вздовж принаймні однієї поверхні зазначених зв'язаних батарей, при цьому ширина зазначених каналів має оптимальні розміри для забезпечення максимальної теплопередачі через конвективні, провідні та випромінювальні механізми теплопередачі від зазначених батарей зазначеному холодоагенту.

2 Система батарей за п. 1, яка відрізняється тим, що вона містить у собі множину модулів батарей, організованих у матричну конфігурацію всередині корпусу, причому матрична конфігурація

забезпечує протікання потоку холодоагенту крізь принаймні одну поверхню зв'язаних батарей кожного з модулів батарей.

3 Система батарей за п. 1, яка відрізняється тим, що вона виконана з можливістю використання електрично ізолюючого газоподібного або рідкого холодоагенту або рідкого холодоагенту.

4 Система батарей за п. 3, яка відрізняється тим, що засіб транспортування холодоагенту включає нагнітальний повітряний вентилятор.

5 Система батарей за п. 3, яка відрізняється тим, що засіб транспортування холодоагенту включає насос, магістраль повернення холодоагенту, приєднану до засобу виходу холодоагенту, що спричиняє рециркуляцію нагрітого холодоагенту до резервуара холодоагенту, з якого він транспортується до теплообмінника холодоагенту для добування з нього теплоти і, нарешті, повторно направляється до насоса холодоагенту для багаторазового використання при охолодженні пакета батарей.

6 Система батарей за п. 1, яка відрізняється тим, що встановлена з можливістю підтримання температури модулів батарей нижче 45°C, і з можливістю підтримання різниці температур між модулями батарей меншою від 8°C.

7 Модуль батарей великої потужності, що містить множину окремих батарей, множину електричних між'єднань, які забезпечують електричне з'єднання між окремими батареями зазначеного модуля і які забезпечують електричне з'єднання між окремими модулями батарей, та засіб зв'язування/стискання модуля батарей, зазначені батареї зв'язані всередині зазначеного засобу зв'язування/стискання так, що вони скріплені з можливістю забезпечення протистояння переміщенню або повороту при механічних вібраціях, транспортуванні або експлуатації, який відрізняється тим, що зазначені батареї зв'язані у зазначеному засобі зв'язування/стискання при зовнішньому механічному стисканні, яке оптимізовано з можливістю збалансування зовнішнього тиску, спрямованого назовні через розширення компонентів батарей, і забезпечення додаткової спрямованої усередину сили стискання, прикладеної до електродів батарей.

(13) C2

(11) 46888

(19) UA

всередині кожної батареї, для зменшення відстані між позитивними і негативними електродами з тим, щоб збільшити загальну потужність батареї

8 Модуль батареї за п 7, який відрізняється тим, що модулі батареї зв'язані разом під дією великої механічної сили стискання, з використанням металевих стержнів, які встановлено вздовж усіх чотирьох сторін модуля батареї і зварено по чотирьох кутах модуля, де стержні зустрічаються, для формування стрічки навколо периферії модуля батареї

9 Модуль батареї за п 7, який відрізняється тим, що модулі батареї зв'язані під дією механічного стискання, яке приблизно дорівнює $3,5-12,65 \text{ кг/см}^2$

10 Модуль батареї за п 7, який відрізняється тим, що модулі батареї зв'язані разом під дією сильного механічного стискання, використовуючи металеві стержні, що розташовані вздовж двох сторін модуля батареї і приварені в кутах модуля до металевої трубки, яка лишає кінцеві пластини над кінцями модулів, і тим, що кінцева пластина містить ребра, що виступають перпендикулярно до площини кінцевих пластин, у такий спосіб забезпечуючи додаткову міцність кінцевим пластинам і прорізам для металевої трубки, причому кінцеві пластини термічно ізолювані від батарей, зв'язаних всередині модуля

11 Модуль батареї за п 7, який відрізняється тим, що кожен з модулів батареї містить модульні прокладки, які утримують модулі на відстані від будь-яких інших модулів та від корпусу пакета батарей і тим, що модульні прокладки виготовлені з електрично непровідної речовини

12 Модуль батареї за п 7, який відрізняється тим, що електричні між'єднання є з'єднаннями з кабелю в обплетенні, які забезпечують високе теплове розсіювання і гнучкість конструкції/конфігурації модуля і тим, що електричні з'єднання з кабелю в обплетенні виготовлені з міді, мідного сплаву, покритого нікелем міді або покритого нікелем мідного сплаву

13 Перезарядна батарея, що включає корпус, який має клему позитивного електрода і клему негативного електрода, принаймні, один позитивний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з клемою позитивного електрода принаймні один негативний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з клемою негативного електрода принаймні один сепаратор електродів розташований між зазначеними позитивними і негативними електродами всередині корпусу, при цьому сепаратор забезпечує електричну ізоляцію між позитивним і негативним електродами, і допускає хімічну взаємодію між ними, і електроліт батареї, розташований в корпусі, який (електроліт) забезпечує оточення і змочування зазначених позитивного, негативного електродів і сепаратора, при цьому корпус має призматичну форму, яка відрізняється тим, що корпус має відношення товщини, ширини і висоти, яке є оптимальним для забезпечення максимальних ємності і вихідної потужності батареї

14 Перезарядна батарея за п 13, яка відрізняється тим, що корпус має верхню

частину, яка містить у собі клему позитивного електрода батареї і клему негативного електрода батареї, та оболонку корпусу батареї, у якій електроди розташовані та тим, що верхня частина корпусу також включає в себе кільцевий кожух, що визначає периферію принаймні одного отвору крізь верхню частину, а клеми мають ущільнювальний фланець по їх окружності, при цьому закупорені обтиском клеми герметизовані у кільцевому кожусі в ущільнювальному фланці та тим, що еластомерне діелектричне ущільнення розташоване між ущільнювальним фланцем і кільцевим кожухом, при цьому еластомерне діелектричне ущільнення виготовлене з непроникої для водню речовини полісульфону

15 Перезарядна батарея за п 13, яка відрізняється тим, що вона додатково містить клапан високого тиску для скидання внутрішнього тиску батареї до тиску навколишньої атмосфери, при цьому клапан високого тиску включає корпус клапана, що має порожнисту внутрішню область у зв'язку по газу з навколишньою атмосферою і внутрішньою частиною корпусу за допомогою отвору, поршень скидання тиску, встановлений всередині порожнистої внутрішньої області, поршень скидання тиску має розміри, що забезпечують герметизацію осьового отвору, і має ущільнювальну канавку на поверхні, протилежній осьовому отвору, еластомерне діелектричне ущільнення, встановлене всередині ущільнювальної канавки, ущільнювальна канавка має конфігурацію, щоб охопити усі, крім однієї, поверхні ущільнення, у такий спосіб залишаючи неохоплену поверхню зазначеного ущільнення незахищеною, при цьому еластомерне діелектричне ущільнення виготовлене з непроникої для водню речовини полісульфону і пружину стискання, розташовану так, щоб змусити поршень скидання тиску стискати ущільнення в ущільнювальній канавці та блокувати осьовий отвір у клемі

16 Перезарядна батарея за п 13, яка відрізняється тим, що вона додатково включає принаймні одну гребінку, що утворює електричне з'єднання між внутрішніми виводами електрода і клемами, при цьому зазначена гребінка є електрично провідним стержнем, що має множину паралельних прорізів, в які внутрішні виводи електрода вставлені, здійснюючи фрикційне з'єднання, при цьому гребінка виготовлена з міді, мідного сплаву, покритого нікелем міді або покритого нікелем мідного сплаву

17 Перезарядна батарея за п 13, яка відрізняється тим, що сепаратори виготовлені з поліпропілену, який має орієнтоване зерно або структуру канавки, при цьому сепаратори встановлені так, що орієнтована структура зерна орієнтована вздовж напрямку висоти принаймні одного позитивного електрода і принаймні одного негативного електрода

18 Перезарядна батарея за п 13, яка відрізняється тим, що позитивні і негативні електроди батареї розташовані в корпусі так, що їх відповідні електричні колекторні виводи розташовані навпроти один одного у верхній частині корпусу, при цьому позитивні і негативні

електроди батареї мають вирізані кути, де розташовані електричні колекторні виводи електродів протилежної полярності, у такий спосіб уникаючи короткого замикання між електродами і вилучаючи речовину, що не використовується, власне електрода

19 Перезарядна батарея за п 13, яка **відрізняється** тим, що внутрішній металевий призматичний корпус батареї електрично ізольований від електродів та електроліту

20 Перезарядна батарея за п 13, яка **відрізняється** тим, що негативні електроди виготовлені з теплопровідної агломерованої металгідридної речовини електрода і перебувають в тепловому контакті з корпусом батареї

21 Перезарядна система батарей, що утворена принаймні з однієї зв'язаної перезарядної батареї, при цьому перезарядна система батарей піддається впливу теплових умов навколишнього середовища, які погіршують її теплові умови експлуатації, яка **відрізняється** тим, що вона містить засіб для забезпечення змінної термоізоляції принаймні тієї частини перезарядної системи батарей, яка найбільш піддається тепловому впливу навколишнього середовища, для забезпечення підтримання температури перезарядної системи батарей у межах необхідного робочого діапазону за змінних умов навколишнього середовища

22 Перезарядна система батареї за п 21, яка **відрізняється** тим, що засіб для забезпечення змінної ізоляції містить температурний датчик, засіб стисливої термоізоляції і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції у відповідь на температуру, визначену тепловим датчиком

23 Перезарядна система батареї за п 22, яка **відрізняється** тим, що температурні датчики включають електронні датчики, засіб стисливої термоізоляції містить стисливу піну або волоконну ізоляцію, і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції містить поршневий пристрій, що поперемінно збільшує або зменшує величину стискання на стисливу піну або волоконну ізоляцію у відповідь на сигнали від електронних датчиків

24 Перезарядна система батареї за п 23, яка **відрізняється** тим, що температурні датчики і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції об'єднані в єдиний модуль

25 Перезарядна система батареї за п 24, яка **відрізняється** тим, що об'єднаний, одиночний модуль, температурний датчик/компресор ізоляції містить біметалічну пластину, яка дозволяє засобу стисливої термоізоляції розширюватися до місця, щоб захистити систему батарей від низьких температур навколишнього середовища і стискати ізоляцію, щоб усунути ізоляційний ефект від системи батарей за теплих умов навколишнього середовища

Цей винахід у цілому стосується вдосконалень батарей на основі гібриду металу (метал-гібридних батарей), виготовлених з них модулів батарей і пакетів батарей, виготовлених з модулів. Більш конкретно, даний винахід стосується механічних і теплових вдосконалень у конструкції батарей, конструкції модуля батареї і конструкції пакета батарей

Перезарядні призматичні батареї використовуються в ряді промислових і комерційних застосувань, таких як вантажопідйомників, візках для гольфа, джерелах безперебійного живлення і електромобілях

Перезарядні свинцеві батареї - у даний час найбільш широко використовуваний тип батарей. Батареї свинцевих акумуляторів є корисним джерелом живлення для стартерів двигунів внутрішнього згоряння. Проте, їх низька щільність енергії, приблизно 30 В*год/кг, і їх нездатність адекватно відводити теплоту робить їх непрактичним джерелом живлення для електромобіля. Електромобіль, який використовує батареї свинцевих акумуляторів, має малу дальність поїздки перед перезарядженням, потребує приблизно 6 - 12 годин для перезарядження і містить токсичні речовини. Крім того, електромобілі, які використовують батареї свинцевих акумуляторів, мають повільний розгін, недостатній допуск при глибокому розряді, а термін служби батареї становить лише приблизно 32200 км

Нікель-метал-гідридні батареї ("Ni-MH

батареї") мають набагато кращу якість порівняно з свинцевими батареями, і Ni-MH батареї - найбільш перспективний тип батареї, доступний для електромобілів. Наприклад, Ni-MH батареї, такі як описані в заявці на патент США № 07/934976, що одночасно розглядається, авторів Овшинського і Феценка (Ovshinsky і Fetcenko), розкриття якої включено в якості посилання, мають набагато кращу щільність енергії, ніж батареї свинцевих акумуляторів, можуть постачати енергією електромобіль понад приблизно 400 км перед тим, як потребуватимуть перезарядження, можуть перезаряджатись протягом 15 хвилин і не містять ніяких токсичних речовин. Електромобілі, що використовують Ni-MH батареї, можуть мати винятковий розгін, а термін служби батареї більший від приблизно 161000 км

У минулому проводилося велике дослідження щодо поліпшення електрохімічних аспектів потужності і ємності заряду Ni-MH батарей, яке описане докладно в патентах США № 5096667 і 5104617 та заявках на патент США № 07/746015 і 07/934976. Зміст всіх цих посилань спеціально включено в якості посилання

Спочатку Овшинський і його група зосередилися на сплавах на основі гібридів металу, які формують негативний електрод. В результаті їх зусиль вони спромоглися значно збільшити оборотні характеристики зберігання водню, необхідні для ефективних і економічних застосувань батарей, і одержувати батареї, здатні акумулювати енергію з високим ступенем

щільності, з, ефективною оборотністю, високою електричною ефективністю, ефективним об'ємним зберіганням водню без структурних змін або отруєння, тривалим терміном служби і повторюваним глибоким розрядом. Вдосконалені характеристики цих оновікових ("Ovonic") сплавів, як вони тепер називаються, стали результатом витримування локальної хімічної упорядкованості і, отже, локальної структурної упорядкованості за допомогою об'єднання вибраних елементів модифікатора в первинну матрицю. Неупорядковані метал-гібридні сплави мають, по суті, збільшену щільність каталітичне активних ділянок і ділянок зберігання порівняно з однофазними або багатофазними кристалічними речовинами. Ці додаткові ділянки є відповідальними за поліпшену ефективність електрохімічного заряду / розряду і збільшення ємності зберігання електричної енергії. Характер і кількість ділянок зберігання можуть бути навіть спроектовані незалежно від каталітичне активних ділянок. Більш конкретно, ці сплави виготовлені так, щоб дозволити об'ємне зберігання дисоційованих атомів водню при міцності зв'язку в межах оборотності, що підходить для використання у вторинних застосуваннях батарей.

Деякі надзвичайно ефективні електрохімічні речовини акумулювання водню були отримані на основі неупорядкованих речовин, описаних вище. Ними є активні речовини типу Ti-V-Zr-Ni, такі як ті, що розкриті в патенті США № 4551400 ("патент '400"), розкриття якого включено в якості посилання. Ці речовини оборотно утворюють гібриди, щоб акумулювати водень. Всі речовини, які використовуються в патенті '400, застосовують спільну композицію Ti-V-Ni, де присутні, принаймні, Ti, V і Ni та можуть модифікуватись за допомогою Cr, Zr і Al. Речовини патенту '400 - багатофазні речовини, які можуть містити, але не обмежуватись ними, одну чи більшу кількість фаз з кристалічними структурами типу C₁₄ і C₁₅.

Інші Ti-V-Zr-Ni сплави також використовуються для перезарядних негативних електродів з акумулюванням водню. Одним таким сімейством речовин є те, що його описано в патенті США № 4728588 ("патент '588"), розкриття якого включено в якості посилання. Патент '588 описує специфічний підклас цих Ti-V-Ni-Zr сплавів, що містить Ti, V, Zr, Ni і п'яту складову, Gr. Патент '588 зазначає можливість домішок і модифікаторів окрім Ti, V, Zr, Ni і Cr складових сплавів, і взагалі описує специфічні домішки і модифікатори, кількості і взаємодії цих модифікаторів, та певні вигоди, що можуть очікуватися від них.

На відміну від оновікових сплавів, описаних вище, відомі раніше сплави зазвичай розглядалися як "упорядковані" речовини, які мали відмінні хімізм, мікроструктуру й електрохімічні характеристики. Ефективність відомих упорядкованих речовин була недостатньою, але на початку 1980-х років, оскільки міра модифікації збільшилася (тобто коли збільшилися кількість і доза елементарних модифікаторів), їх ефективність почала значно збільшуватися. Це відбувається як через неупорядкованість, внесену модифікатором, так і через їх електричні та хімічні

властивості. Цей розвиток сплавів від певного класу упорядкованих речовин до сучасних багатокомпонентних, багатофазних "неупорядкованих" сплавів подано в таких патентах: [1] патент США 3874928, [2] патент США 4214043, [3] патент США 4107395, [4] патент США 4107405, [5] патент США 4112199, [6] патент США 4125688, [7] патент США 4214043, [8] патент США 4216274, [9] патент США 4487817, [10] патент США 4605603, [12] - патент США 4696873 і [14] патент США 4699856 (Ці посилання докладно описані в патенті США 5096667, і цей опис спеціально включений в якості посилання).

Простіше говорячи, встановлено, що у всіх метал-гібридних сплавах при збільшенні ступеня модифікації роль первинно упорядкованого основного сплаву має меншу важливість порівняно з властивостями і неупорядкованістю, притаманним специфічним модифікаторам. Крім того, аналіз багатокомпонентних сплавів, зараз доступних на ринку й отриманих багатьма виробниками, вказує, що ці сплави модифікуються, з додержанням вказівок, установлених для систем на оновікових сплавах. Таким чином, як визначено вище, усі високо модифіковані сплави є неупорядкованими речовинами, який відрізняються наявністю багатьох компонентів і множиною фаз, тобто оновіковими сплавами.

Ясно, що введення способів оновікового сплавлення зробило значні вдосконалення в активних електрохімічних аспектах Ni-MH батарей. Проте, слід зазначити, що донедавна механічними і тепловими аспектами ефективності Ni-MH батарей зневажали.

Наприклад, у електромобілях вага батарей є значним чинником, тому що вага батарей є найбільшою складовою ваги засобу пересування. З цієї причини зменшенню ваги окремих батарей приділяють значну увагу при проектуванні батарей для засобів пересування, які пускаються в дію від електрики. На додаток до зменшення ваги батарей вага модулів батарей має бути зменшений, все ще забезпечуючи необхідні механічні вимоги модуля (тобто легкість транспортування, міцність тощо). Також, коли ці модулі батарей включені в пакетні системи батарей (такі як для використання в електромобілях) компоненти пакета батарей повинні бути полегшені, наскільки це можливо.

Варто особливо відзначити, що застосування в електромобілях висувають критичну вимогу для теплового керування. Це має місце тому, що окремі комірки (елементи) зв'язуються разом у безпосередній близькості, і багато елементів електрично і термічно з'єднуються разом. Тому, оскільки існує притаманна тенденція виділяти значну кількість теплоти під час заряду і розряду, працездатну конструкцію батарей для електромобілів оцінюють тим, чи достатньою мірою здійснюється управління виділеною теплотою або ні.

Джерела теплоти насамперед такі три. Перший - тепло навколишнього середовища через роботу засобу пересування в жаркому кліматі. Другий - резистивний або I²R, нагрівання при заряді і розряді, де I являє собою струм, що тече в батарею або з неї, і R - опір батареї. Третій -

величезна кількість теплоти утвориться під час перезарядження через рекомбінацію газу

У той час як зазначені вище параметри є зазвичай загальними для всіх електричних систем батарей, вони особливо важливі для нікель-метал-гідридних систем батарей. Це має місце через те, що Ni-MH має таку високу питому енергію, і струми заряду і розряду також є великими. Наприклад, щоб зарядити батарею свинцевих акумуляторів протягом однієї години, може використовуватись струм 35А, у той час як перезарядження Ni-MH батарей може використовувати 100А для такого самого одногодинного перезарядження. По-друге, оскільки Ni-MH має виняткову щільність енергії (тобто енергія акумулюється дуже компактно), теплове розсіювання більш ускладнене, ніж у батареях свинцевих акумуляторів. Це має місце через те, що відношення площі поверхні до об'єму набагато менше, ніж у батареях свинцевих акумуляторів, а це означає, що у той час як теплота, що утворюється, 2,5 рази більша для Ni-MH батарей, ніж для свинцевих акумуляторів, поверхня розсіювання тепла менша.

Такий ілюстративний приклад корисний у розумінні проблем управління теплом, з якими мають справу при проектуванні Ni-MH пакетів батарей для електромобілів. У патенті США № 5378555, виданому "Дженерал Моторс" (який включено в якості посилання), описаний пакет батарей електромобіля, що використовує батареї свинцевих акумуляторів. Пакетна система батарей, яка застосовує батареї свинцевих акумуляторів, має ємність приблизно 13 кВт*год, важить приблизно 363кг і має дальність поїздки засобу пересування приблизно 145км. Заміняючи пакет батарей свинцевих акумуляторів пакетом олов'якових батарей того ж розміру, ємність збільшується до 35 кВт*год, і дальність поїздки засобу пересування збільшується приблизно до 400 км. Одна властивість цього порівняння полягає в тому, що за 15 хвилин перезарядження енергія, подана в Ni-MH пакет батарей, у 2,7 разів більша, ніж подана в пакет батарей свинцевих акумуляторів з його, відповідно, додатковою теплотою. Проте, ситуація дещо відмінна під час розряду. Щоб живити енергією засіб пересування на швидкісній дорозі при постійній швидкості, струм, що тече через батарею, є таким самим, як для Ni-MH батареї або батареї свинцевих акумуляторів (або будь-якого іншого джерела живлення для цієї мети). По суті, електродвигун, що пускає в дію засіб пересування, "не знає" або "не піклується", звідки він одержує енергію, або яка батарея подає живлення. Відмінність між нагріванням Ni-MH батареї і батареї свинцевих акумуляторів при розряді полягає в тривалості розряду. Тобто, оскільки Ni-MH батарея буде пускати в дію засіб пересування в 2,7 рази довше, ніж свинцева, їй потрібно набагато більше часу перш, ніж вона має можливість "охолонути".

Далі, у той час як теплота, породжувана під час заряду і розряду Ni-MH батареї, зазвичай не є проблемою в малих побутових батареях або навіть у великих батареях, коли вони використовуються окремо протягом обмеженого періоду часу, великі батареї, що служать у якості

безперервного джерела живлення, особливо, коли їх більш однієї використовують послідовно або паралельно, наприклад, у супутнику або електромобілі, виділяють достатню кількість теплоти при зарядці і розряді, щоб впливати на граничну ефективність модулів батарей або пакетної системи батарей.

Таким чином, існує потреба в батареї, модулі батарей і конструкції пакетної системи батарей, яка зменшує її загальну вагу і має необхідне керування теплотою, необхідне для успішної роботи в електромобілях без зменшення її ємності зберігання енергії або вихідної потужності, збільшує надійність батарей і зменшує вартість.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - охолоджуваної текучим середовищем пакетної системи батарей - за технічною суттю є охолоджувана текучим середовищем пакетна система батарей, що включає корпус пакета батарей, який містить, принаймні, один засіб для введення і, принаймні, один засіб для виводу холодоагенту, множину модулів батарей, утворених у матричну конфігурацію всередині корпусу, причому зазначений модуль батарей містить множину окремих батарей, зв'язаних разом, і, принаймні, один засіб транспортування холодоагенту, який змушує холодоагент надходити в зазначений засіб для введення холодоагенту в корпус, протікати через канали для течії холодоагенту і виходити через зазначений засіб для виводу холодоагенту в корпус (Патент США № 5,558,950 А від 24 09 1996, МПК 6 H01M10/50).

Теплове управління системи батарей електромобіля, що застосовує технологію високоенергетичної батареї, ніколи раніше не демонструвалось. Деякі пристрої, такі як Na-S, які функціонують за підвищених температур, сильно ізолювані, щоб підтримувати специфічну робочу температуру. Така організація небажана через великий програв у загальній щільності енергії через надмірну вагу (засобів) теплового управління, високу складність та надмірну вартість. У інших системах, таких як Ni-Cd, у спробах теплового управління використовували систему водяного охолодження. Знову цей тип системи теплового управління додає ваги, складності та вартості пакету батарей.

Простіше говорячи, попередній рівень техніки не пропонує конфігурацію / внутрішню конструкцію інтегрованої батареї, модуля батареї і термічно керованої пакетної системи батарей, яка була б легкою, простою, недорогою і об'єднувала б структурну основу батарей, модулів та пакетів з охолоджуваною повітряною системою управління теплотою.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - модуля батареї великої потужності - за технічною суттю є модуль батареї великої потужності, що містить множину окремих батарей, множину електричних між'єднань, які забезпечують електричне з'єднання між окремими батареями зазначеного модуля і які забезпечують електричне з'єднання між окремими модулями батарей, та засіб зв'язування / стискання модулів батарей, зазначені батареї зв'язані всередині

зазначеного засобу зв'язування / стискання так, що вони скріплені з можливості забезпечення протистояння переміщенню або повороту при механічних вібраціях, транспортуванні або експлуатації (Патент США № 5,558,950 А від 24 09 1996, МПК 6 H01M10/50)

Теплове управління системи батарей електромобіля, що застосовує технологію високоенергетичної батареї, ніколи раніше не демонструвалось. Деякі пристрої, такі як Na-S, які функціонують за підвищених температурах, сильно ізолювані, щоб підтримувати специфічну робочу температуру. Така організація небажана через великий програв у загальній щільності енергії через надмірну вагу (засобів) теплового управління, високу складність та надмірну вартість. У інших системах, таких як Ni-Cd, у спробах теплового управління використовували систему водяного охолодження. Знову цей тип системи теплового управління додає ваги, складності та вартості пакету батарей.

Зазначена конструкція не пропонує конфігурацію / внутрішню конструкцію модуля батареї, який би був легким, простим, недорогим і мав би можливість працювати у об'єднаній структурній основі батарей, модулів та пакетів з охолоджуваною повпрям системою управління теплою.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - механічно вдосконаленої перезарядної батареї - є механічно вдосконалена перезарядна батарея, що включає корпус, який містить клему позитивного електрода і клему негативного електрода, принаймні, один позитивний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з клемою позитивного електрода, принаймні, один негативний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з зазначеною клемою негативного електрода, принаймні, один сепаратор електродів, розташований між зазначеними позитивними і негативними електродами всередині корпусу, при цьому сепаратор забезпечує електричну ізоляцію між позитивним і негативним електродами, але допускає хімічну взаємодію між ними, і електроліт батареї, розташований в корпусі, електроліт забезпечує оточення і змочування зазначених позитивного електрода, негативного електрода і сепаратора, при цьому корпус батареї має призматичну форму (Патент США № 5,558,950 А від 24 09 1996, МПК 6 H01M10/50).

Теплове управління системи батарей електромобіля, що застосовує технологію високоенергетичної батареї, ніколи раніше не демонструвалось. Деякі пристрої, такі як Na-S, які функціонують за підвищених температурах, сильно ізолювані, щоб підтримувати специфічну робочу температуру. Така організація небажана через великий програв у загальній щільності енергії через надмірну вагу (засобів) теплового управління, високу складність та надмірну вартість. У інших системах, таких як Ni-Cd, у спробах теплового управління використовували систему водяного охолодження. Знову цей тип системи теплового управління додає ваги, складності та вартості пакету батарей.

Простіше говорячи, попередній рівень техніки не пропонує конфігурацію / внутрішню конструкцію інтегрованої батареї, модуля батареї і термічно керованої пакетної системи батарей, яка була б легкою, простою, недорогою і об'єднувала б структурну основу батарей, модулів та пакетів з охолоджуваною повпрям системою управління теплою.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу - перезарядної системи батарей - є перезарядна система батарей, утворена, принаймні, з однієї зв'язаної перезарядної батареї, при цьому перезарядна система батарей піддається впливу теплових умов навколишнього середовища, які погіршують її теплові умови експлуатації (Патент США № 5,558,950 А від 24 09 1996, МПК 6 H01M10/50).

Теплове управління системи батарей електромобіля, що застосовує технологію високоенергетичної батареї, ніколи раніше не демонструвалось. Деякі пристрої, такі як Na-S, які функціонують за підвищених температурах, сильно ізолювані, щоб підтримувати специфічну робочу температуру. Така організація небажана через великий програв у загальній щільності енергії через надмірну вагу (засобів) теплового управління, високу складність та надмірну вартість. У інших системах, таких як Ni-Cd, у спробах теплового управління використовували систему водяного охолодження. Знову цей тип системи теплового управління додає ваги, складності та вартості пакету батарей. Таким чином, попередній рівень техніки не пропонує конфігурацію / внутрішню конструкцію інтегрованої батареї, модуля батареї і термічно керованої пакетної системи батарей, яка була б легкою, простою, недорогою і об'єднувала б структурну основу батарей, модулів та пакетів з охолоджуваною повпрям системою управління теплою.

У основу пропонованих винаходів поставлено задачу створення таких засобів, які б пропонували такі конфігурацію/внутрішню конструкцію інтегрованої батареї, модуля батареї і термічно керованої пакетної системи батарей, які б були б легкими, простими, недорогими і об'єднували б структурну основу батарей, модулів та пакетів з охолоджуваною повпрям системою управління теплою. Ця задача вирішується за рахунок створення умов для формування каналів для течії холодоагенту вздовж, принаймні, однієї поверхні зв'язаних батарей, забезпечення максимальної теплопередачі за допомогою конвективного, провідного та випромінювального механізмів теплопередачі від батарей холодоагенту, і такого транспортування холодоагенту, який би змусив холодоагент входити в засіб введення холодоагенту в корпусі, протікати по каналах для течії холодоагенту і виходити через засіб виведення холодоагенту в корпусі.

Зазначена задача вирішується у пропонованій охолоджуваній текучим середовищем пакетній системі батарей, яка, як відома охолоджувана текучим середовищем пакетна система батарей, включає корпус пакета батарей, який містить, принаймні, один засіб для введення і, принаймні,

один засіб для виводу холодоагенту, множину модулів батарей, утворених у матричну конфігурацію всередині корпусу, причому зазначений модуль батарей містить множину окремих батарей, зв'язаних разом, і, принаймні, один засіб транспортування холодоагенту, який змушує холодоагент надходити в зазначений засіб для введення холодоагенту в корпусі, протікати через канали для течії холодоагенту і виходити через зазначений засіб для виводу холодоагенту в корпусі, а, відповідно до винаходу, матрична конфігурація виконана з можливістю забезпечення протікання потоку холодоагенту скрізь, принаймні, одну поверхню зв'язаних батарей кожного з модулів батарей, зазначені модулі розташовані в корпусі на відстані від нього та від інших модулів так, щоб сформувати канали для течії холодоагенту вздовж, принаймні, однієї поверхні зазначених зв'язаних батарей, при цьому ширина зазначених каналів має оптимальні розміри для забезпечення максимальної теплопередачі через конвективні, провідні та випромінювальні механізми теплопередачі від зазначених батарей зазначеному холодоагенту.

Особливістю пропонованої системи батарей є і те, що вона містить у собі множину модулів батарей, організованих у матричну конфігурацію всередині корпусу, причому матрична конфігурація забезпечує протікання потоку холодоагенту крізь, принаймні, одну поверхню зв'язаних батарей кожного з модулів батарей.

Особливістю пропонованої системи батарей є і те, що вона виконана з можливістю використання електрично ізолюючого газоподібного або рідкого холодоагенту або рідкого холодоагенту.

Особливістю пропонованої системи батарей є і те, що газоподібним холодоагентом є повітря, і тим, що засіб транспортування холодоагенту включає нагнітальний повітряний вентилятор.

Особливістю пропонованої системи батарей є і те, що засіб транспортування холодоагенту включає насос і тим, що магістраль повернення холодоагенту, приєднана до засобу виходу холодоагенту, що спричинює рециркуляцію нагрітого холодоагенту до резервуара холодоагенту, з якого він транспортується до теплообмінника холодоагенту для добування з нього теплоти і, нарешті, повторно направляється до насоса холодоагенту для багаторазового використання при охолодженні пакета батарей.

Особливістю пропонованої системи батарей є і те, що вона встановлена з можливістю підтримання температури модулів батарей нижче 45°C , і з можливістю підтримання різниці температур між модулями батарей меншою від 8°C .

Зазначена задача вирішується і у пропонованому модулі, який, як відомий модуль батарей великої потужності, містить множину окремих батарей, множину електричних між'єднань, які забезпечують електричне з'єднання між окремими батареями зазначеного модуля і які забезпечують електричне з'єднання між окремими модулями батарей, та засіб зв'язування/стискання модуля батарей, зазначені батареї зв'язані всередині зазначеного засобу

зв'язування/стискання так, що вони скріплені з можливістю забезпечення протистояння переміщенню або повороту при механічних вібраціях, транспортуванні або експлуатації, а, відповідно до винаходу, зазначені батареї зв'язані у зазначеному засобі зв'язування/стискання при зовнішньому механічному стисканні, яке оптимізовано з можливістю збалансування зовнішнього тиску, спрямованого назовні через розширення компонентів батарей, і забезпечення додаткової спрямованої усередину сили стискання, прикладеної до електродів батарей всередині кожної батареї, для зменшення відстані між позитивними і негативними електродами з тим, щоб збільшити загальну потужність батарей.

Особливістю пропонованого модуля є і те, що модулі батарей зв'язані разом під дією великої механічної сили стискання, з використанням металевих стержнів, які встановлено вздовж усіх чотирьох сторін модуля батарей і зварено по чотирьох кутах модуля, де стержні зустрічаються, у такий спосіб формуючи стрічку навколо периферії модуля батарей.

Особливістю пропонованого модуля батарей є і те, що модулі батарей зв'язані під дією механічного стискання, яке приблизно дорівнює $3,5 - 12,65 \text{ кГ/см}^2$.

Особливістю пропонованого модуля батарей є і те, що модулі батарей зв'язані разом під дією сильного механічного стискання, використовуючи металеві стержні, що розташовані вздовж двох сторін модуля батарей і приварені в кутах модуля до металевої трубки, яка лишає кінцеві пластини над кінцями модулів, і тим, що кінцева пластина містить ребра, що виступають перпендикулярно до площини кінцевих пластин, у такий спосіб забезпечуючи додаткову міцність кінцевим пластинам і прорізам для металевої трубки, причому кінцеві пластини термічно ізолювані від батарей, зв'язаних всередині модуля.

Особливістю пропонованого модуля батарей є і те, що кожен з модулів батарей містить модульні прокладки, які утримують модулі на відстані від будь-яких інших модулів та від корпусу пакета батарей і тим, що модульні прокладки виготовлені з електрично непровідної речовини.

Особливістю пропонованого модуля батарей є і те, що електричні між'єднання є з'єднаннями з кабелю в обплетенні, які забезпечують високе теплове розсіювання і гнучкість конструкції/конфігурації модуля і тим, що електричні з'єднання з кабелю в обплетенні виготовлені з міді, мідного сплаву, покритого нікелем міді або покритого нікелем мідного сплаву.

Зазначена задача вирішується і у пропонованій механічно вдосконаленій перезарядній батареї, яка, як відома механічно вдосконалена перезарядна батарея, включає корпус, який містить клему позитивного електрода і клему негативного електрода, принаймні, один позитивний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з клемою позитивного електрода, принаймні, один негативний електрод, розташований всередині корпусу і електрично з'єднаний з зазначеною клемою негативного електрода, принаймні, один

сепаратор електродів, розташований між зазначеними позитивними і негативними електродами всередині корпусу, при цьому сепаратор забезпечує електричну ізоляцію між позитивним і негативним електродами, але допускає хімічну взаємодію між ними, і електроліт батареї, розташований в корпусі, електроліт забезпечує оточення і змочування зазначених позитивного електрода, негативного електрода і сепаратора, при цьому корпус батареї має призматичну форму, а, відповідно до винаходу, батарея за формою має оптимізоване співвідношення товщини, ширини і висоти для забезпечення максимальних ємності і вихідної потужності батареї

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що корпус має верхню частину, яка містить у собі клему позитивного електрода батареї і клему негативного електрода батареї, та оболонку корпусу батареї, у якій електроди розташовані та тим, що верхня частина корпусу також включає в себе кільцевий кожух, що визначає периферію, принаймні, одного отвору крізь верхню частину, а клеми мають ущільнювальний фланець по їх окружності, при цьому закупорені обтиском клеми герметизовані у кільцевому кожусі в ущільнювальному фланці та тим, що еластомерне діелектричне ущільнення розташоване між ущільнювальним фланцем і кільцевим кожухом, при цьому еластомерне діелектричне ущільнення виготовлене з непроникної для водню речовини полісульфону

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що вона додатково містить клапан високого тиску для скидання внутрішнього тиску батареї до тиску навколишньої атмосфери, при цьому клапан високого тиску включає корпус клапана, що має порожнисту внутрішню область у зв'язку по газу з навколишньою атмосферою і внутрішньою частиною корпусу за допомогою отвору, поршень скидання тиску, встановлений всередині порожнистої внутрішньої області, поршень скидання тиску має розміри, що забезпечують герметизацію осьового отвору, і має ущільнювальну канавку на поверхні, протилежній осьовому отвору, еластомерне діелектричне ущільнення, встановлене всередині ущільнювальної канавки, ущільнювальна канавка має конфігурацію, щоб охопити усі, крім однієї, поверхні ущільнення, у такий спосіб залишаючи неохоплену поверхню зазначеного ущільнення незахищеною, при цьому еластомерне діелектричне ущільнення виготовлене з непроникної для водню речовини полісульфону і пружину стискання, розташовану так, щоб змусити поршень скидання тиску стискати ущільнення в ущільнювальній канавці та блокувати осьовий отвір у клемі

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що вона додатково включає, принаймні, одну гребінку, що утворює електричне з'єднання між внутрішніми виводами електрода і клемою, при цьому зазначена гребінка є електрично провідним стержнем, що має множину паралельних прорізів, в які внутрішні виводи електрода вставлені, здійснюючи фрикційне

з'єднання, при цьому гребінка виготовлена з міді, мідного сплаву, покритої нікелем міді або покритого нікелем мідного сплаву

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що сепаратори виготовлені з поліпропілену, який має орієнтоване зерно або структуру канавки, при цьому сепаратори встановлені так, що орієнтована структура зерна орієнтована вздовж напрямку висоти, принаймні, одного позитивного електрода і, принаймні, одного негативного електрода

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що позитивні і негативні електроди батареї розташовані в корпусі так, що їх відповідні електричні колекторні виводи розташовані навпроти один одного у верхній частині корпусу, при цьому позитивні і негативні електроди батареї мають вирізані кути, де розташовані електричні колекторні виводи електродів протилежної полярності, у такий спосіб уникаючи короткого замикання між електродами і вилучаючи речовину, що не використовується, власне електрода

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що внутрішній металевий призматичний корпус батареї електрично ізований від електродів та електроліту

Особливістю пропонованої перезарядної батареї є і те, що негативні електроди виготовлені з теплопровідної агломерованої метал-підридної речовини електрода і перебувають в тепловому контакті з корпусом батареї

Зазначена задача вирішується і у пропонованій перезарядній системі батарей, яка, як і відома, утворена, принаймні, з однієї зв'язаної перезарядної батареї, при цьому перезарядна система батарей піддається впливу теплових умов навколишнього середовища, які покривають її теплові умови експлуатації, а, відповідно до винаходу, вона містить засіб для забезпечення змінної термоізоляції, принаймні, тієї частини перезарядної системи батарей, яка найбільш піддається тепловому впливу навколишнього середовища, для забезпечення підтримання температури перезарядної системи батарей у межах необхідного робочого діапазону за змінних умов навколишнього середовища

Особливістю пропонованої перезарядної системи батарей є і те, що засіб для забезпечення змінної ізоляції містить температурний датчик, засіб стисливої термоізоляції і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції у відповідь на температуру, визначену тепловим датчиком

Особливістю пропонованої перезарядної системи батарей є і те, що температурні датчики включають електронні датчики, засіб стисливої термоізоляції містить стисливу піну або волоконну ізоляцію, і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції містить поршневий пристрій, що попеременно збільшує або зменшує величину стискання на стисливу піну або волоконну ізоляцію у відповідь на сигнали від електронних датчиків

Особливістю пропонованої перезарядної системи батарей є і те, що температурні датчики і засіб для стискання засобу стисливої термоізоляції об'єднані в єдиний модуль

Особливістю пропонованої перезарядної

системи батарей є і те, що об'єднаний, одиночний модуль, температурний датчик / компресор ізоляції містить біметалічну пластину, яка дозволяє засобу стисливої термоізоляції розширюватися до місця, щоб захистити систему батарей від низьких температур навколишнього середовища і стиснути ізоляцію, щоб усунути ізоляційний ефект від системи батарей за теплих умов навколишнього середовища

Один аспект даного винаходу передбачає механічно вдосконалену перезарядну батарею. Батарея включає 1) корпус батареї, що містить у собі клему позитивного електрода батареї і клему негативного електрода батареї, 2) принаймні, один позитивний електрод батареї, розташований всередині корпусу батареї і електрично з'єднаний з клемою позитивного електрода батареї, 3) принаймні, один негативний електрод батареї, розташований всередині корпусу батареї і електрично з'єднаний з клемою негативного електрода батареї, 4) принаймні, один сепаратор електродів батареї, розташований між позитивними та негативними електродами всередині корпусу батареї, щоб електричне ізолювати позитивний електрод від негативного електрода, але який все ж допускає їх хімічну взаємодію, і 5) електроліт батареї, який оточує та змочує позитивний електрод, негативний електрод і сепаратор. Корпус батареї є призматичним за формою і має оптимізоване відношення товщини до ширини до висоти

Інший аспект даного винаходу включає вдосконалений модуль батареї високої потужності. Модуль батареї, відповідно до даного винаходу, включає 1) множину окремих батарей, 2) множину електричних міжз'єднань, які з'єднують окремі батареї модуля одну з одною і забезпечують засіб для електричного з'єднання окремих модулів батареї один з одним, і 3) засіб зв'язування / стискання модуля батареї. Батареї зв'язують всередині засобу зв'язування/стискання модуля під дією зовнішнього механічного стискання, яке оптимізовано, щоб збалансувати спрямований назовні тиск через розширення компонентів батареї і забезпечити додаткову спрямовану всередину силу стискання на електроди батареї всередині кожного елемента, щоб зменшити відстань між позитивними і негативними електродами, за допомогою цього збільшуючи загальну потужність елемента

Засіб зв'язування / стискання модуля сконструйовано так, щоб 1) допустити застосування необхідного стискання батареї, 2) виконати необхідну механічну функцію стійкої до вібрацій низки модулів, і 3) бути якомога більш легким

Ще один аспект даного винаходу полягає в механічній конструкції легкої охолоджуваної текучим середовищем пакетної системи батарей. У своїй найбільш загальній формі ця охолоджувана текучим середовищем пакетна система батарей включає 1) корпус пакета батареї, що має, принаймні, один вхідний отвір для холодоагенту і, принаймні, один вихідний отвір для холодоагенту, 2) принаймні, один модуль батареї, розташований і встановлений всередині

корпуса так, що модуль батареї віддалений від стінок корпусу і від будь-яких інших модулів батареї всередині корпусу, щоб сформувати канали для течії холодоагенту вздовж, принаймні, однієї поверхні зв'язаних батарей, причому ширина каналів для течії холодоагенту має оптимальні розміри, щоб забезпечити максимальну теплопередачу за допомогою конвективного, провідного та випромінювального механізмів теплопередачі від батарей холодоагенту, і 3) принаймні, один засіб транспортування холодоагенту, що змушує холодоагент входити в засіб введення холодоагенту в корпусі, протікати по каналах для течії холодоагенту і виходити через засіб виведення холодоагенту в корпусі. У більш прийнятному варіанті втілення пакетну систему батарей прохолоджують повітрям

У ще одному аспекті даного винаходу описана вище механічна конструкція батареї, модуля і пакетної системи батарей інтегрована в електронний спосіб за допомогою алгоритму зарядного пристрою, розробленого так, щоб швидко зарядити пакетну систему батарей, у той самий час збільшуючи термін служби батареї за допомогою мінімізованого перезарядження і управління виділенням тепла

На закінчення, батареї, модулі і пакети можуть також містити в собі засіб забезпечення перемінної термоізоляції, принаймні, для тієї частини перезарядної системи батарей, що найбільше безпосередньо піддається впливу зазначених оточуючих теплових умов так, щоб підтримувати температуру перезарядної системи батарей в межах необхідного робочого діапазону за змінних умов навколишнього середовища

фіг 1 - сильно стилізоване зображення виду поперечного перерізу механічно вдосконаленої перезарядної батареї відповідно до винаходу, що докладно зображує електроди батареї, сепаратор, корпус батареї й електричні клеми батареї,

фіг 2 - стилізоване зображення розірваного виду поперечного перерізу механічно вдосконаленої перезарядної батареї, що докладно зображує, скільки з компонентів батареї взаємодіють при складанні,

фіг 3 - збільшене зображення клеми, верхньої частини оболонки, ущільнення клеми і гребінки електрода, зображеного на фіг 2,

фіг 4 - стилізоване зображення виду поперечного перерізу укупорюваного обтисканням з'єднання, здійсненого, щоб герметично закріпити клему батареї до верхньої частини оболонки батареї,

фіг 5 - стилізоване зображення виду поперечного перерізу одного варіанта втілення клеми батареї, що докладно зображує, як клапан високого тиску може бути вмонтований у клему,

фіг 6 - стилізоване зображення виду поперечного перерізу іншого варіанта втілення клеми батареї, який докладно зображує, як електричний провідний з'єднувач гніздового типу може бути вмонтований у клему,

фіг 7 - стилізоване зображення гребінки електрода,

фіг 8 - стилізоване зображення виду зверху

модуля батареї, відповідно до цього винаходу, що докладно зображує спосіб, у який зв'язуються батареї, що включає їх орієнтацію, стержні та кінцеві пластини, які утримують батареї при зовнішньому механічному стисканні, та вісь стискання,

фіг 9 - стилізоване зображення виду збоку модуля батареї, зображеного на фіг 8, що конкретно зображує спосіб, у який металеві стержні встановлюють у прорізи в ребрах кінцевих пластин,

фіг 10 - стилізоване зображення виду з торця модуля батареї, зображеного на фіг 8 і 9, що конкретно зображує спосіб, у який взаємодіють кінцеві пластини та стержні стискання,

фіг 11 - стилізоване зображення виду зверху модуля батареї, відповідно до даного винаходу, що конкретно зображує модульні прокладки, відповідно до цього винаходу, і виводи прокладок, приєднаних до них,

фіг 12 - стилізоване зображення виду збоку модуля батареї, зображеного на фіг 11, що конкретно зображує спосіб, у який модульні прокладки розміщені зверху і знизу модуля батареї,

фіг 13a - стилізоване зображення одного варіанта втілення кінцевих пластин модулів батареї, відповідно до даного винаходу, що конкретно зображує ребристу кінцеву пластину,

фіг 13b - стилізоване зображення виду поперечного перерізу ребристої кінцевої пластини, зображеної на фіг 13a,

фіг 14 - стилізоване зображення одного варіанта втілення з'єднання з кабелем в обплетенні, придатного в модулях і пакетах батареї, яке відповідно до цього винаходу зображує конкретно електричне з'єднання з плоского кабелю в обплетенні,

фіг 15 - стилізоване зображення виду зверху одного варіанта втілення охолоджуваного текучим середовищем пакета батарей, відповідно до даного винаходу, що докладно зображує матричне розміщення модулів батареї в корпусі пакета, спосіб, у який модульні прокладки утворюють канали для течії холодоагенту, ввідне та вивідне отвори для текучого середовища та засіб транспортування текучого середовища,

фіг 16 - графік температури батареї в залежності від неробочого часу, який вказує спосіб, у який алгоритми керованого температурою вентилятора діють на температуру батареї під час саморозряду пакета,

фіг 17 - графік опору батареї і товщини батареї в залежності від зовнішнього тиску стискання, ясно подані оптимальні і функціональні діапазони,

фіг 18 ілюструє вплив температури на питому енергію батареї, зображуючи графік температури батареї в залежності від питомої енергії у $\text{Вт}^{\circ}\text{год}/\text{кг}$,

фіг 19 ілюструє вплив температури на питому потужність батареї, зображуючи графік температури батареї в залежності від питомої потужності у $\text{Вт}/\text{кг}$,

фіг 20 - графік об'ємної витрати холодоагенту і процентної частини від максимальної

теплопередачі та швидкості холодоагенту в залежності від інтервалу по середній осі поділу (стосується середньої ширини каналу холодоагенту) для вертикального потоку холодоагенту через канали для течії холодоагенту,

фіг 21 - графік об'ємної витрати холодоагенту і процентної частини від максимальної теплопередачі та швидкості холодоагенту в залежності від інтервалу по середній осі поділу (стосується середньої ширини каналу холодоагенту) для горизонтального потоку холодоагенту через канали для течії холодоагенту,

фіг 22 - графік зростання температури в залежності від температури навколишнього середовища і напруги пакета в залежності від часу під час циклів заряду і розряду, використовуючи спосіб заряду з "температурно-компенсованою межею напруги",

фіг 23 - графік зростання температури в залежності від температури навколишнього середовища і напруги пакета в залежності від часу під час циклів заряду і розряду, використовуючи спосіб заряду з "фіксованою межею напруги",

фіг 24 - графік ємності батареї, що вимірюється в $\text{А}^{\circ}\text{год}$, у залежності від типу батареї для батарей М серії,

фіг 25 - графік потужності батареї, що вимірюється у Вт , в залежності від типу батареї для батарей М серії,

фіг 26 - графік нормалізованої ємності батареї, що вимірюється у $\text{мА}^{\circ}\text{год}/\text{см}^2$, у залежності від типу батареї для батарей М серії,

фіг 27 - графік нормалізованої потужності батареї, що вимірюється в $\text{мВт}/\text{см}^2$, в залежності від типу батареї для батарей М серії,

фіг 28 - графік питомої потужності батареї, що вимірюється у $\text{Вт}/\text{кг}$, у залежності від типу батареї для батарей М серії,

фіг 29 - графік питомої енергії батареї, що вимірюється у $\text{Вт}^{\circ}\text{год}/\text{кг}$, у залежності від типу батареї для батарей М серії

Один аспект даного винаходу передбачає механічно вдосконалену перезарядну батарею, показану в загальному вигляді на фіг 1. Як правило, в техніці перезарядних батарей, таких як система нікель-метал-гідридних батарей, багато уваги приділяють електрохімічним аспектам батарей, у той час як набагато менше часу й енергії витрачено на поліпшення механічних аспектів батареї, модуля і конструкції пакета

Заявники досліджували вдосконалення в механічній конструкції систем перезарядних батарей, звертаючи увагу на, такі аспекти, як щільність енергії (і об'ємну, і гравіметричну), міцність, довговічність, механічні аспекти ефективності батареї та управління теплотою

В результаті цих досліджень заявники розробили механічно вдосконалену перезарядну батарею 1, що включає 1) корпус 2 батареї, який містить клему 7 позитивного електрода батареї і клему 8 негативного електрода батареї, 2) принаймні, один позитивний електрод 5 батареї, розташований всередині корпусу 2 батареї і електрично з'єднаний з клемою 7 позитивного

електрода батареї, 3) принаймні, один негативний електрод 4 батареї, розташований всередині корпусу 2 батареї і електрично з'єднаний з клемою 8 негативного електрода батареї, 4) принаймні, один сепаратор 6 електродів батареї, розташований між позитивним і негативним електродами всередині корпусу 2 батареї, щоб електрично ізолювати позитивний електрод від негативного електрода, але який все ще допускає їх хімічну взаємодію, та 5) електроліт батареї (не показаний), що сточує і змочує позитивний електрод 5, негативний електрод 4 і сепаратор 6. Корпус 2 батареї є призматичним за формою і має оптимізоване відношення товщини до ширини до висоти

Використовуваний термін "батарея" конкретно стосується електрохімічних елементів, що містять множину позитивних і негативних електродів, які відокремлюються сепараторами, герметизованих у корпусі, що має позитивну і негативну клеми на його зовнішньому боці, де всі відповідні електроди з'єднані з їх відповідними клемми

Це оптимізоване відношення, як описано нижче, дозволяє батареї мати збалансовані оптимальні властивості порівняно з призматичними батареями, які не мають цього оптимізованого відношення. Особливо, товщина, ширина і висота оптимізовані, щоб забезпечити максимальну ємність і вихідну потужність, у той самий час усуваючи шкідливі побічні ефекти. До того ж, ця специфічна конструкція корпусу припускає односпрямоване розширення, що можна легко компенсувати, прикладаючи зовнішню механічну силу стискання в цьому одному напрямку. Заявники виявили, що оптимальне відношення товщини електрода до ширини повинне бути між приблизно 0,1 - 0,75, а оптимальне відношення висоти до ширини 0,75 - 2,1. Специфічні приклади батарей і відношення їх висоти електрода до ширини подані в Таблиці 1

Таблиця 1

Тип батареї	Висота (мм)	Ширина (мм)	Відношення (В/Ш)
L	140	75	1,87
M	187	91	2,06
M-20	167	91	1,84
M-40	147	91	1,62
M-80	127	91	1,40

Слід зазначити, що навіть всередині оптимального діапазону відношень, є оптимальні піддіапазони залежно від необхідних властивостей батарей. Наприклад, фіг 24 - 29 зображують, як різні відношення висоти до ширини батарей М серії (подані в Таблиці 1) дає різні оптимальні значення залежно від специфічних необхідних властивостей. Фіг 24 і 25, які є графіками ємності в А*год і потужності у Вт в залежності від типу батареї, відповідно, вказують, що для

максимальної ємності і потужності М елемент є кращим. Проте, як можна бачити з фіг 26 і 27, що є графіками нормалізованої ємності в МА*год/см² та потужності в мВт/см² у залежності від типу батареї, відповідно, якщо ємність і потужність нормалізовані до площі електродів, елемент М-40 є найкращим. Додатково, якщо питома потужність батарей визначена, елемент М-40 також є найкращим, як показано фіг 28, що зображує графік питомої потужності батарей у Вт/кг у залежності від типу батареї. Нарешті, якщо важлива питома енергія батарей, М-20 елемент є кращим, як показано на фіг 29, що є графіком питомої енергії батарей у Вт*год/кг в залежності від типу батареї

При визначенні оптимальних відношень заявники відзначили, що, якщо батареї надто високі, є тенденція до розколу електродів при розширенні і стисканні, яка збільшується існує також проблеми з збільшеним внутрішнім електричним опором електродів, і гравіметричною сегрегацією електроліту до нижньої частини батареї, залишаючи верхні блоки електродів сухими. Обидві ці останні проблеми зменшують ємність і вихідну потужність батарей. Якщо, з іншого боку, електроди надто короткі, ємність і потужність батарей зменшуються через зменшені включення електрохімічно активних матеріалів, і питома щільність енергії батареї зменшується через зміну відношень компонентів власної ваги батареї до електрохімічно активних складових

Також, якщо батареї надто широкі, існує збільшена тенденція до розколу електродів при розширенні і стисканні. Є також проблема з збільшеним внутрішнім електричним опором, що зменшує ємність і вихідну потужність батарей. Але, якщо електроди занадто вузькі, ємність і потужність батареї зменшуються через знижене включення електрохімічно активних матеріалів, а питома щільність енергії батареї зменшується через зміну у відношеннях компонентів власної ваги батареї до електрохімічно активних складових

Нарешті, якщо батарея занадто товста, існують проблеми з неправильним тепловим розсіюванням від центральних електродів, що зменшує ємність батареї і потужність. Також, існує збільшене загальне розширення засобів зв'язування електродів у напрямку товщини, що викликає жолоблення й ушкодження корпусу батареї і створює зазори між позитивними і негативними електродами, таким чином зменшуючи потужність і ємність батареї. Це надмірне розширення засобів зв'язування електродів потрібно компенсувати зовнішнім механічним стисканням. Проте, коли батарея занадто товста, потрібна надмірна величина зовнішньої сили, щоб компенсувати розширення, і відбувається розколювання електродів. З іншого боку, якщо батарея надто тонка, менша кількість електродів заповнює батарею, і, отже, ємність і потужність батареї зменшуються через знижене включення електрохімічно активних матеріалів, і питома щільність енергії батареї зменшується через зміну у відношеннях компонентів власної ваги батареї до електрохімічно активних

складових

У даній заявці термін "розширення" включає і теплове, й електрохімічне розширення. Теплове розширення відбувається через нагрівання компонентів батареї за допомогою механізмів, описаних вище, а електрохімічне розширення має місце через зміну між різноманітними ґратчастими структурами в зарядженому і розрядженому станах електрохімічних активних речовин батареї.

Корпус 2 батареї більш прийнятне виготовляють з будь-якого матеріалу, який є теплопровідним, механічно міцним і жорстким та хімічно інертним до хімії батареї, такого як метал. Як альтернатива можуть використовуватися полімер або композитні речовини в якості матеріалу для корпусу батареї. При виборі такого матеріалу увага повинна приділятися теплопередачі. Як докладно описано в заявці на патент США № 08/238570 від 5 травня 1995, зміст якої включено в якості посилання, експерименти з пластмасовими корпусами показують, що внутрішня температура приміщеної в пластмасовий корпус метал-гідридної батареї зростає до приблизно 80°C від навколишньої температури після циклічної роботи від C/10 до 120% ємності, у той час як температура корпусу з нержавіючої сталі підвищується лише до 32°C. Таким чином, корпуси з теплопровідного полімеру або композитної речовини є кращими. Найбільш прийнятним є, якщо корпус виготовляють з нержавіючої сталі. Вигідно електрично ізолювати зовнішню поверхню металевого корпусу від середовища, покриваючи її непровідним полімерним покриттям (не показано). Прикладом одного такого шару є ізолюючий полімерний шар у вигляді стрічки, виготовлений з полімеру, такого як складний поліефір.

Механічна міцність і жорсткість полімерної стрічки є важливими, також як і ізолюючі властивості. До того ж, вона є більш прийнятною недорогою, однорідною та тонкою.

Внутрішня частина корпусу 2 батареї повинна бути також електрично ізолювана від електродів батареї. Це може виконуватись, наносячи покриття електрично ізолюючого полімеру (не показаний) на внутрішню поверхню корпусу батареї, або, як альтернатива, приміщуючи електроди батареї й електроліт у електрично ізолюючий полімерний резервуар (не показаний), що є інертним до хімії батареї. Цей резервуар потім закупорюють і вставляють у корпус 2 батареї.

У більш прийнятному варіанті втілення, показаному на фіг. 2, корпус батареї містить верхню частину 3 корпусу, до якої прикріплена клемма 7 позитивного електрода батареї і клемма 8 негативного електрода батареї, і оболонка 9 корпусу батареї, у якій розташовані електроди 4, 5. На фіг. 3 показано, що верхня частина 3 корпусу має отвори 13, через які позитивні і негативні клемми 7, 8 батареї перебувають в електричному зв'язку з електродами 4, 5 батареї. Діаметр отворів 13 трохи більший, ніж зовнішній діаметр клемми 7, 8, але менший, ніж зовнішній діаметр ущільнення 10, що використовується для того, щоб герметизувати клему 7, 8 до верхньої частини

3 корпусу. Клеми 7, 8 включають ущільнювальний фланець 11, що допомагає герметизувати клемми 7, 8 до верхньої частини 3 корпусу, використовуючи ущільнення 10. Ущільненням 10 як правило є ущільнювальне кільце. Ущільнення 10 включає паз 12 ущільнювального фланця, у який вставляють ущільнювальний фланець 11 клемми 7, 8. Цей паз 12 допомагає одержати гарне ущільнення високого тиску між клемою 7, 8 і верхньою частиною 3 корпусу та зберегти ущільнення 10 на місці, коли клему 7, 8 закупорюють обтиском у верхню частину 3 корпусу. Ущільнення 10 більш прийнятне виготовляють з еластомерної діелектричної непроникної для водню речовини, такої як, наприклад, полісульфон. Верхня частина 3 корпусу також включає кожух 14, що оточує кожен з отворів 13 і виступає назовні з верхньої частини 3 корпусу. Кожух 14 має внутрішній діаметр трохи більший, ніж зовнішній діаметр ущільнення 10. Кожух 14 обтискають навколо ущільнення 10 і ущільнювального фланця 11 виводу 1, 8 батареї, щоб сформувати електрично непровідне ущільнення підвищеного тиску між клемою 7, 8 і верхньою частиною 3 корпусу. Закупорене обтиском ущільнення клемми забезпечує опір вібраціям порівняно з різьбовим ущільненням попереднього рівня техніки. Верхня частина 3 корпусу, оболонка 9 корпусу і кільцевий кожух 14 можуть виготовлятися з нержавіючої сталі 304L.

Фіг. 4 зображує частину батареї, відповідно до цього винаходу, докладно зображуючи спосіб, у який клему 7, 8 батареї упарюють обтиском у верхню частину 3 корпусу. З цього креслення може бути ясно визначено, як кожух 14 верхньої частини 3 корпусу є закупореним обтиском навколо ущільнення 10, що, у свою чергу, герметизоване навколо ущільнювального фланця, 11 клемми 7, 8 батареї. У цей спосіб формують ущільнення, стійке до вібрацій.

Спосіб приєднання клемми 7, 8 до верхньої частини 3 корпусу включає закупорювання обтиском клемми 7, 8 до верхньої частини 3 корпусу. Цей спосіб закупорювання обтиском має ряд переваг порівняно з попереднім рівнем техніки закупорювання обтиском. Може виконуватись швидко на високошвидкісному устаткуванні, приводячи до безпосереднього зменшення вартості. Крім того, цей спосіб використовує меншу кількість матеріалу, ніж попередній рівень техніки, що зменшує вагу клем, приводячи до непрямого зменшення вартості. Збільшена площа поверхні цієї конструкції разом з зменшеною вагою речовин також веде до збільшеного теплового розсіювання від клем. Ще одна перевага цього винаходу полягає в тому, що він дозволяє виготовляти корпус батареї й інші частини з будь-якого ковкого матеріалу і спеціально не потребує лазерного ущільнення, спеціального ущільнення кераміка-метал, або якихось спеціальних (і отже, дорогих) способів. До того ж, зменшується загальна кількість частин і усувається потреба у високоточній механічній обробці виготовлення частин.

Клеми 7, 8 батареї зазвичай виготовляють з міді або мідного сплаву, більш прийнятно

металізованого нікелем для корозійної стійкості. Проте, може використовуватися будь-який електрично провідний матеріал, який є сумісним з хімією батареї. Слід зазначити, що у клем 7, 8 батареї, описаних у контексті поданого винаходу, менша товщина кільця та більший діаметр, порівняно з такими у попередньому рівні техніки. У результаті, клемі, відповідно до цього винаходу, є дуже ефективними розсіювачами теплоти, і в такий спосіб значно сприяють тепловому управлінню батареї.

Клеми 7, 8 можуть також мати вирівняний по осі центральний отвір 15. Центральний отвір 15 служить для багатьох цілей. Одне важливе використання полягає в тому, що він служить для зменшення ваги батареї. Він може також служити в якості отвору, в який може вставлятися, здійснюючи фрикційне з'єднання, зовнішній електричний з'єднувач. Тобто, циліндричний або кільцевий дровотий з'єднувач батареї може бути вставлений, здійснюючи фрикційне з'єднання, у центральний отвір 15, щоб забезпечити зовнішнє електричне підключення до батареї. Нарешті, він може служити як місце розташування для клапана скидання тиску для скидання надлишкового тиску з внутрішньої частини батареї. Отвір 15 може проходити частково через клему (якщо він призначений лише в якості гнізда з'єднувача) або цілком наскрізь (якщо призначений для скидання тиску і служить в якості гнізда з'єднувача). Коли, принаймні, одна з клем 7, 8 містить клапан високого тиску для скидання внутрішнього тиску батареї до тиску навколишньої атмосфери, клапан може бути закріплений в осьовому отворі всередині клемі, див. фіг. 5. Найбільш прийнятно клапан високого тиску 16 включає 1) корпус 17 клапана, що має порожню внутрішню область 21, що знаходиться в зв'язку по газу з навколишньою атмосферою і внутрішньою областю корпусу батареї через отвори 15, 18 і 23, 2) поршень 19 скидання тиску, розташований всередині порожньої внутрішньої області 21, причому поршень 19 скидання тиску має такі розміри, щоб герметизувати осьовий отвір 18, і має канавку 20 ущільнення на своїй поверхні, протилежній осьовому отвору 18, 3) еластомерне діелектричне ущільнення (не показане) знаходиться всередині канавки ущільнення, причому канавка 20 ущільнення має таку форму, щоб охопити всі поверхні ущільнення, крім однієї, таким чином запишаючи неохоплену поверхню ущільнення незахищеною, і 4) пружину 22 стискання, розташовану так, щоб змусити поршень 19 скидання тиску стискувати ущільнення в канавці 20 ущільнення і блокувати осьовий отвір 18 у клемі 7, 8. Подробиці див. патент США № 5258242 від 2 листопада 1993 "ELECTROCHEMICAL CELL HAVING IMPROVED PRESSURE VENT", розкриття якого включено тут як посилання. Знову, більш прийнятне еластомерне діелектричне ущільнення виготовлене з непроникної для водню речовини полісульфону. Додатково більш прийнятним є те, щоб клапан був сконструйований так, щоб спускати надлишковий внутрішній тиск, більший від приблизно $8,436 \text{ кг/см}^2$, щоб забезпечити цілісність батареї, оскільки для оболонок батареї

як правило нормою є тиск, якнайбільше, приблизно $10,545 \text{ кг/см}^2$.

На додаток до повторно ущільнювальному клапану, описаному вище, у батареях можуть використовуватися інші типи клапанів, відповідно до цього винаходу. Зокрема, можуть застосовуватися диски, що руйнуються, заглушки для високого тиску і мембранні клапани. Один такий мембранний клапан описаний у патенті США № 5171647, зміст якого тим самим включено тут як посилання. Також, у той час як більш прийнятним є те, щоб клапан високого тиску був розміщений всередині порожньої клемі батареї, клапан може також ефективно розташовуватися в іншому місці на верхній частині батареї у власному захисному корпусі або просто приєднуватися до отвору у верхній частині корпусу батареї.

Інший альтернативний варіант втілення клемі батареї поданий на фіг. 6, що зображує клему 7, 8, у якій може бути щільно посаджений, здійснюючи фрикційне з'єднання, зовнішній з'єднувач 24 виводу батареї. З'єднувач 24 приєднаний до зовнішнього виводу 25 батареї. Вивід 25 може бути будь-якого звичайного відомого типу, такого як, суцільний стержень, металева стрічка, одножильний або багатожильний провід, чи кабель в обплетенні для великих струмів батареї (який описано нижче). Більш прийнятне з'єднувач 24 виводу є порожнім кільцевим барабанним з'єднувачем, який, здійснюючи фрикційне з'єднання, вставляють у вирівняний по осі центральний отвір 15 клемі 7, 8 батареї. З'єднувач 24 виводу утримується в клемі 7, 8 батареї за допомогою перегородки 26 барабанного з'єднувача. Суцільний барабанний з'єднувач описаний у патентах США 4657335 від 14 квітня 1987 і 4734063 від 29 березня 1988 "RADIALLY RESILIENT ELECTRICAL SOCKET", які включено тут у вигляді посилань.

Якщо необхідно, варіанти втілення, подані на фіг. 5 і 6, можуть бути об'єднані в один варіант здійснення, що включає і клапан 16 підвищеного тиску, і зовнішній з'єднувач 24 виводу батареї. Крім того, диск, що руйнується (тобто ущільнювальний засіб скидання зайвого тиску, який не є повторно використовуваним) може включатися замість або на додаток до клапана високого тиску.

У той час як закупорені обтиском клемі і верхня частина корпусу є більш прийнятним варіантом втілення цього винаходу, можуть застосовуватися інші типи клем і, тому, інші типи верхніх частин корпусу. Зокрема, може використовуватися гвинт на клемі, що об'єднує ущільнення у вигляді 0-кільця. Взагалі, може застосовуватися будь-який тип відомої ущільненої клемі, доки вона може стримувати робочі тиски батареї і бути стійкою до електрохімічного середовища батареї.

У той час як будь-яка система батарей може вигідно використовувати подані поліпшення конструкції батареї, модуля і пакета, більш прийнятним є те, щоб позитивні електроди були виготовлені з гідроксиду нікелю, а негативні електроди виготовлені з сплаву, що поглинає водень. Більш прийнятне, речовиною негативного

електрода є оновковий метал-гібридний сплав (Тобто неупорядкований багатокомпонентний метал-гібридний сплав, який описано у заявці на патент США № 08/259793 від 14 червня 1994, патенті США 5407781 від 18 квітня 1995 (обидва документи спеціально включено тут в якості посилання), і застосуваннях та посиланнях, які залежать від них і на які спеціально посилаються в цих документах. Також більш прийнятним є те, щоб електроди відділялись нетканими фетровими нейлоновими або поліпропіленовими сепараторами, а електроліт був лужним електролітом, наприклад, таким, що містить 20 - 45 % ваг гідроксиду калію. Такі сепаратори описані в патенті США № 5330861, що його подано тут у якості посилання.

Ni-MH батареї для побутового застосування на ринку використовували метал-гібридні електроди на основі пасти, щоб досягти достатнього ступеня рекомбінації газу і захистити основний сплав від окислювання й корозії. Такі електроди на основі пасти зазвичай об'єднують суміш порошку активної речовини з пластиковими зв'язувальними й іншими непровідними гідрофобними речовинами. Непотрібним наслідком цього способу є значне зменшення теплопровідності структури електрода порівняно з структурою, відповідно до цього винаходу, яка складається по суті з 100%-но провідної активної речовини, напресованої на провідну підкладку.

У закупореній призматичній Ni-MH батареї, відповідно до цього винаходу, збільшення теплоти, що виділяється під час перезарядження, уникають, використовуючи низку елементів з теплопровідної електродної речовини на основі гібриду металу. Ця теплопровідна на основі гібриду металу електродна речовина містить частинки гібриду металу в близькому контакті одна з одною. Газоподібний кисень, згенерований під час перезарядження, рекомбінує з утворенням води і теплоти на поверхні цих частинок. У цьому винаході ця теплота передається по речовині теплопровідного негативного електрода на колектор струму і потім до поверхні корпусу. Теплова ефективність низки з теплопровідної на основі гібриду металу електродної речовини додатково поліпшується, якщо ця низка електродів перебуває в тепловому контакті з корпусом батареї, який є також що теплопровідним.

У цьому винаході речовина на основі гібриду металу негативного електрода більш прийнятне є агломерованою речовиною електрода, такою, як описано в патентах США №№ 4765598, 4820481, 4915898, 5507761 і заявці на патент США № 08/259793 (які наведені тут в якості посилання), виготовленою з використанням спікання так, щоб частинки Ni-MH перебували в тісному тепловому контакті одна з одною.

Позитивний електрод, що використовується у цьому винаході, виготовлений з речовин на основі гідроксиду нікелю. Позитивні електроди можуть бути агломеровані так, як описано в патенті США № 5344728 (включеному в якості посилання), також як введені у вигляді пасти у нікелеву піну чи штейн нікелевих волокон, як описано в патенті США № 5348822 і його продовженнях (включених

у якості посилання).

Один аспект цього винаходу вказує, що в герметизованих Ni-MH батареях генерація тепла особливо висока під час перезарядження, особливо при комерційно необхідних застосуваннях з швидким зарядом. Примітно, що теплота, згенерована під час перезарядження, виділяється через рекомбінацію кисню на поверхні метал-гібридного електрода. Отже, можна використовувати теплопровідний метал-гібридний електрод разом з позитивним електродом на основі пасти. Цей більш прийнятний варіант втілення особливо корисний для оптимізації питомої енергії, загальної ефективності і вартості батареї. Для більш докладного опису застосування агломерованих електродів див. заявку на патент США № 08/238570 "OPTIMIZED CELL PACK FOR LARGE SEALED NICKEL-METAL HYDRIDE BATTERIES" від 5 травня 1994, подану тут як посилання.

Як зображено на фіг 2, кожен з електродів 4, 5, які утворюють пакет електродів, має електричні з'єднувальні виводи 27, приєднані до них. Ці виводи 27 використовують для передачі струму, який створено в батареї і який тече до клем 7, 8 батареї. Виводи 27 електрично з'єднані з клемми 7, 8, що можуть містити 28 для саме такого приєднання. Як альтернатива, цей виступ 28 може використовуватися для електричного і фізичного приєднання клемми 7, 8 до колекторної гребінки 29 виводу електрода. Як показано на фіг 7, гребінка 29 є як правило електрично провідним стрижнем, що містить множинну паралельних прорізів 30, які приймають виводи електрода, які утримують виводи 27 електрода тертям, зварюванням чи паянням тугоплавким припоєм. Фіг 7 також зображує отвір 31 з'єднувача клемми батареї в гребінці 29, що приймає виводи. Фланець 28, що приварюється/ припаюється, клемми батареї вставляють за допомогою пресої посадки в отвір 31, і потім він може припаюватись твердим припоєм або приварюватись на місце, якщо це необхідно або бажано.

Гребінка 29 забезпечує стійкий до вібрацій з'єднувач для передачі електричної енергії від електродів 4, 5 до клем 7, 8. Гребінка 29 забезпечує велику стійкість до вібрацій порівняно з попереднім засобом болтового з'єднання збірних виводів 27 до фланця 28 нижньої частини клемми 7, 8. Відомий спосіб приєднання виводів 27 до клемми 7, 8 також потребує більш довгих виводів і більш довгого корпусу (корпус, що має більший простір над текучим середовищем). Це збільшує загальну вагу й об'єм батарей. Відсутність болтів значно зменшує простір над текучим середовищем, приводячи до збільшення об'ємної щільності енергії. Гребінка 29 і клемми 7, 8 батареї більш прийнятне виготовлені з міді або мідного сплаву, який, ще більш прийнятне, покритий нікелем для стійкості до корозії. Проте, вони можуть виготовлятися з будь-якої електрично провідної речовини, що є сумісною з хімією батареї. У той час як гребінка, що приймає виводи електрода, є більш прийнятним засобом приєднання виводів електрода до клем батареї, інші відомі засоби, такі як болти, гвинти,

зварювання або паяння тугоплавким припоєм також можуть використовуватися, і, отже, заявники не обмежені більш прийнятним варіантом втілення.

Позитивні і негативні електроди 4, 5 батареї можуть розташовуватися в корпусі 2 батареї так, що їх відповідні електричні колекторні виводи 27 розташовані навпроти один одного у верхній частині корпусу. Тобто, всі електричні колекторні виводи негативного електрода розташовані з одного боку батареї, а всі електричні колекторні виводи позитивного електрода розташовані з протилежного боку батареї. Більш прийнятно, позитивні і негативні електроди батареї мають вирізані кути (не показане) де розташовані електричні колекторні виводи електродів протилежної полярності, у такий спосіб уникаючи короткого замикання між електродами й випускаючи власну вагу речовини електрода, що не використовується. Коротке замикання може відбуватися, коли електричні колекторні виводи одного електрода скручуються або мають гострі виступи, які потім можуть проткнути сепаратор електродів і здійснити коротке замикання з суміжним протилежної полярності електродом. Власна вага речовини електрода утворюється через проникнення активної речовини в електроди, які є неактивними, тому що вони не є суміжними з речовинами їх протилежного електрода.

Хоча батареї можуть мати будь-яке число електродів, залежно від їх товщини, більш прийнятне батарея містить 19 позитивних електродів і 20 негативних електродів, по черзі розташованих всередині зазначеного корпусу. Тобто, електроди є по черговими, причому негативні розташовані з зовнішнього боку, і по черговими позитивними і негативними всередині всього пакета електродів. Ця конфігурація уникає можливих коротких замикань, коли батареї перебувають під дією зовнішньої механічної сили стискання. Тобто, якщо є позитивний і негативний електрод з зовнішнього боку пакета електродів, буде можливість формування електродами електричного короткого замикання через металевий корпус батареї, коли батарея піддається зовнішньому механічному стисненню.

У той час як необхідно мати сепаратори 6 лише для електродів, які оточують один набір електродів батареї (тобто сепаратори навколо лише негативних або лише позитивних електродів), може бути вигідним включити сепаратори 6, які оточують кожен набір електродів. Дані вказують, що використання подвійних сепараторів може зменшити рівень саморозряду батарей. Зокрема, утримання заряду збільшилося від приблизно 80% після двох днів для батарей з одиночним сепаратором до приблизно 93% після двох днів для батарей, що мають подвійні сепаратори. Сепаратори 6 є добре відомими звичайними поліпропіленовими сепараторами. Вони мають орієнтовані зерна або структуру з канавками, яка, як здається, повинна одержуватись машинною обробкою, і більш прийнятним є те, щоб зерна або канавки речовини сепаратора поліпропілену були орієнтовані уздовж

довжини електродів. Ця орієнтація зменшує тертя і запобігає захопленню і прилипанню зерен або канавок одного сепаратора з такими суміжними сепараторами під час механічного стискання і/або розширення електродів, тому що прилипання та захоплення може спричинити розколювання електродів.

Інший аспект цього винаходу включає вдосконалений модуль батареї високої потужності (термін "модуль батареї" або "модуль", що вживається тут, визначає два або більше електричне взаємозалежні елементи), спеціально показаний на фіг 8 - 12. Щоб бути придатним, батареї в модулі повинні бути щільно упакованими, переносними і механічно міцними при використанні. До того ж, речовини, що використовуються в конструкції модулів батареї (окрім самих батарей), не повинні надмірно збільшувати власну вагу модуля, або щільності енергії модулів будуть знижуватися. Також, оскільки батареї генерують велику кількість теплоти під час циклічної роботи, речовини конструкції повинні бути теплопровідними і достатньо малими, щоб не зштовхуватися з проблемою передачі тепла далеко від батарей, або діяти як радіатор, захоплюючи теплоту всередині батарей і модулів. Щоб задовольнити цим та іншим вимогам, заявники цього винаходу розробили вдосконалений модуль батареї високої потужності.

Модуль 32 батареї, відповідно до цього винаходу, містить 1) множину окремих батарей 1, 2) множину електричних між'єднань 25, які з'єднують окремі батареї 1 модуля 32 одну з одною та надають засіб для електричного між'єднання окремих модулів 32 батареї один з одним, та 3) засіб зв'язування/стискання модуля батареї (описано нижче). Батареї зв'язують разом при зовнішньому механічному стисненні (переваги якого описані нижче) всередині засобу модуля зв'язування/стискання так, що вони стають закріпленими і не повертаються або не зміщуються, коли піддаються дії механічних вібрацій при транспортуванні або використанні.

У той час як будь-яке число батарей може бути зв'язане в модуль, 2-15 батарей на "низку" є типовим. Модуль 32 батареї як правило є низками призматичних батарей, відповідно до цього винаходу. Більш прийнятно, вони є зв'язаними так, що вони всі орієнтовані однаково, причому кожна батарея має електричні клеми, розміщені на верхній частині (див. фіг 9 і 12). Батареї орієнтовані в модуль так, що їх найвузчі бокові поверхні звернені до сторін модуля, а їх ширші боки (ті, які при розширенні батарей будуть деформуватися) розміщені суміжними з іншими батареями в модулі. Таке розташування допускає розширення лише в одному напрямку всередині модуля, що є бажаним.

Батареї 1 зв'язують всередині засобу зв'язування / стискання модуля під дією зовнішньої механічної сили стискання, яка оптимізована так, щоб збалансувати тиск, спрямований назовні через розширення компонентів батареї, і забезпечити додаткову внутрішню силу стискання на електроди батареї всередині кожної батареї,

щоб зменшити відстань між позитивними і негативними електродами, за допомогою цього збільшуючи загальну потужність батареї

Як описано вище, розширення призматичних батарей, що більш прийнятне використовується в цих модулях, спроектоване односпрямованим, отже, стискання для зсуву розширення потрібне лише в цьому одному напрямку (див стрілку 33 у напрямку стискання) Якщо зсуву немає, це розширення викликає прогин і жолоблення зовнішнього корпусу батареї та більш, ніж оптимальні, розділювальні зазори між електродами, таким чином зменшуючи потужність батарей Також, було виявлено, що перекомпенсація для розширення до деякої міри корисна Тобто, деякою мірою зайве стискання фактично збільшує вихідну потужність (зменшує внутрішній опір) зв'язаних батарей Проте, надмірне стискання веде до розколювання і короткого замикання електродів всередині батарей Механізм цієї збільшеної потужності, при надмірному стисканні, як думають, впливає з стискання позитивного електрода, що знижує опір за допомогою зменшення контактного опору між частинками активної речовини в електроді і колектором струму електрода Також, стискання сепаратора веде до зменшення відстані між пластинами позитивних і негативних електродів батареї, що робить більш короткими шляхи переміщення іонів між електродами, таким чином зменшуючи опір електроліту між ними

Фіг 17 показує кореляцію стискання модуля й опору батареї Модулі, що мають кінцеві пластини (описані нижче) стискалися із застосуванням різних величин сили і внутрішнього опору батареї (стосовні до загальної вихідної потужності й ефективності заряду), і вимірювалася товщина батареї Як можна бачити з фіг 17, є оптимальний діапазон стискання для цих модулів між приблизно 4,921 і 11,951 кГ/см² (сила приблизно 500 - 1180кГ на площу приблизно 100см²) і функціональний діапазоном між приблизно 3,5 до приблизно 12,65кГ/см² (приблизно 363кГ - приблизно 1270кГ на площу приблизно 100см²) Можна ясно бачити, що для цих специфічних батарей, використовуваних у цьому модулі, стискання вище верхньої межі і стискання нижче нижньої межі функціонального діапазону викликає збільшення внутрішнього опору батарей і, отже, зменшує потужність Слід зазначити, що, у той час як оптимальні і функціональні діапазони стискання різні для батарей різних розмірів, всі графіки залежності опору від стискання для цих батарей різноманітних розмірів аналогічні в тому, що є функціональні й оптимальні діапазони стискання для відповідної ефективності елемента

Знайти конфігурацію конструкції/речовини, яка 1) допускає застосування необхідного стискання, 2) виконує необхідну механічну функцію стійкості до вібрацій засобу зв'язування/стискання модуля, і 3) є легкою наскільки можливо - це величезне завдання Заявники виявили, що модулі батарей можуть бути зв'язані разом під дією великої механічної сили стискання, використовуючи металеві стержні 34 (більш прийнятно, з нержавіючої сталі), які

встановлені уздовж усіх чотирьох сторін модуля 32 батареї і зварені в чотирьох кутах модуля, де зустрічаються стержні, таким чином формуючи пояс навколо периферії модуля батареї Більш прийнятне, сварні металеві стержні 34 розташовані посередині між верхом і низом модуля батареї, які знаходяться там, де розширення найбільше Стискання батарей в областях, що не містять пакету електродів, не є корисним, тому що при цьому не стискаються електроди Фактично, це може бути шкідливим, оскільки це призводить до замикання електродів на металевий кожух через внутрішній ізолятор

Слід зазначити, що, хоча і не легко видно з креслень, розміри товщини і ширини по периметру верхньої і нижньої частин корпусу батареї менші на 0,5 - 1,0мм, ніж загальні розміри товщини і ширини Ці зменшені габарити гарантують, що усе стискальне зусилля передається тільки пакету пластин електрода і сепараторам

Ще більш прийнятним є те, щоб сварні металеві стержні 34 містили два або три набори стержнів, встановлених посередині між верхньою і нижньою межами модуля батареї Якщо використовують три набори стержнів, перший набір стержнів повинен розташовуватись на половині відстані між верхньою і нижньою межами модуля батареї, другий набір стержнів потім розміщують між першим набором стержнів і верхньою межею модуля, батареї, і третій набір стержнів розміщують між першим набором стержнів і нижньою межею модуля батареї Це допускає однорідний розподіл стискання й ослаблення напруги на будь-якому одному наборі стержнів Цей розподіл стискання також допускає використання найменших, найлегших металевих стержнів, таким чином зменшуючи власну вагу модуля

Інша більш прийнятна конструкція використовує металеві кінцеві пластини 35 на кінцях модуля Сержні з нержавіючої сталі розташовані вздовж поверхонь модуля батареї і приварені в кутах модуля до прямокутної металевої трубки (45 на фіг 9), що заміняє кінцеві стержні й утримує кінцеві пластини 35 на місці Ця конструкція допускає навіть кращий розподіл зусиль стискання Кінцеві пластини 35 більш прийнятне виготовляють з алюмінію і можуть включати ребра 36, які виступають перпендикулярно до площини кінцевих пластин 35, у такий спосіб забезпечуючи додаткову міцність пластинам 35 і допускаючи використання більш легких речовин (Один варіант втілення кінцевих пластин показаний на фіг 13а і 13b Інші варіанти втілення описані в заявці на патент США № 08/238570 від 5 травня 1995, наведеної тут в якості посилення) Копії кінцеві пластини 35 мають таку ребристість 36, необхідно мати прорізи (не показані, але див фіг 9) у ребристості, щоб розмістити прямокутну металеву трубку 45 Кінцеві пластини 35 більш прийнятне можуть бути термічно ізольовані або ізольовані від батарей, зв'язаних у модуль 32, теплоізолювальною речовиною, такою як теплоізолюючий шар полімеру або полімерної піни Ця ізоляція запобігає нерівномірному розподілу температури

батареї всередині модуля, що може спричинитись охолоджувальною дією ребер 36 кінцевих пластин 35. Проте, ребра 36 можуть забезпечувати додаткове теплове розсіювання для батарей 1 всередині модуля 32, якщо необхідно, здійснюючи теплове стикання з кінцевих пластин 35 до суміжних батарей 1.

Кожен з модулів 32 може додатково містити модульні прокладки 37 (див. фіг. 11 і 12), які утримують модулі 32 на відстані від будь-яких інших модулів 32 і від корпусу пакета батарей. Ці модульні прокладки 37 розміщені зверху та знизу модуля 32, щоб забезпечити захист кутам батарей 1 всередині модуля 32 і електричним між'єднанням 25 і клемам 7, 8 батарей 1. Більш важливо, виводи 38 на поверхнях прокладок 37 утримують модулі 32 на оптимальній відстані. Прокладки 37 більш прийнятно виготовлені з легкої непровідної речовини, такої як міцний полімер. Також, це важливо для загальної щільності енергії пакета, щоб прокладки містили в собі можливо менше загальної кількості речовини, щоб виконувати функцію, яка вимагається від них, та все ще залишатися такими легкими, наскільки це можливо.

Батареї і модулі, відповідно до цього винаходу, більш прийнятно електрично з'єднані провідними проводами 25 (див. Фіг. 8 і 9), що забезпечують з'єднання між ними з низьким опором. Загальний опір, що включає в себе опір проводу і контактний опір, не повинен перевищувати більш прийнятно 0,1 МОм. Дроти прикріплені до клем гвинтом чи болтом або, більш прийнятно, гніздовим барабанним з'єднувачем 24, описаним вище. Електричні між'єднання 25 модуля 32 батареї, відповідно до цього винаходу, більш прийнятно є з'єднаннями з кабелем в оболотці (див. фіг. 14), що забезпечують високе теплове розсіювання і гнучкість конструкції/конфігурації модуля. Тобто, з'єднання 25 з кабелем в оболотці виконують дві важливі функції всередині модулів батареї, відповідно до цього винаходу (крім їх нормальної функції передачі електричної енергії поза батареями). По-перше, кабель 25 в оболотці є гнучким, який пристосовується до розширення і стиснення окремих батарей 1, що призводить до зміни відстані між клемми 7, 8 окремих батарей всередині модуля 32. По-друге, з'єднання 25 з кабелем в оболотці має значно більшу площу поверхні, ніж суцільний кабель або шина. Це важливо для теплового управління батареї, модулів і пакетів, відповідно до цього винаходу, тому що електричне з'єднання є частиною теплового шляху, який починається у внутрішній частині батареї, проходить через електроди 4, 5, через вивід електрода 27, через клему батареї 7, 8 і виходить до електричного між'єднання 25. Тому, чим більша площа поверхні електричного між'єднання 25, тим більшим є теплове розсіювання і кращим є теплове керування батареями 1. Електричне між'єднання 25 з кабелем в оболотці більш прийнятно виготовляють з міді або мідного сплаву, який більш прийнятно покривають нікелем для стійкості проти корозії.

Ще одним аспектом цього винаходу (показаним на фіг. 15) є механічна конструкція охолоджуваних текучим середовищем пакетних систем батарей (терміни "пакет батарей" або "пакет", що вживаються тут, стосуються двох або більше електрично з'єднаних модулів батарей). Знову, слід відзначити, що під час циклічної роботи батарей вони виділяють велику кількість непотрібного тепла. Це є особливо вірним під час заряду батарей. Це зайве тепло може бути шкідливим і навіть катастрофічним для системи батарей. Деякі з негативних характеристик, з якими зіштовхуються, коли пакетні системи батарей не мають ніякого або мають невідповідне теплове управління, включають 1) істотно більш низьку ємність і потужність, 2) істотно збільшений саморозряд, 3) незбалансовані температури між батареями і модулями, що ведуть до неправильного поводження з батареєю, і 4) зменшений термін служби батареї. Тому, ясно, що для оптимально корисної пакетної системи батарей необхідним є відповідне теплове управління.

Деякими з чинників, які слід розглянути при тепловому керуванні пакетної системи батарей, є 1) усі батареї і модулі повинні зберігатись холоднішими від 65°C, щоб уникнути постійного нанесення ушкоджень батареям, 2) всі батареї і модулі повинні зберігатись холоднішими від 55°C, щоб одержати, принаймні, 80 % номінальної ефективності батареї, 3) усі батареї і модулі повинні зберігатись холоднішими від 45°C, щоб досягти максимального терміна служби, і 4) різниця температур між окремими батареями і модулями батареї повинна зберігатись нижчою від 8°C для оптимальної ефективності. Слід зазначити, що вдосконалення у цьому винаході регулюють різницю температур між батареями у межах менше, ніж приблизно 2°C.

Теплове управління пакетною системою батарей повинно забезпечити адекватне охолодження, щоб забезпечити оптимальну ефективність і довговічність Ni-MH батарей у широкій розмаїтості робочих режимів. Температури навколишнього повітря в США знаходяться в широкому діапазоні, принаймні, від -30°C до 43°C у 49 штатах нижніх широт. Необхідно досягти робочої повноцінності пакетів батареї при цьому діапазоні температур навколишнього повітря, у той самий час підтримуючи батареї в їх оптимальному діапазоні ефективності приблизно від -1°C до 38°C.

Нікель-метал-гібридні батареї виявляють погіршення характеристики ефективності заряду при критично високих температурах вище 43°C через проблеми, що виникають через виділення кисню на нікелевому позитивному електроді. Щоб уникнути цих неефективностей, температура батареї під час заряду повинна в ідеальному випадку утримуватись нижчою від 43°C. Нікель-метал-гібридні батареї також виявляють погіршення характеристики потужності при температурах нижче приблизно -1°C через погіршену характеристику негативного електрода. Щоб уникнути малої потужності, температура батареї повинна утримуватись вище приблизно -

1°C під час розряду

Як зазначено вище, на додаток до погіршеної ефективності при високих і низьких температурах, шкідливі ефекти можуть мати місце внаслідок різниці температури між батареями всередині модуля під час заряду. Більші різниці температури викликають незбалансованості в ефективності заряду батарей, які, в свою чергу, можуть викликати незбалансованості стану заряду, приводячи до зниженої ємнісної характеристики і потенційно ведучи до неправильного використання значного перезаряду і перерозряду. Щоб уникнути цих проблем, різниця температури між батареями має управлятися в межах менше, ніж 8°C і, більш прийнятно, менше, ніж 5°C.

Фіг 18 показує співвідношення між питомою енергією батарей, що вимірюється у Вт*год/кг, і температурою батарей для нікель-метал-гібридної батареї, відповідно до цього винаходу. Як може бачити, питома енергія батарей починає падати вище приблизно 20°C або біля того і різко знижується при температурі вище приблизно 40°C. Фіг 19 показує співвідношення між питомою потужністю батарей, що вимірюється у Вт/кг, і температурою батарей для нікель-метал-гібридної батареї, відповідно до цього винаходу. Як можна помітити, питома потужність батарей зростає з температурою, але вирівнюється вище приблизно 40°C.

Інші чинники в конструкції охолоджуваної текучим середовищем пакетної системи батарей включають механічні питання. Наприклад, щільність упакування батарей і модуля повинні бути якомога більш високими, щоб зберегти простір у кінцевому продукті. До того ж, щось, що додається до системи пакета батарей для забезпечення теплового керування, в кінцевому рахунку зменшує загальну щільність енергії системи батарей, оскільки це само собою не дає внеску в безпосередньо електрохімічну ємність батарей. Щоб задовольнити цим та іншим вимогам, заявники розробили охолоджувану текучим середовищем пакетну систему батарей, відповідно до цього винаходу.

У своїй найбільш загальній формі (варіант здійснення, показаний на фіг 15) дана охолоджувана текучим середовищем пакетна система 39 батарей включає 1) корпус 40 пакета батарей, що має, принаймні, один вхідний отвір 41 для холодоагенту і, принаймні, один вихідний отвір 42 для холодоагенту, 2) принаймні, один модуль 32 батарей, розташований і встановлений всередині корпусу 40 так, що модуль 32 батарей віддалений від стінок корпусу і від будь-яких інших модулів 32 батарей всередині корпусу 40, щоб сформувати канали 43 для течії холодоагенту вздовж, принаймні, однієї поверхні зв'язаних батарей, ширина каналів 43 для течії холодоагенту має оптимальні розміри, щоб врахувати максимальну теплопередачу за допомогою конвективних, провідних та випромінювальних механізмів теплопередачі від батарей холодоагенту, та 3), принаймні, один засіб 44 транспортування холодоагенту, що змушує холодоагент надходити в засіб 41 вхідного отвору для холодоагенту в корпусі 40, протікати через

канали 43 для течії холодоагенту і виходити через засіб 42 вихідного отвору для холодоагенту з корпусу 40. Більш прийнятно, і більш реалістично, пакетна система 39 батарей містить множину модулів 32 батарей, звичайно від 2 до 100 модулів, розміщуваних у 2-х або 3-й вимірній матричній конфігурації всередині корпусу. Матрична конфігурація допускає високу щільність упакування, у той самий час дозволяючи холодоагенту текти через, принаймні, одну поверхню кожного з модулів 32 батарей.

Корпус 40 пакета батарей більш прийнятно виготовлений з електрично ізолюючої речовини. Ще більш прийнятно, корпус 40 виготовляють з легкої електрично ізолюючої полімерної речовини з тривалим строком служби. Речовина повинна електрично ізолювати так, щоб не було короткого замикання батарей і модулів, якщо корпус торкається їх. Також, речовина повинна бути легкою, щоб збільшити загальну щільність енергії пакета. На закінчення, речовина повинна бути міцною та здатною протистояти жорстким граничним умовам використання пакета батарей. Корпус 40 пакета батарей має один або більше вхідних отворів 41 холодоагенту і вихідних отворів 42, які можуть бути спеціалізованими портами для текучого середовища, якщо необхідно, але більш прийнятно є просто отворами в корпусі 40 пакета батарей, через які охолоджувальне повітря входить і виходить з пакета батарей.

Охолоджувану текучим середовищем систему 39 пакета батарей розроблено, щоб використовувати електрично ізолюючий холодоагент, який може бути або газоподібним або рідким. Більш прийнятно, холодоагент є газоподібним і, ще більш прийнятно, холодоагент є повітрям. Коли повітря використовують в якості холодоагенту, засіб 44 транспортування холодоагенту є більш прийнятно нагнітальним вентилятором, і ще більш прийнятно вентилятором, що забезпечує витрату повітря 28317 - 84951 см³/хвил повітря на елемент у пакеті.

Вентилятори не повинні безперервно нагнітати охолоджувальне повітря в пакет батарей, але можуть управлятися так, щоб підтримувати температури пакета батарей у межах оптимальних рівнів. Необхідно передбачити керування вентилятором для вмикання і вимикання вентилятора і більш прийнятно для керування швидкістю вентилятора для забезпечення ефективного охолодження під час заряду, запуску і неактивних станів без навантаження. Як правило, охолодження є найбільш критичним під час заряду, але також необхідне під час агресивного запуску. Швидкість вентилятора управляється на основі різниці температур пакета батарей і навколишнього середовища, а також на основі абсолютної температури, останнє - щоб не охолодити батарею, коли вже холодно, або так, щоб забезпечити додаткове охолодження, коли батарея має температуру поблизу верхньої межі її ідеального інтервалу температур. Для нікель-метал-гібридної батареї вентилятори також необхідні в неактивні періоди після заряду. Переривчасте охолодження необхідне у цих умовах, щоб забезпечити ефективне охолодження.

і веде до економії електроенергії мережі, зберігаючи швидкість саморозряду нижче споживаної вентилятором потужності. Типовий результат (фіг 16) показує вентилятор у момент часу 2, 4 години після початкового охолодження після заряду. Як правило, нормальна процедура керування вентилятором (описана нижче) працює добре в цьому сценарії. Управління вентилятором при необхідності допускає використання потужних вентиляторів для ефективного охолодження без споживання повної потужності вентилятора протягом усієї роботи, таким чином зберігаючи енергетичну ефективність високою. Використання більш потужних вентиляторів є корисним для підтримки оптимальної температури пакета, що допомагає оптимізувати ефективність і термін служби пакета.

Один приклад процедури управління вентилятором забезпечує це, якщо максимальна температура батареї вища від 30°C, а температура навколишнього повітря нижче (більш прийнятне 5°C або нижче), ніж максимальна температура батареї, вентилятори вмикаються і нагнітають холодніше повітря в канали холодоагенту.

Інший корисний алгоритм керування вентилятором використовує вентилятори з змінними швидкостями залежно від деякого критерію. Цей критерій включає 1) максимальну температуру батареї, 2) температуру навколишнього середовища, 3) поточне використання батареї (тобто заряд, чекання заряду, висока температура, велика глибина розряду (ВГР) при пусканні в дію, припинення тощо), 4) напруга будь-якої допоміжної батареї, що живить вентилятори холодоагенту. Цей алгоритм подано в Таблиці 2.

Таблиця 2

Якщо ($T_{bat\ max} > 25^{\circ}C$)
то
 $PWM = Minspeed + 5 * \Delta$
 $PWM = MIN(PWM, Maxspeed)$
інакше $PWM = Minspeed$
ЯКЩО $PWM < 30$, то $PWM = 0$
ЯКЩО ($Vauxbat < 13$) і ($PWM > 30$)
то $PWM = 30$

В алгоритмі, наведеному в таблиці 2

" $T_{bat\ max}$ " - максимальна температура модуля,

" T_{amb} " - температура навколишнього повітря,

" Δ " - $T_{bat\ max} - T_{amb}$ (негативні значення приймають рівними нулю),

" PWM " - розмір у відсотках сигналу керування модуляції ширини імпульсу вентилятора (PWM) (0 = вимк, 100 = повний потужності),

" $Vauxbat$ " - напруга додаткової батареї вентилятора,

" $Minspeed$ " - мінімальна швидкість вентилятора,

30% PWM при зарядці, очікуванні заряду, високій температурі, великій глибині розряду (ВГР)

при запуску, або

0% PWM у протилежному випадку, і "Maxspeed" - максимальна швидкість вентилятора,

100% PWM при зарядці або очікуванні заряду, або

65% PWM у протилежному випадку

Витрата і тиск охолоджувального текучого середовища повинні бути достатніми, щоб забезпечити достатню теплоємність і теплопередачу для охолодження пакета. Витрата текучого середовища повинна бути достатньою, щоб забезпечити сталий стан вилучення теплоти при максимальній очікуваній підтримуваній швидкості виділення тепла, щоб привести до прийнятного підйому температури. У типових Ni-MH пакетах батарей з теплою 5 - 10Вт на елемент, виділеною під час перезарядження (максимальне тепловиділення), необхідна витрата 28317 - 84951 см³/хв повітря на елемент, щоб забезпечити адекватне охолодження просто на основі теплоємності повітря і досягнення прийнятного підйому температури. Може використовуватись радіальний тип вентиляторів, щоб забезпечити найбільш ефективний повітряний потік для теплового управління. Це має місце через більш високий атмосферний тиск, що формується цими типами вентиляторів на протидію тиску, сформованому осьовими вентиляторам. Як правило, потрібне падіння тиску, принаймні, 1,27см водяного стовпа в робочій точці вентилятора, який встановлено у пакет. Щоб одержати це падіння тиску при високих значеннях витрати як правило потрібна можливість створення вентилятором статичного тиску 3,8 - 7,62см водяного стовпа.

На додаток до використання вентиляторів для охолодження пакета батарей, коли він є гарячим, вентилятори можуть нагрівати пакет батареї, коли він надто холодний. Тобто, якщо температура пакета батарей нижча від його мінімальної оптимальної температури, а температура навколишнього повітря вище, ніж у пакета батареї, вентилятори можуть вмикатись, щоб нагнати більш тепле навколишнє повітря в пакет батареї. Тепліше повітря потім передає свою теплову енергію пакету батарей, і нагріває його, принаймні, до нижньої межі оптимального діапазону температури.

Засіб 44 транспортування одного чи кількох холодоагентів може розташовуватись у вхідному отворі 41 для холодоагенту, щоб подавати новий холодоагент у корпус 40 пакета батарей через канали 43 для течії холодоагенту, і з вихідного отвору 42 холодоагенту. Як альтернатива, один чи кілька засобів 44 транспортування холодоагенту може бути встановлено у вихідному отворі 42 для холодоагенту, щоб вилучити нагрітий холодоагент поза корпусом пакета батарей 40, викликаючи залучення свіжого холодоагенту в корпус 40 пакета батарей через вхідний отвір 41 для холодоагенту, і протікання через канали 43 для течії холодоагенту.

Холодоагент може текти паралельно самому довгому виміру каналів 43 для течії холодоагенту (тобто в напрямку довжини модулів батареї) або, як альтернатива, він може текти перпендикулярно

самому довгому виміру зазначених каналів 43 для течії холодоагенту, (тобто в напрямку висоти модуля батареї) Слід зазначити, що, оскільки холодоагент відбирає тепло, що відходить, від батареї, коли він тече через охолоджувальний канал 43, холодоагент нагрівається Тому, більш прийнятним є те, щоб текуче середовище тепло перпендикулярно самому довгому виміру охолоджувального каналу 43 Це впливає з того, що, коли холодоагент нагрівається, різниця температур між батареями і холодоагентом зменшується, і отже, швидкість охолодження також зменшується Таким чином, загальне теплове розсіювання знижується Щоб мінімізувати цей ефект, шлях течії холодоагенту повинен бути більш коротким з двох, тобто проходити вздовж висоти батареї

У той час як повітря є найбільш прийнятним холодоагентом (тому що він легко доступний і простий для транспортування усередину і поза корпусом), можуть використовуватися інші гази і навіть рідини Зокрема, можуть використовуватися рідкі холодоагенти, такі як фреон або етиленгліколь, також як інші комерційно доступні речовини на основі фторвуглецю і нефторвуглецю Коли ці інші гази або рідини використовують в якості холодоагенту, засобом 44 транспортування холодоагенту може бути, більш прийнятне, насос При використанні холодоагентів, відрізняючись від повітря, засіб транспортування холодоагенту може, більш прийнятно, містити магістраль повернення холодоагенту, приєднану до вихідного отвору 42 для холодоагенту, що здійснює рециркуляцію нагрітого холодоагенту до резервуара холодоагенту (не показаний), з якого його транспортують до теплообмінника холодоагенту (не показаний), щоб відібрати від нього теплоту, і, нарешті, повторно подають до насоса 44 холодоагенту для багаторазового використання в охолодженні пакета 39 батареї

Оптимізована ширина каналу для течії холодоагенту включає багато різноманітних чинників Частина цих факторів включає кількість батареї, їх щільності енергії і ємності, швидкості їх заряду і розряду, напрямку, швидкості і об'ємну витрату холодоагенту, теплоємність холодоагенту тощо Було виявлено, що незалежно від більшості цих чинників важливо сконструювати охолоджувальні канали 43, щоб перешкодити або уповільнювати об'єм охолоджувального потоку текучого середовища, коли він проходить між модулями В ідеалі, затримка в потоці переважно має місце через тертя з охолоджувальними поверхнями елемента, що призводить до зменшення потоку на 5 - 30% об'єму потоку Коли зазори між модулями становлять головне обмеження потоку в системі керування охолоджувальним текучим середовищем, це викликає однорідну і приблизно рівну об'ємну витрату охолоджувального текучого середовища в зазорах між усіма модулями, приводячи до рівномірного охолодження і зменшення впливу інших обмежень потоку (такі як вхідні отвори або вихідні отвори), що могло в протилежному випадку давати нерівномірний потік між модулями Крім того, однакова площа кожного

елемента піддається дії охолоджувального текучого середовища з аналогічною швидкістю і температурою

Модулі батареї організовані для ефективного охолодження елементів батареї, за допомогою максимізації швидкості охолоджувальної рідини, щоб досягти високого коефіцієнта теплопередачі між поверхнею елемента й охолоджувальним текучим середовищем Цього досягають звуженням міжмодульного зазору до величини, при якій охолоджувальний об'ємний потік текучого середовища починає зменшуватися, але швидкість текучого середовища все ще збільшується Більш вузький зазор також допомагає підняти коефіцієнт теплопередачі, оскільки менша відстань для теплопередачі в охолоджувальному текучому середовищі збільшує градієнт температури від елемента до текучого середовища

Оптимальна ширина каналу для течії холодоагенту залежить від довжини шляху потоку в напрямку потоку, також як від площі каналу для течії холодоагенту в площині, перпендикулярній потоку холодоагенту Є більш слабка залежність оптимального проміжку на характеристики вентилятора Для повітря ширина каналів 43 для течії холодоагенту дорівнює приблизно між 0,3 - 12мм, більш прийнятне між 1 - 9мм і найбільш прийнятно між 3 - 8мм Для вертикального повільного потоку через модуль висотою 17,78см, оптимальний досяжний середній зазор між модулями (ширина каналів 43 для течії холодоагенту) приблизно дорівнює 3 - 4мм (відстань по середній лінії завдовжки 105мм) Для горизонтального повільного потоку, що тече поперек 4 модулів довжиною 40,64см у ряду з загальною відстанню 162,56см, оптимальний досяжний середній інтервал модуля (ширина каналів 43 для течії холодоагенту) приблизно дорівнює 7 - 8 мм (відстань по середній лінії довжиною 109мм) Трохи менший міжмодульний зазор у дальньому кінці цього ряду призведе до більш високої витрати повітря і, отже, більш високого коефіцієнту теплопередачі, у такий спосіб компенсуючи більш високу температуру повітря на виході Вторинний вхідний отвір або ряд вхідних отворів вздовж частини горизонтального шляху течії холодоагенту можуть також використовуватися в якості засобу введення додаткового холодоагенту, таким чином створюючи теплопередачу між елементами батареї і холодоагентом більш однорідною вздовж усього шляху потоку

Слід зазначити, що термін "відстань по середній лінії" іноді використовується як синонім ширини каналу для течії холодоагенту Причина цього полягає в тому, що згадані значення ширини каналу для течії холодоагенту є середніми числами Причина для цього усереднення в тому, що поверхні модулів батареї, який формують канали 43 для течії, не є однорідно плоскими та рівними, зв'язка, яка зв'язує модулі разом, і самі поверхні батареї викликають зміну фактичної ширини каналу вздовж їх довжини Тому, іноді простіше описати ширину в термінах відстані між центрами окремих модулів, тобто ширини по

середній лінії, яка змінюється для батарей різних розмірів. Тому, як правило, більш зручно описати середню ширину каналу, яка застосовується до модулів батареї незалежно від використовуваного фактичного розміру батареї.

Фіг 20 і 21 зображують графіки залежності між шириною каналу для течії холодоагенту (тобто відстані по середній лінії) в залежності від об'ємної витрати холодоагенту, процентної частини від максимальної швидкості холодоагенту і процентної частини від максимальної теплопередачі для вертикального і горизонтального потоку холодоагенту, відповідно. Графіки подані для повітря в якості холодоагенту, і припускають турбулентний потік і обмеження вільного повітря 30%. Як можна бачити, існують явно оптимальні інтервали, який відрізняються залежно від напрямку течії холодоагенту. Найбільш ефективне функціонування здійснюється в діапазоні $\pm 10\%$ від оптимальної теплопередачі, проте, при необхідності система може експлуатуватися поза цим діапазоном, збільшуючи об'ємну витрату холодоагенту. На кресленнях криві, позначені квадратами (\blacksquare), являють собою об'ємну витрату холодоагенту (повітря) і відраховуються від лівої ординати, у той час як криві, позначені трикутниками (\blacktriangle) і ромбами (\blacklozenge), являють собою процентну частину від максимальної теплопередачі і процентну частку від максимальної швидкості потоку холодоагенту, відповідно, та відраховуються від правої ординати.

Щоб допомогти в досягненні і підтриманні необхідної відстані модулів всередині корпусу пакета і забезпечити електричну ізоляцію між модулями, кожен модуль містить прокладки 37 холодоагент-потік-канал, які утримують модулі 32 на оптимальній відстані від будь-яких інших модулів 32 і від корпусу 40 пакета батарей, щоб сформувати канали 43 для течії холодоагенту. Як розкрито вище, прокладки 37 холодоагент-потік-канал більш прийнятне встановлені зверху і знизу від модулів батареї 32, забезпечуючи захист кутам модулів 32, клемам 7, 8 батареї й електричним між'єднанням 25. Більш важливо, виводи на поверхнях прокладок 38 утримують модулі на оптимальній відстані один від одного. Прокладки 37 більш прийнятне виготовляють з легкої, електрично непровідної речовини, такої як міцний полімер. Також важливо для загальної щільності енергії пакета, щоб прокладки містили якнайменше речовини, щоб виконати потрібну функцію і бути наскільки можливо легкими.

Як відзначено вище, Ni-MH батареї функціонують найкраще у визначеному інтервалі температур. У той час як система охолодження, описана вище, надає можливість системам пакета батарей, відповідно до цього винаходу, підтримувати робочі температури нижче вищої межі оптимального температурного діапазону (і іноді функціонувати вище нижньої межі оптимального температурного діапазону, якщо температура навколишнього повітря вища, ніж у батареї, і вище нижньої межі оптимального температурного діапазону), існують моменти, коли температура система батареї буде нижчою, ніж

нижня межа оптимального інтервалу температур. Тому, є потреба так чи інакше забезпечити змінну термоізоляцію для деяких або усіх батарей і модулів у пакетній системі батарей.

На додаток до систем охолодження, описаних вище, інший спосіб термічного управління пакетними системами батарей, відповідно до цього винаходу, полягає у використанні температурно-залежних режимів заряду. Температурно-залежні режими заряду допускають ефективну зарядку при розмаїтості умов температури навколишнього повітря. Один засіб включає зарядку батарей до температурно-залежної межі напруги, що безперервно обновляється, яка утримується, доки струм не знизиться до заданого значення, після чого визначений вхідний заряд подають при постійному струмі. Інший спосіб включає серію етапів з постійним струмом, що зменшується, або постійною потужністю до межі температурно-компенсованої напруги, з подальшою подачею певного заряду, яка здійснюється при постійному струмі чи потужності. Інший спосіб включає серію етапів постійного струму, що зменшується, або постійної потужності, яка завершується максимально вимірюваною швидкістю підйому температури з подальшою подачею певного заряду, яка здійснюється при постійному струмі або потужності. Використання температурно-залежних меж напруги гарантує рівномірну ємність у широкому діапазоні температур і гарантує, що завершення заряду відбувається з мінімальним збільшенням температури. Наприклад, використання фіксованих меж заряду напруги веде до збільшення температури на 8°C в одному корпусі, у той час як використання температурно-компенсованої зарядки веде до підйому температури на 3°C за подібних умов. Межі абсолютної температури заряду (60°C) потрібні для цієї батареї, щоб уникнути серйозного перегріву, який може відбуватися у випадку одночасної відмови зарядного пристрою і системи охолодження. Визначення швидкості зміни напруги від часу (dV / dt) на основі пакета або модуля дозволяє негативному значенню dV / dt служити в якості ознаки закінчення заряду. Це може відвернути надмірний перезаряд і поліпшити ефективність експлуатації батареї, а також служити як додаткове обмеження безпеки.

Приклад режиму температурно-залежного заряду наведено у Таблиці 3.

- 1) Зарядка при максимальній потужності, доки не буде досягнута межа.
- 2) Зменшують струм на 30% і заряджають, доки не буде досягнута межа.
- 3) Повторення кроку 2), доки струм $< 5\text{A} \cdot t^{1/2}$.
- 4) Повна зарядка при постійному струмі 5A, заряд протягом однієї години більший, ніж $5\text{A} \cdot t^{1/2}$.
- 5) Перезапуск зарядки кожні 2 години, або кожні X годин (див. нижче X)*⁵. Як альтернатива - перезавпуск зарядки, якщо напруга модуля батареї становить 0,5В (на модуль) або, як альтернатива, робота батареї вищевказаний зсув. В усіх зазначених вище випадках максимальна температура не повинна перевищувати 50°C до перезавпуску зарядки.

*1) Струм повинен бути обмежений 10A, якщо максимальна температура

*2) Переривання зарядки, якщо максимальна темперперемінних умов навколишнього середовища зарядки, якщо максимальна температура батареї падає. Щоб забезпечити цю змінну термоізоляцію, *3) Обмежити загальний заряд до максимум 95A*г винахідники об'єднали засіб температурного перезапущів датчика, засіб стисливої термоізоляції і засіб для

*4)
$$\text{Межанатруги} = 18.65 - \left[\frac{0.024B}{C} \right] * \text{Макс темпер батареї (}^{\circ}\text{C)} * \text{Кількість модулів}$$

*5) наприклад, $X = 20 * (1 - \text{Мін прийнятний стан заряду})$ датчиком. Коли температурний датчик указує, що температура навколишнього середовища мала, термоізоляцію розташовують у необхідних областях для ізоляції областей батареї, модуля або пакетної системи батарей, що піддаються впливу. Коли температура навколишнього середовища більш висока, температурний датчик змушує термоізоляцію частково або цілком стискатись так, що фактор ізоляції, забезпечуваний для системи батарей за допомогою стисливої ізоляції, частково або цілком вилучається.

Фіг 22 і 23 ілюструють, як режим зарядки з "температурно-компенсованою межею напруги" може зменшувати зростання температури під час заряду пакетних систем батарей. Ці креслення зображують графік зростання температури пакета, батареї і напругу пакета в залежності від часу під час заряду і розряду пакета. На фіг 22 (температурно-компенсована межа напруги), верхня крива являє собою напругу пакета, а нижня крива подає температуру пакета вище навколишньої. Фіг 22 вказує, що наприкінці циклу заряду, позначеного піком кривої напруги, пакет батарей зазнав лише підйом температури на 3°C вище навколишньої температури. Навпаки, фіг 23 вказує збільшення температури на 8°C від температури навколишнього середовища при використанні способу зарядки з "фіксованою межею напруги". Тут крива, показана штриховою лінією, являє собою напругу пакета, а крива, показана суцільною лінією, представляє температуру пакета. Тому, можна бачити, що більшу частину згенерованої теплоти при стандартному заряді було вилучено з використанням режиму зарядки з "температурно-компенсованою межею напруги".

Як описано вище, на додаток до наявності верхньої межі робочого інтервалу температур батарей, відповідно до цього винаходу, є також нижня межа. Як також описано вище, коли температура навколишнього повітря вища від температури батареї, "система охолодження" може використовуватися в якості системи нагрівання. Проте, набагато більш ймовірним є те, що, якщо температура пакета батарей низька, то температура навколишнього повітря буде також низькою, і, мабуть, нижчою від температури пакета батарей. Тому, повинні бути моменти під час робочого використання пакетної системи батарей, коли буде вигідно термічно ізолювати батареї від навколишнього середовища. Проте, потреба в термоізоляції не буде постійною і може сильно змінюватися лише на дуже короткий інтервал часу. Тому, необхідність у термоізоляції також буде змінною.

Щоб пристосувати цю змінну потребу для термоізоляції, заявники винайшли засіб для забезпечення змінної термоізоляції. Новий засіб змінної термоізоляції може використовуватися на окремих батареях, модулях батареї і також пакетних системах батарей.

У найбільш загальній формі засіб забезпечує змінну термоізоляцію, принаймні, для частини перезарядної системи батарей, яка найбільш безпосередньо піддається зазначеним навколишнім температурним умовам так, щоб підтримати температуру перезарядної системи батарей у необхідному робочому діапазоні за

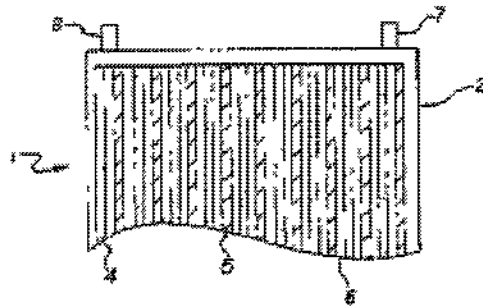
Теплові датчики можуть бути електронними датчиками, які подають інформацію на поршневий пристрій, які поперемінне збільшують або зменшують силу стискання на стисливу пінку чи волоконну ізоляцію. Як альтернатива (і більш прийнятне, виходячи з використання електричної енергії і з точки зору механічної надійності), датчик і пристрій стискання можуть бути об'єднані в єдиний механічний пристрій, які викликають перемінну силу стискання на термоізоляцію в якості безпосередньої реакції на навколишні теплові умови. Такий об'єднаний пристрій датчик/пристрій стискання може виготовлятися з біметалічної речовини, такої як смуги, що використовуються в термостатах. За низьких температур навколишнього повітря біметалічний пристрій дозволить термоізоляції розтягуватися на місці, щоб захистити систему батареї від холодних умов навколишнього середовища, але, коли температура батареї або навколишнього середовища підвищена, біметалічний пристрій стискає ізоляцію, щоб усунути ізолюючий ефект з системи батарей.

У той час як змінна термоізоляція може використовуватися, щоб цілком оточити всю батарею, модуль або пакетну систему батарей, робити так не завжди необхідно. Змінна термоізоляція може бути саме ефективною, коли вона тільки ізолює проблемні точки системи. Наприклад, у модулях батареї і пакетних системах, відповідно до цього винаходу, які використовують ребристі кінцеві пластини, може тільки бути необхідним термічно ізолювати кінці модулів, на які найбільш безпосередньо впливають умови низьких температур навколишнього середовища. Ці умови навколишнього середовища можуть викликати великі температурні дисбаланси між батареями модуля(ів) і, як наслідок, погіршувати ефективність модуля або пакетної системи. Забезпечуючи змінну ізоляцію для кінця(ів) модуля(ів), що піддається(ються) впливу, різницю температур між батареями може бути зменшено або усунуто, і загальна температура модуля(ів) може бути керованою. Нарешті, має також бути відзначено, що термоізоляція не обов'язково повинна торкатися батарей або модулів, але може розташовуватися на відстані від модулів і лишити

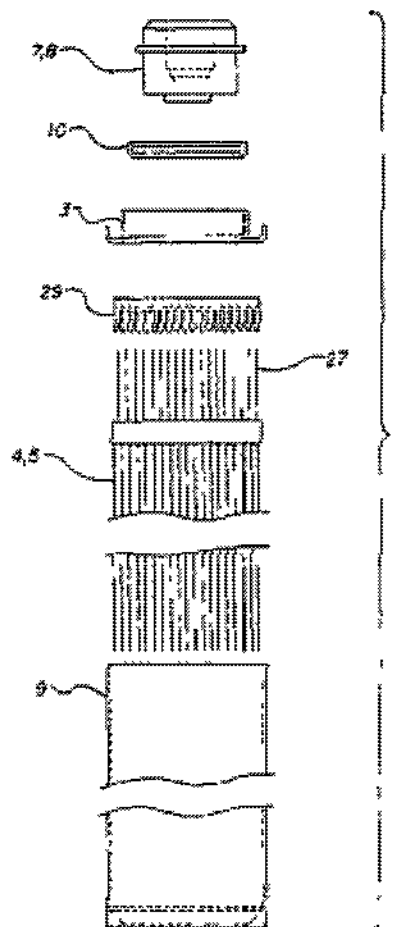
мертву повітряну зону поблизу батареї або модуля, що діє в якості додаткової термоізоляції.

Опис, поданий тут у вигляді докладних варіантів втілення, цілком розкриває цей винахід, і

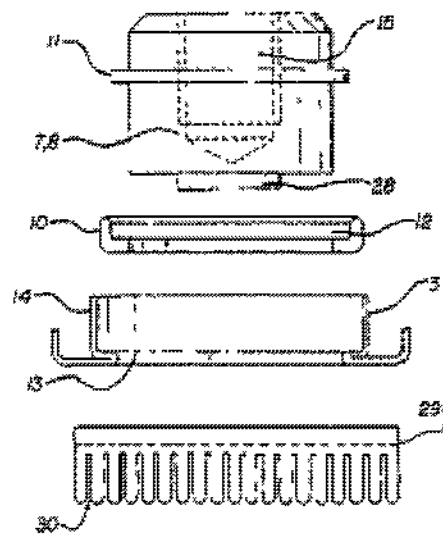
наведені в ньому подробиці не повинні інтерпретуватися як обмеження справжнього обсягу винаходу, який викладено і визначено у формулі винаходу, викладе ній нижче



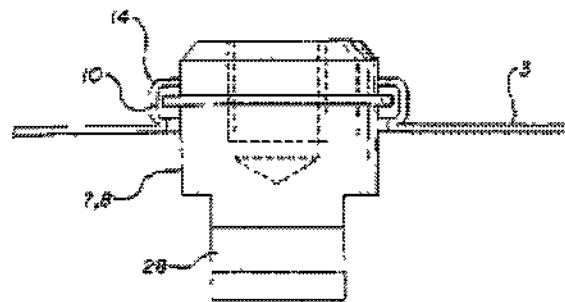
Фіг. 1



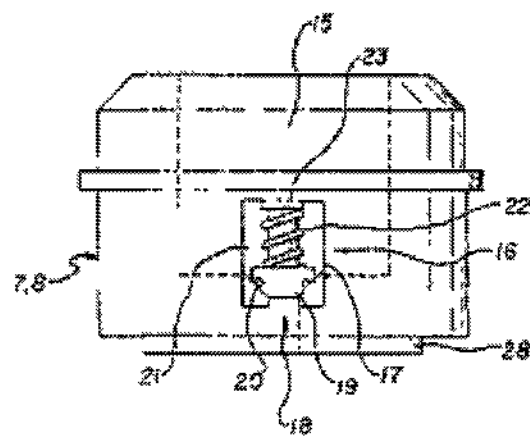
Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

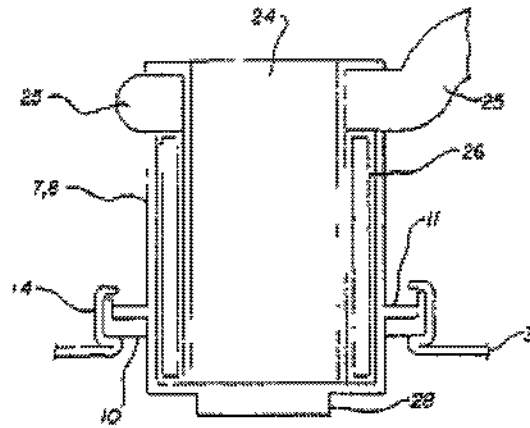


Fig. 6

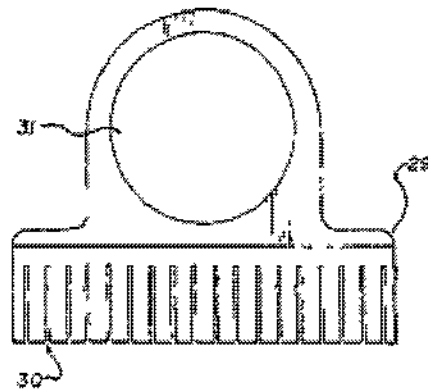


Fig. 7

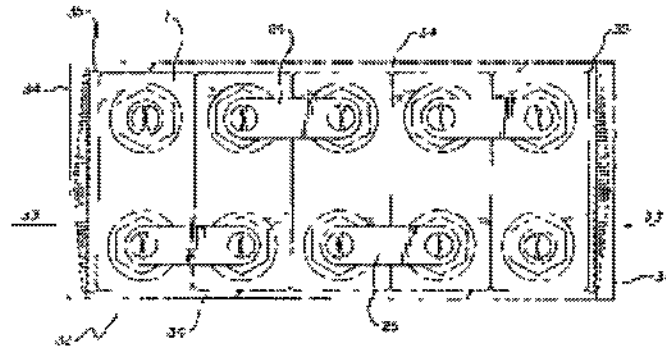


Fig. 8

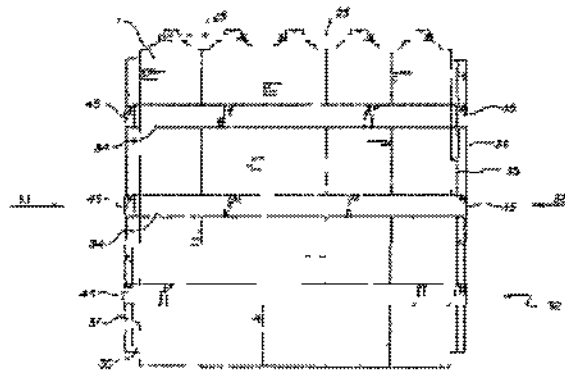


Fig. 9

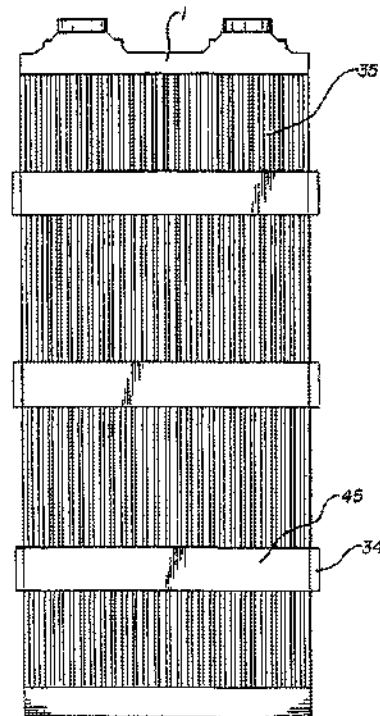


Fig. 10

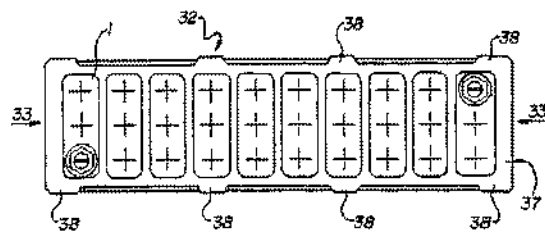


Fig. 11

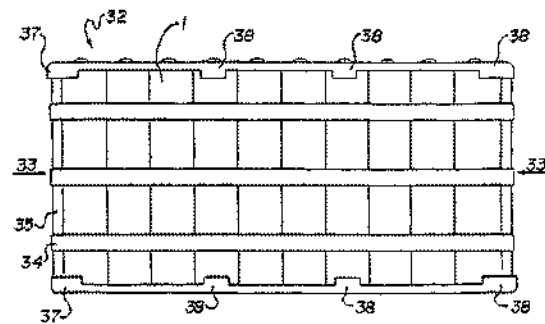


Fig. 12

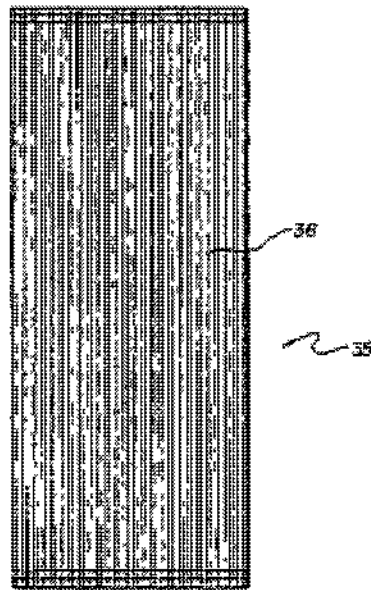


Fig. 13a



Fig. 13b

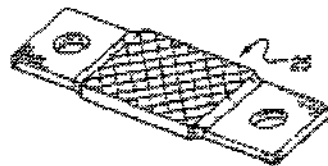


Fig. 14

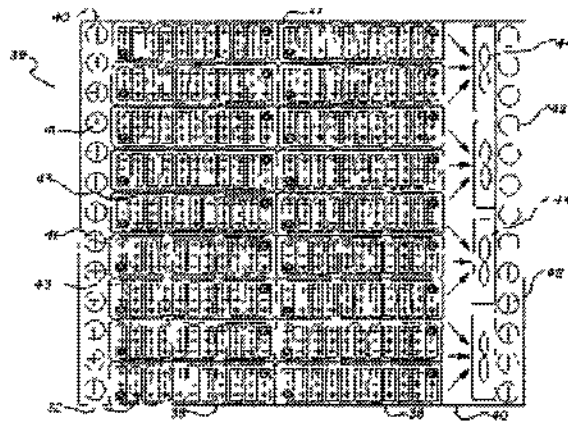


Fig. 15

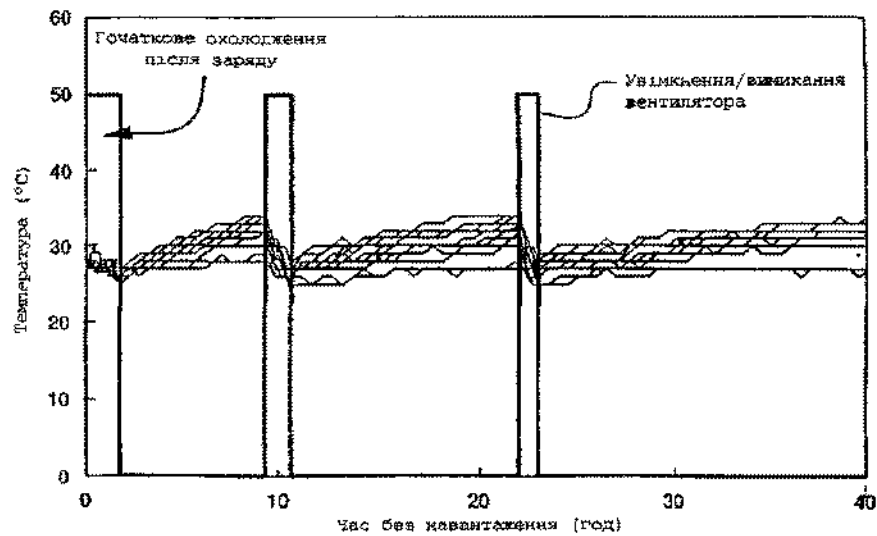


Fig. 16

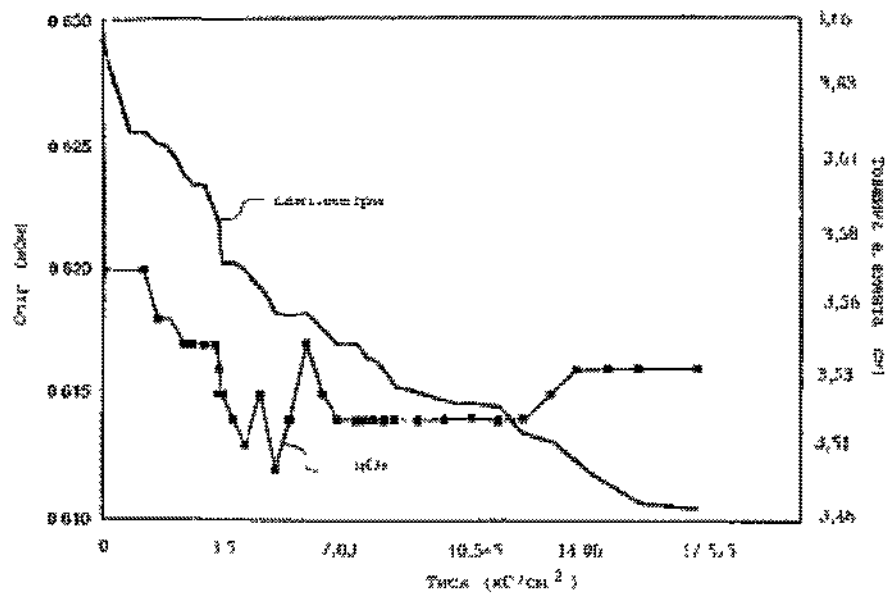


Fig. 17

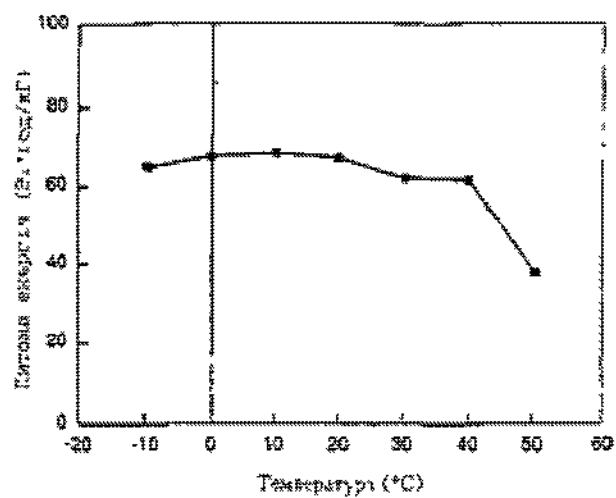
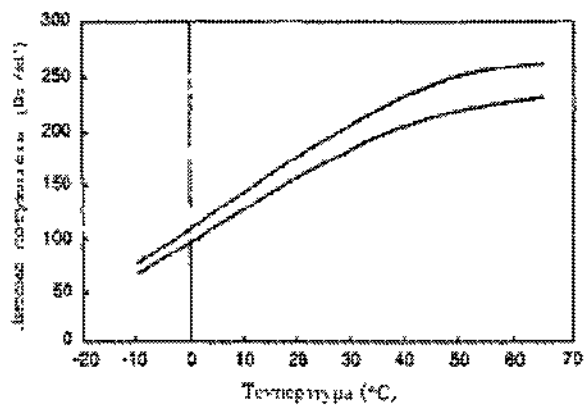
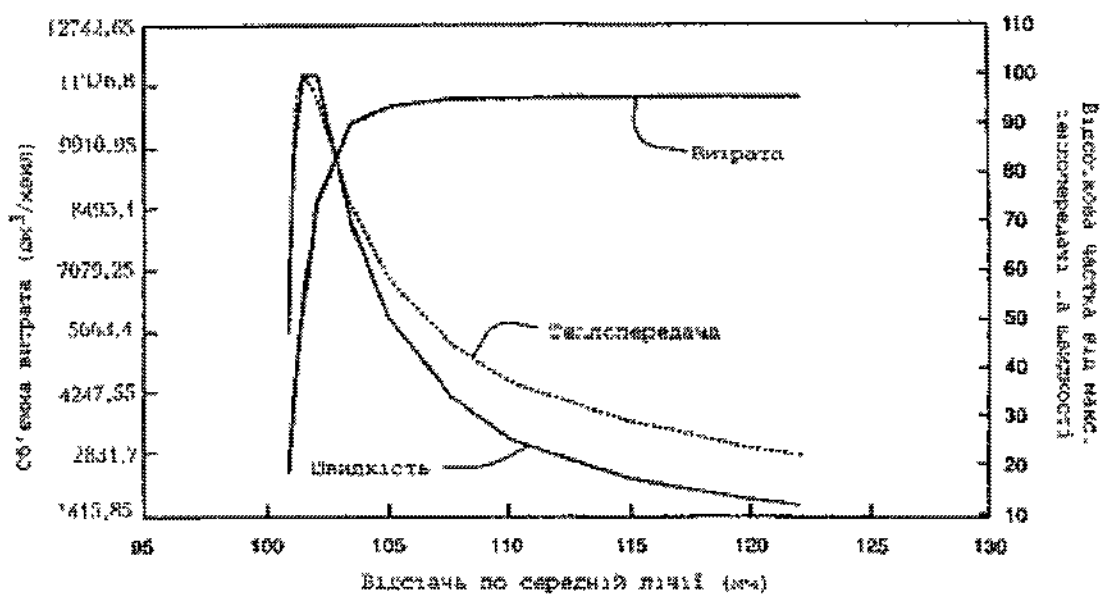


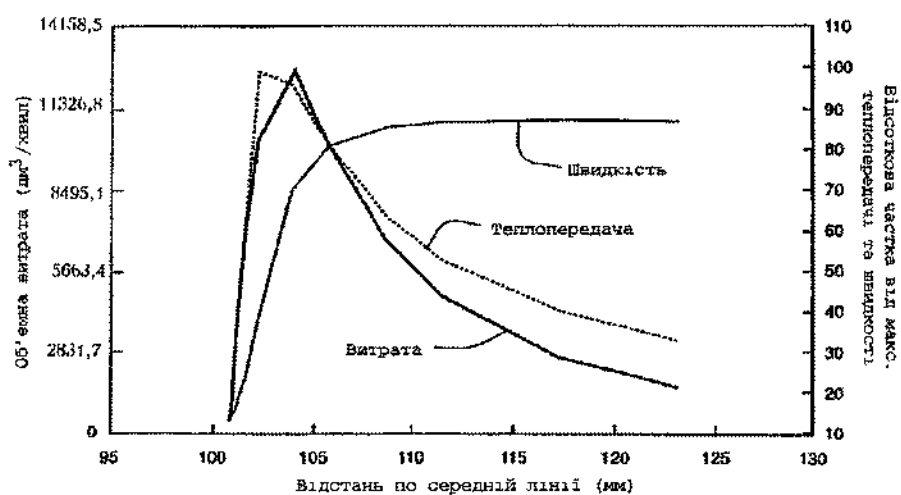
Fig. 18



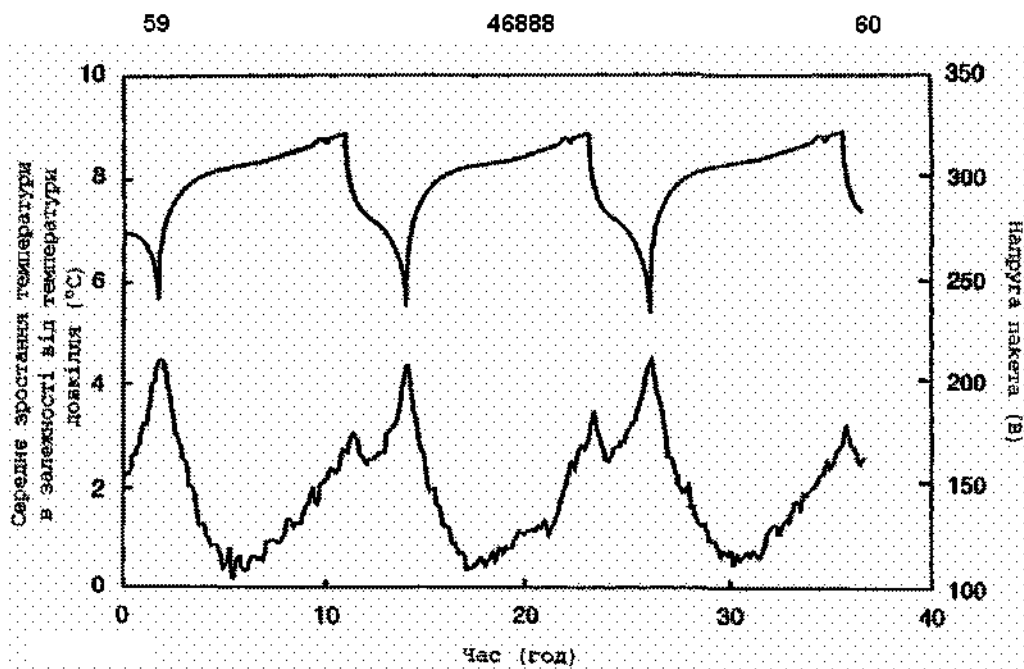
Фіг. 19



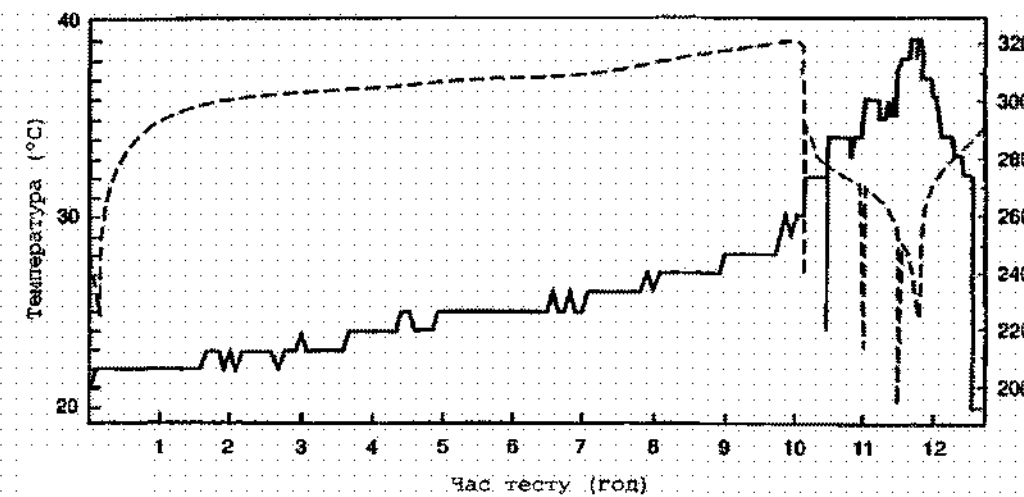
Фіг. 20



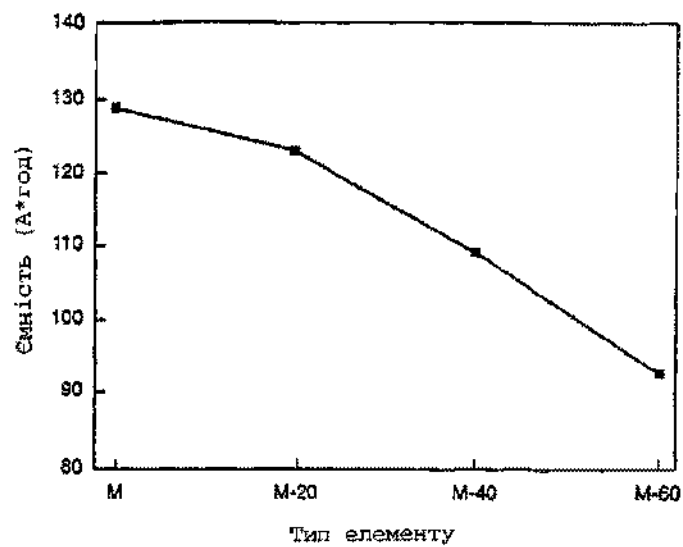
Фіг. 21



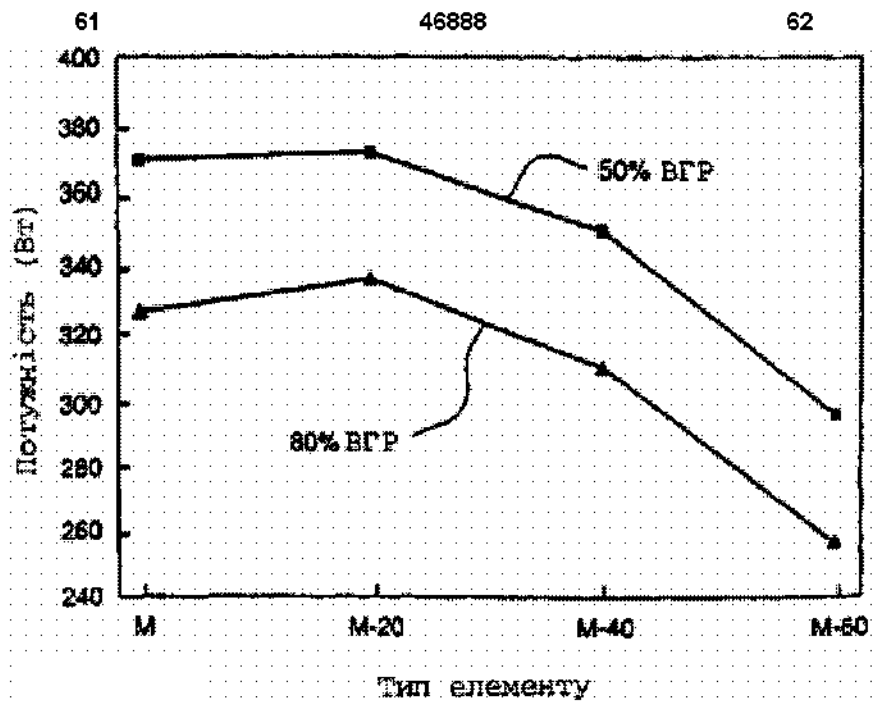
Фіг. 22



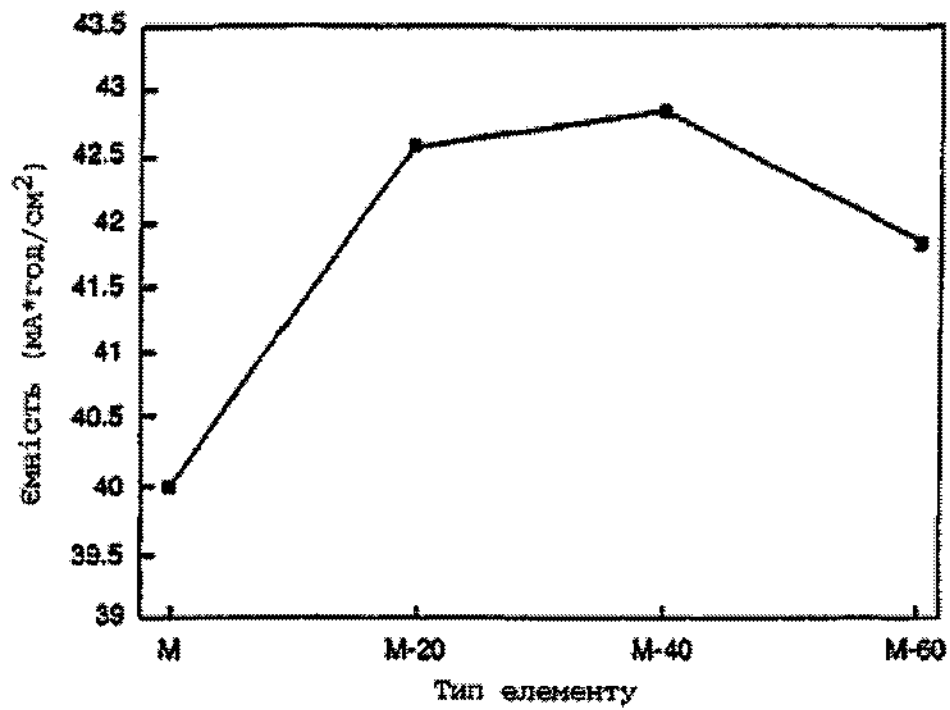
Фіг. 23



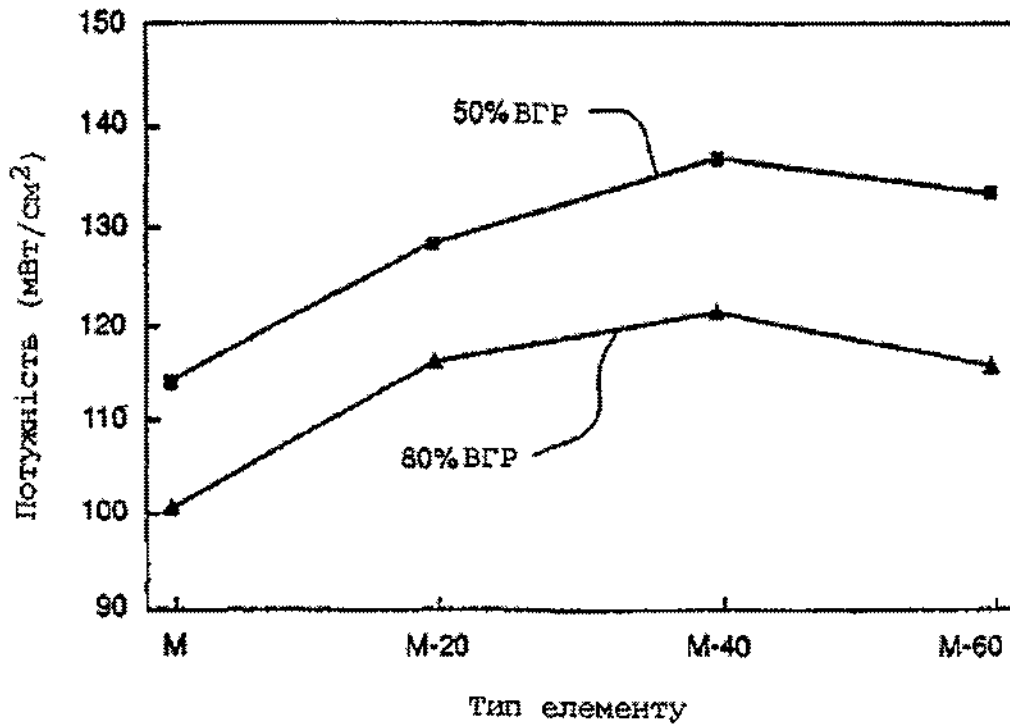
Фіг. 24



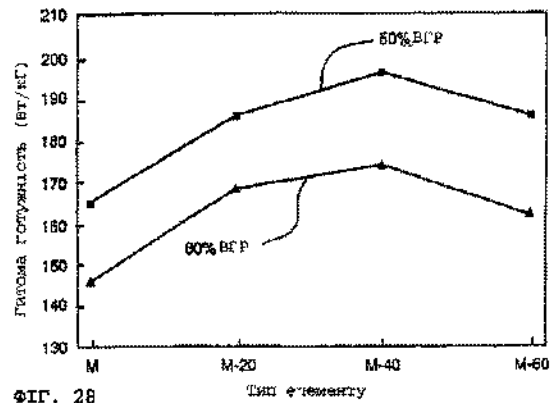
Фіг. 25



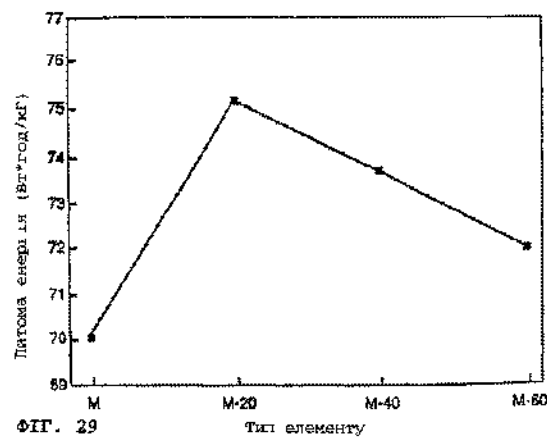
Фіг. 26



Фиг. 27



Фиг. 28



Фиг. 29

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ "Міжнародний науковий компет"
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71