



УКРАЇНА

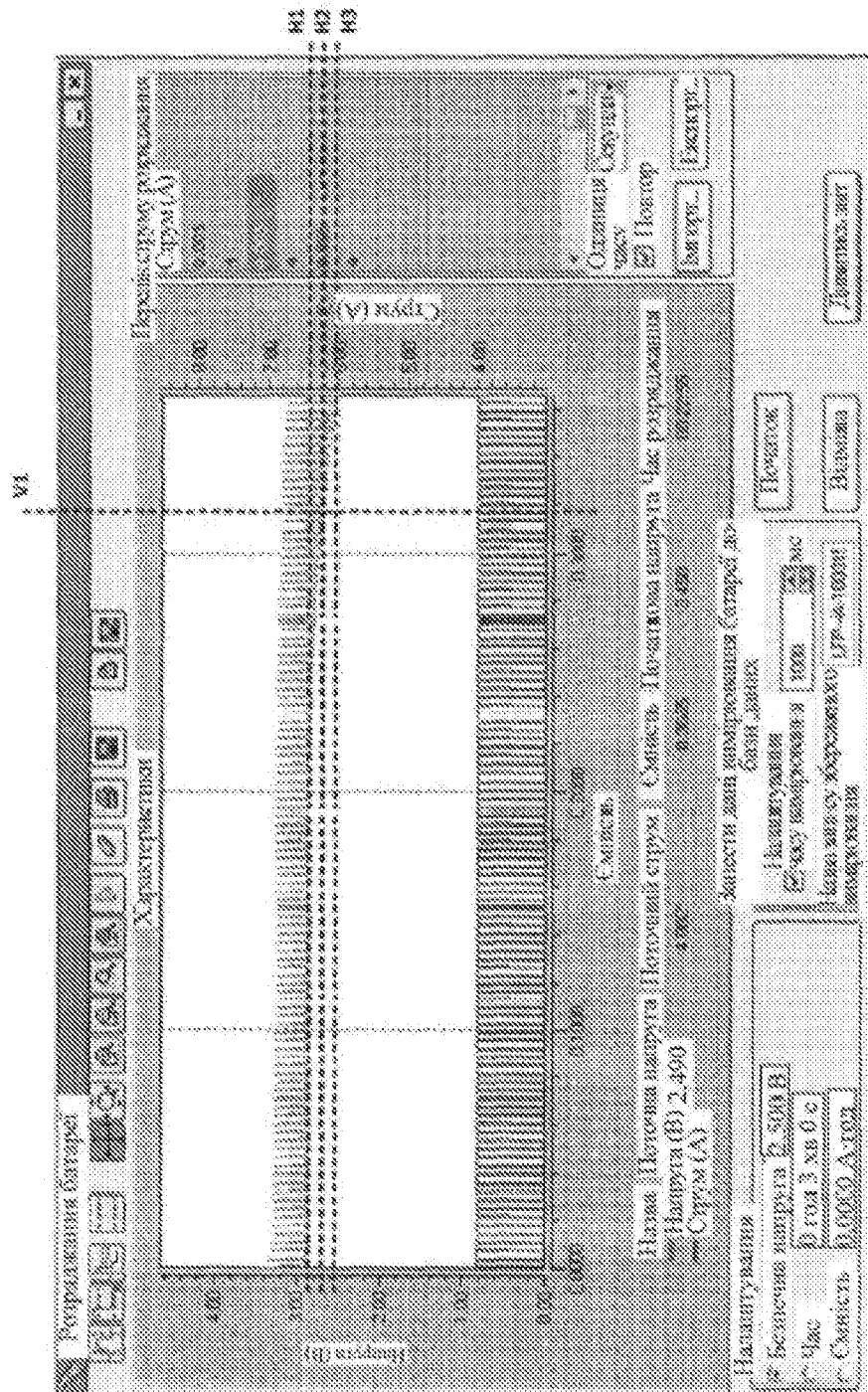
(19) **UA** (11) **120466** (13) **C2**
(51) МПК (2019.01)**H01M 10/052** (2010.01)**A23L 33/185** (2016.01)**B01J 13/04** (2006.01)**C08J 3/12** (2006.01)**A23P 10/00****A23L 33/19** (2016.01)**A24F 47/00****A61M 15/06** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2018 01709	(72) Винахідник(и): Отіаба Кенні (GB)
(22) Дата подання заявки: 24.08.2016	(73) Власник(и): НІКОВЕНЧЕРЗ ХОЛДІНГС ЛІМІТЕД, Globe House, 1 Water Street, London WC2R 3LA, United Kingdom (GB)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.12.2019	(74) Представник: Михайлюк Ганна Валентинівна, реєстр. №184
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 1515087.3	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2015230521 A1, 20.08.2015 EP 2701268 A1, 26.02.2014 WO 2015107551 A2, 23.07.2015
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 25.08.2015	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: GB	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.06.2018, Бюл.№ 12	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2019, Бюл.№ 23	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/GB2016/052624, 24.08.2016	

(54) ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА НАДАННЯ ПАРИ**(57) Реферат:**

Блок керування для електронної системи надання пари містить батарею для надання електричної енергії на нагрівальний пристрій, який застосовується для утворення пари. Батарея являє собою літій-залізо-фосфатну батарею. Батарея забезпечує вихідну напругу, яка залишається на приблизно постійному рівні напруги, коли батарея розряджається.

UA 120466 C2



2008

Галузь техніки

Даний винахід відноситься до електронної системи надання пари, наприклад, електронної сигарети, і до блоку керування для такої системи.

Передумови винаходу

Електронні системи надання пари, такі як електронні сигарети та інші електронні системи доставки нікотину в цілому містять картридж, щоб забезпечити резервуар для рідини, яка призначена для випарування, зазвичай нікотину. Коли користувач вдихає через пристрій, блок керування активує батарею для надання живлення на нагрівальний пристрій. Це активує нагрівальний пристрій для випарування невеликої кількості рідини, яка потім вдихається користувачем.

Такий тип електронної сигарети, таки чином, по суті передбачає два елементи, що витрачаються, по-перше, рідина, яка призначена для випарування, а, по-друге, енергія батареї. Беручи до уваги перше, після того, як резервуар для рідини вичерпається, щонайменше частина пристрою, яка містить картридж, може бути викинута, щоб забезпечити заміну на новий картридж. Беручи до уваги останнє, електронна сигарета зазвичай забезпечує певний електричний з'єднувач для отримування живлення від зовнішнього зарядного пристрою, таким чином дозволяючи перезаряджання батареї електронної сигарети.

Більшість електронних сигарет живиться завдяки літій-іонним батареям (або елементам живлення), виконаним з можливістю перезаряджання, які можна знайти у дуже широкому спектрі пристроїв, не лише в електронних сигаретах. (Примітка: терміни "батарея" та "елемент живлення" у даному документі використовуються взаємозамінно, оскільки, внаслідок обмеженого простору всередині електронної сигарети, батарея у такій електронній сигареті зазвичай містить лише один елемент живлення). Традиційні (широко застосовувані) літій-іонні батареї базуються на катоді, який виконаний з літій оксид кобальту (LiCoO_2), і створюють вихідну напругу, яка має тенденцію зменшуватись, коли вони розряджаються, наприклад, від приблизно 4,2 В при повному заряді до приблизно 3,0 В перед тим, як повністю розрядитися, тобто зменшення становить приблизно 28 %. Крім того, оскільки вихідна потужність через даний терморезистор R відповідає V^2/R , це означає, що по суті буде відповідне падіння вихідної потужності, так що кінцева робоча вихідна потужність (при напрузі в 3,0 В) буде становити лише 52 % від початкової вихідної потужності (при напрузі в 4,2 В). Ця зміна у потужності, яка подається батареєю на нагрівальний пристрій, з повністю зарядженого до майже розрядженого, може, таким чином, суттєво вплинути на кількість рідини, яка випаровується і, відповідно, вдихається користувачем.

Існуючі електронні сигарети застосовують декілька методик, щоб справлятися з цією зміною у потужності, яка подається батареєю за цикл розряджання. Наприклад, деякі пристрої можуть самостійно вимикатись перед тим, як напруга батареї впаде до 3,0 В - наприклад, при вихідній напрузі батареї в 3,6 В. Це зменшує вихідну потужність (кінцева робоча вихідна потужність тепер становить приблизно 73 % від максимального значення для відсічки при 3,6 В). З іншого боку, частина енергії, яка зберігається у батареї, більше не доступна для використання, що зменшує час, під час якого пристрій може функціонувати без необхідності в перезаряджанні.

В інших пристроях застосовують конденсатор для збереження додаткового заряду від батареї. Завдяки відповідному перемикачню конденсатор потім може застосовуватися як додаткове (тимчасове) джерело енергії для надання напруги, доступної на батареї. Ця додаткова потужність (напруга) від конденсатора, таким чином, може допомогти компенсувати зменшення напруги, доступної на батареї, на останніх етапах циклу розряджання.

Інший підхід полягає у застосуванні схеми модуляція ширини імпульсу (PWM), у якій потужність подається від батареї як послідовність прямокутних імпульсів. Якщо тривалість (ширина) кожного імпульсу є P , і інтервал імпульсу від кінця одного імпульсу до початку наступного імпульсу є I , тоді ми можемо визначити робочий цикл PWM (D) як $D=P/(P+I)$. Робочий цикл доходить до нуля, коли ширина P імпульсу доходить до нуля, тобто у цьому випадку батарея не подає потужність ефективно. І навпаки, робочий цикл доходить до одиниці, коли інтервал I імпульсу доходить нуля, тобто у цьому випадку батарея ефективно безперервно (без модуляції) подає потужність. Якщо вихідна напруга від батареї є V , де $3,6 < V < 4,2$, тоді ми можемо встановити робочий цикл D , так щоб ефективна вихідна напруга DV мала постійне значення, наприклад, 3,6 В. Зокрема, якщо вихідна напруга струму від батареї є $V=3,6$, тобто батарея майже розряджена, PWM встановлюється так, що $D=1$, у той час коли, якщо вихідна напруга струму від батареї є $V=4,2$, тобто батарея повністю заряджена, PWM встановлюється так, що $D=0,857$ (з проміжними значеннями D , як необхідно для проміжних значень вихідної напруги батареї).

Слід зазначити, що схема PWM для керування вихідного сигналу напруги від батареї може застосовуватися для більш загальних цілей керування (ніж конкретно для компенсування зміни у вихідній напрузі батареї). Наприклад, вихідна потужність нагрівального пристрою може бути виміряна, наприклад, за допомогою своєрідного термометра або за допомогою електричного моніторингу струму та/або напруги, які подаються на нагрівальний пристрій. Робочий цикл PWM, таким чином, може контролюватися для отримання необхідної вихідної температури від нагрівального пристрою. Слід розуміти, що така система керування може пристосовувати зміни вихідної напруги батареї разом із іншими потенційними змінами (такими як зовнішня температура, тип рідини, яка підлягає випаровуванню тощо). Крім того, така система керування може застосовувати який-небудь інший механізм (не PWM) для регулювання ефективної вихідної напруги та потужності від батареї.

Існуючі схеми для пристосування змін вихідної напруги батареї мають певні недоліки. Наприклад, вони зазвичай потребують додаткових компонентів в електронній сигареті, які призводять до додаткових складності та витрат. Більш того, система PWM (або подібне) може обмежувати потужність на основі найнижчої вихідної напруги батареї ($V=3,6$). Іншими словами, при високих рівнях доступної вихідної напруги батареї (такої як $V=4,2$), доступна вихідна напруга зменшується (за допомогою PWM або будь-якого іншого відповідного механізму), що ефективно знижує продуктивність. Такий підхід, таким чином, попереджає відчуття користувачем роботи пристрою при повній напрузі батареї.

Стислий опис винаходу

Даний винахід визначений у прикладеній формулі винаходу.

Блок керування для електронної системи надання пари містить батарею для надання електричної енергії на нагрівальний пристрій, який застосовується для утворення пари. Батарея являє собою літій-залізо-фосфатну батарею. Батарея забезпечує вихідну напругу, яка залишається на приблизно постійному рівні напруги, коли батарея розряджається.

Також надана електронна система надання пари, яка містить такий блок керування.

Стислий опис графічних матеріалів

Різні варіанти здійснення винаходу будуть детально описані далі виключно в якості прикладу з посиланням на наступні графічні матеріали, на яких:

На фіг. 1 представлено схематичне (у розібраному вигляді) зображення електронної сигарети згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу.

На фіг. 2 представлено схематичне зображення корпусу електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу.

На фіг. 3 представлено схематичне зображення картомайзера електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу.

На фіг. 4 представлено схематичне зображення певних електричних компонентів електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу.

На фіг. 5 і 6 представлені схематичні графіки, на яких порівнюють певні експлуатаційні характеристики літій-залізо-фосфатної LFP батареї (безперервна лінія) з певними робочими властивостями широко застосовуваної літій-іонної батареї (штрихова лінія) у контексті електронних сигарет.

На фіг. 7, 8 і 9 представлені графіки з експериментальними даними, де зображена напруга (верхня лінія) і струм (нижня лінія) по відношенню до використаної ємності під час симульованого застосування електронної сигарети. Для фіг. 7 симульоване застосування включає відображення повторюваних імпульсів струму в 4 А від батареї, для фіг. 8 і 9 симульоване застосування включає відображення повторюваних імпульсів струму в 5 А від батареї. Для фіг. 7 і 8 батарея являє собою літій-залізо-фосфатну (LFP) батарею згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу; для фіг. 9 батарея являє собою літій-марганцеву батарею. У всіх випадках батарея має форм-фактор AA.

Докладний опис

Як описано вище, даний винахід відноситься до електронної системи надання пари, яка живиться від батареї, такої як електронна сигарета. Протягом наступного опису використовується термін "електронна сигарета"; однак цей термін може взаємозамінно використовуватися з електронною системою надання пари. Така електронна система надання пари може базуватися, наприклад, на випаруванні (за допомогою нагрівання) рідини, причому рідина містить нікотин, і користувач потім вдихає отриману пару, що містить нікотин. Інша можливість полягає в тому, що електронна система надання пари містить матеріал, отриманий з тютюнових рослин. Такий тютюновий матеріал може бути наданий у будь-якій відповідній формі (порошок, паста, різаний листовий матеріал тощо). Тютюновий матеріал може підігріватися для утворення летких речовин для вдихання користувачем. Спеціалісту в даній

галузі будуть відомі різні інші форми електронної системи надання пари, яка може використовувати енергію батареї, як було описано у цьому документі для нагрівання речовини для утворення пари.

На фіг. 1 представлено схематичне (у розібраному виді) зображення електронної сигарети 10 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу (не в масштабі). Електронна сигарета має в цілому циліндричну форму, що проходить уздовж поздовжньої осі, позначеної штриховою лінією LA, та містить два головних компонента, а саме корпус 20 керування та картомайзер 30. Картомайзер має внутрішню камеру, що містить резервуар з рідиною, випаровувач (такий як нагрівальний пристрій) та мундштук 35. Рідина у резервуарі зазвичай містить нікотин у відповідному розчиннику і може включати додаткові складові, наприклад, щоб допомогти утворенню аерозолі та/або для додаткового ароматизування. Резервуар може містити матрицю з піноматеріалу або будь-яку іншу структуру для утримання рідини до того моменту, коли її необхідно доставити у випаровувач. Картомайзер 30 може додатково містити гніт або подібний засіб для транспортування невеликої кількості рідини від резервуара до місця нагрівання на нагрівальному пристрої або поряд із ним. Блок 20 керування містить батарею або елемент живлення, виконаний з можливістю повторного заряджання, для надання живлення електронній сигареті 10 та друковану плату для загального керування електронною сигаретою. Коли нагрівальний пристрій отримує живлення від батареї, під керуванням друкованої плати нагрівальний пристрій випаровує рідину з гніта і цю пару користувач потім вдихає через мундштук.

Блок 20 керування та картомайзер 30 виконані з можливістю роз'єднання шляхом розділення у напрямку, паралельному поздовжній осі (LA) електронної сигарети, як зображено на фіг. 1, але вони поєднуються при застосуванні пристрою 10 завдяки з'єднанню, схематично зображеному на фіг. 1 як 25A і 25B, наприклад, штиковому з'єднанню або різьбовому з'єднанню. Це з'єднання забезпечує механічний та електричний зв'язок між корпусом 20 та картомайзером 30. Електричний з'єднувач на корпусі 20 керування, який застосовується для приєднання до картомайзера, може також виконувати функцію гнізда для приєднання зарядного пристрою (не зображений), коли корпус відокремлений від картомайзера 30. Інший кінець зарядного пристрою може підключатися до USB гнізда для перезаряджання батареї у блоці керування електронної сигарети. В інших реалізаціях кабель може бути наданий для безпосереднього зв'язку між електричним з'єднувачем на корпусі та USB гніздом. В інших реалізаціях перезаряджання батареї у блоці керування може здійснюватися через наконечник 225 електронної сигарети 10, тобто на кінці, протилежному до мундштука 35.

Блок керування забезпечений одним або більше отворами (не показані на фіг. 1) для впуску повітря. Ці отвори з'єднуються з повітряним каналом через блок керування з повітряним каналом, який проходить через з'єднувач 25. Він далі зв'язується з повітряним каналом через картомайзер 30 з мундштуком 35. Коли користувач вдихає через мундштук 35, повітря втягується у блок керування через один або більше впускних отворів для повітря, які відповідно розміщені на зовнішній стороні електронної сигарети. Цей повітряний потік (або отримана в результаті зміна тиску) виявляється за допомогою датчика тиску, який в свою чергу активує нагрівальний пристрій для випарування рідини з резервуара (через гніт). Повітряний потік проходить з блока керування, через випаровувач, де він об'єднується з парою, і ці об'єднані повітряний потік і (нікотин) пара потім проходять через картомайзер і через мундштук 35 для вдихання користувачем. Картомайзер 30 може бути від'єднаний від корпусу 20 й утилізований, коли подача рідини припиняється, і замінений на інший картомайзер, якщо необхідно. (Картомайзер 30, таким чином, інколи можна називати як компонент одноразового використання, а блок 20 керування - як компонент багаторазового використання).

Слід розуміти, що електронна сигарета 10, показана на фіг. 1, представлена в якості прикладу, і можуть застосовуватися різні інші реалізації. Наприклад, в деяких варіантах здійснення картомайзер 30 представлений у вигляді двох окремих компонентів, а саме картриджа, що містить резервуар для нікотину та мундштук (який може бути замінений, коли рідина з резервуару закінчується), і випаровувача, що містить нагрівальний пристрій (який зазвичай зберігається). В якості іншого прикладу, зарядний пристрій може з'єднуватися з додатковим або альтернативним джерелом енергії, таким як автомобільний прикурювач.

На фіг. 2 представлено схематичне (спрощене) зображення блоку 20 керування електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення. Фіг. 2 можна по суті розглядати як переріз у площині вздовж поздовжньої осі LA електронної сигарети. Слід відзначити, що певні компоненти й деталі корпусу, наприклад, проводка та більш складні форми, були виключені з фіг. 2 заради ясності.

Як показано на фіг. 2, блок 20 керування містить батарею 210 для живлення електронної сигарети 10, а також друковану плату (PCB) 202, на якій встановлений чіп, такий як спеціалізована інтегральна схема (ASIC) або мікроконтролер, для керування електронною сигаретою 10. PCB 202 може розміщуватися вздовж батареї 210 або на її кінці. У конфігурації, яка показана на фіг. 2, PCB розміщена між батареєю 210 та з'єднувачем 25B. Блок керування також містить блок 215 датчиків для виявлення вдихання через мундштук 35. У конфігурації, яка показана на фіг. 2, блок 215 датчиків розміщений між батареєю 210 та наконечником 225, однак в інших реалізаціях, він може бути розміщений на PCB 202 (яка може бути розміщена так, як показано на фіг. 2, або у деякому іншому місці) або поряд із нею. У відповідь на таке виявлення вдихання блок 215 датчиків сповіщає чіп на PCB 202, який у свою чергу ініціює потік енергії від батареї 210 до нагрівального пристрою у картомайзері.

Наконечник 225 блока керування 20 містить ковпачок для ущільнення і захисту дальнього (дистального) кінця електронної сигарети. У ковпачку або поряд із ним виконаний впускний отвір для повітря, щоб дозволити потрапляння повітря у корпус і протікання через блок 215 датчиків, коли користувач вдихає через мундштук 35. Цей повітряний потік, таким чином, дозволяє блоку 215 датчиків виявляти вдихання користувача. У деяких реалізаціях наконечник 225 може постачатися джерелом світла, таким як світлодіод (LED), який запалюється чіпом у відповідь на виявлення вдихання блоком 225 датчиків. Наконечник 225 також (або в якості альтернативи) може постачатися електричним контактом (не показаний на фіг. 2) для забезпечення додаткового з'єднання для перезаряджання батареї 210.

На протилежному кінці корпусу 20 від наконечника 225 знаходиться з'єднувач 25B для приєднання блока 20 керування до картомайзера 30. Як зазначалося вище, з'єднувач 25B забезпечує механічний і електричний зв'язок між блоком 20 керування та картомайзером 30. Як показано на фіг. 2, з'єднувач 25B містить з'єднувач 240 корпусу, який є металевим (у деяких варіантах здійснення посріблений), щоб виконувати функцію однієї клеми для електричного з'єднання (позитивної або негативної) з картомайзером 30. З'єднувач 25B додатково містить електричний контакт 250, щоб забезпечити другу клему для електричного з'єднання з картомайзером 30, яка має протилежну полярність до першої клеми, а саме з'єднувача 240 корпусу. З'єднувач 240 по суті має кільцеподібну форму, в той же час контакт 250 розміщений у центрі цього кільця (якщо дивитися у площині, яка перпендикулярна поздовжній осі LA електронної сигарети 10).

Електричний контакт 250 встановлений на спіральну пружину 255. Коли блок 20 керування приєднаний до картомайзера 30, з'єднувач 25A на картомайзері штовхає електричний контакт 250 так, щоб стиснути гвинтову пружину в осьовому напрямку, тобто у напрямку, паралельному (співвісному з) поздовжній осі LA. Зважаючи на пружну природу пружини 255, це стиснення змушує пружину 255 розширюватися, що призводить до щільного притискання електричного контакту 250 до з'єднувача 25A, таким чином, допомагаючи забезпечити добрий електричний зв'язок між блоком 20 керування та картомайзером 30. З'єднувач 240 корпусу та електричний контакт 250 відокремлюються за допомогою опори 260, яка виконана з діелектрика (такого як пластмаса), щоб забезпечити добру ізоляцію між двома електричними клемми. Опора 260 має таку форму, щоб сприяти взаємному механічному зчепленню з'єднувачів 25A і 25B.

На фіг. 3 представлено схематичне зображення картомайзера 30 електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу. Фіг. 3 можна по суті розглядати як переріз у площині, яка містить поздовжню вісь LA електронної сигарети. Слід відзначити, що різні компоненти та деталі блока керування, наприклад, проводка та більш складні форми, знову були виключені з фіг. 3 заради ясності.

Картомайзер 30 містить повітряний канал 355, який проходить уздовж центральної (поздовжньої) осі картомайзера 30 від мундштука 35 до з'єднувача 25A для приєднання картомайзера до блока 20 керування. Резервуар 360 для рідини (яка зазвичай містить нікотин у розчиннику) виконаний навколо повітряного каналу 335. Цей резервуар 360 може бути реалізований, наприклад, шляхом надання бавовни або піноматеріалу, просочених рідиною. Картомайзер також містить нагрівальний пристрій 365 для нагрівання рідини з резервуара 360, щоб генерувати пару (яка містить нікотин), яка тече через повітряний канал 355 і виходить через мундштук 35, коли користувач вдихає через електронну сигарету 10. Живлення подається до нагрівального пристрою по лініям 366 і 367, які в свою чергу приєднані до протилежних полюсів (позитивного та негативного, або навпаки) батареї 210 за допомогою з'єднувача 25A. (Як зазначалося вище, деталі проводки між лініями живлення 366 і 367 та з'єднувачем 25A були виключені з фіг. 3).

З'єднувач 25A містить внутрішній електрод 375, який може бути посріблений або виконаний з будь-якого іншого відповідного металу. Коли картомайзер 30 приєднаний до блока 20

керування, внутрішній електрод 375 контактує з електричним контактом 250 блока 20 керування, щоб забезпечити перший електричний шлях між картомайзером та блоком керування. Зокрема, оскільки з'єднувачі 25A і 25B зчеплені, внутрішній електрод 375 штовхає електричний контакт 250 так, щоб стиснути спіральну пружину 255, таким чином, допомагаючи

5 забезпечити добрий електричний контакт між внутрішнім електродом 375 і електричним контактом 250.

Внутрішній електрод 375 оточений ізоляційним кільцем 372, яке може бути виконане з пластмаси, гуми, силікону, або будь-якого іншого відповідного матеріалу. Ізоляційне кільце оточене з'єднувачем 370 картомайзера, який може бути посріблений або виконаний з будь-якого іншого відповідного метала або провідного матеріалу. Коли картомайзер 30 приєднаний до блока 20 керування, з'єднувач 370 картомайзера контактує зі з'єднувачем 240 корпусу блока 20 керування, щоб забезпечити другий електричний шлях між картомайзером і блоком керування. Іншими словами, внутрішній електрод 375 і з'єднувач 370 картомайзера виконують функцію позитивної й негативної клем (або навпаки) для надання живлення від батареї 210 у

10 15 блоці керування до нагрівального пристрою 365 у картомайзері через лінії 366 і 367 живлення за необхідності.

З'єднувач 370 картомайзера оснащений двома виступами або вушками 380A, 380B, які проходять в протилежних напрямках від поздовжньої осі електронної сигарети. Ці вушка використовуються для забезпечення штикового з'єднання у поєднанні зі з'єднувачем 240 корпусу для приєднання картомайзера 30 до блока 20 керування. Це штикове з'єднання забезпечує щільне й надійне з'єднання між картомайзером 30 і блоком 20 керування, так щоб картомайзер і блок керування утримувалися у фіксованому положенні один відносно одного без хитання або згинання, і ймовірність будь-якого випадкового роз'єднання дуже мала. У той же час, штикове з'єднання забезпечує просте й швидке з'єднання й роз'єднання за допомогою введення з наступним обертанням для з'єднання і обертання (у зворотному напрямку) з наступним витяганням для роз'єднання. Слід розуміти, що в інших варіантах здійснення може використовуватися інша форма з'єднання між блоком 20 керування та картомайзером 30, таке як з'єднання на защіпках або гвинтове з'єднання.

На фіг. 4 представлене схематичне зображення певних електричних (в тому числі електронних) компонентів електронної сигарети за фіг. 1 згідно з деякими варіантами здійснення даного винаходу. Ці компоненти по суті розміщені у блоці 20 керування, оскільки це є частина для багаторазового використання (на відміну від одноразового використання). Однак щонайменше у деяких варіантах здійснення деякі з електричних компонентів можуть бути розташовані у картомайзері 30.

Як показано на фіг. 4, блок 20 керування містить електричний (і механічний) з'єднувач 25B (як було написано вище), перемикач 212 живлення, батарею 210, процесор або (мікро-) контролер 555, комунікаційний інтерфейс 217, динамік 558 та блок 215 датчиків. Контролер 555 розташований на PCB 202, яка також може застосовуватися для встановлення інших компонентів за необхідності, наприклад, блока 215 датчиків, перемикача 212 живлення та/або комунікаційного інтерфейсу 217, в залежності від конкретної внутрішньої конфігурації блока 202 керування. В альтернативному варіанті ці компоненти можуть бути розміщені на одній або більше інших PCB (або інші форми установки).

На фіг. 4 зображені деякі, але не обов'язково всі, з електричних з'єднань між різними компонентами. Наприклад, блок 215 датчиків може отримувати живлення від батареї 210 через своє з'єднання з контролером 555, або альтернативно може відбуватись окрема подача живлення від батареї 210 безпосередньо до блока 215 датчиків (не показаний).

Блок 215 датчиків розташований у повітряному каналі або поряд із ним через блок 20 керування від впускного отвору для повітря до випускного отвору для повітря (до випаровувача). Блок датчиків містить датчик 562 тиску та датчик 563 температури (також у цьому повітряному каналі або поряд з ним). Слід відзначити, що у деяких варіантах здійснення можуть бути присутні додаткові датчики (не показані на фіг. 4); крім того, датчик 562 тиску та датчик 563 температури можуть бути надані як різні пристрої (а не бути об'єднані в один блок датчиків). Датчик 562 тиску може виявляти повітряний потік за допомогою нагляду за падінням тиску, спричиненим вдиханням через мундштук 35 (або альтернативно датчик 562 тиску може виявляти вдихання за допомогою безпосереднього вимірювання повітряного потоку, аналогічно до того, як анеометр вимірює швидкість вітру).

Контролер 555 містить процесор, такий як CPU, та запам'ятовувальний пристрій (ROM і RAM). Операції контролера 555 та інших електронних компонентів, таких як датчик 562 тиску, по суті контролюються щонайменше частково за допомогою програмного забезпечення, яке виконується на процесорі (або на інших електронних компонентах за необхідності). Таке

програмне забезпечення може зберігатися у постійному запам'ятовувальному пристрої, такому як ROM, який може бути вбудований у сам контролер 555 або бути наданий як окремий компонент (наприклад, на PCB 202). Процесор може мати доступ до ROM для завантаження та виконання окремих програм за необхідності. Контролер 555 також містить відповідні інтерфейси (та керуюче програмне забезпечення) для взаємодії з іншими пристроями, такими як блок 215 датчиків.

Контролер 555 застосовує динамік 58 як пристрій виводу для створення аудіо сигналів, щоб позначити умови або стани в електронній сигареті, такі як попередження про низький заряд батареї. Різні сигнали для позначення різних станів або умов можуть надаватися за допомогою використання звуків або коротких звукових сигналів з різною тональністю та/або тривалістю та/або за допомогою забезпечення декількох таких звуків або коротких звукових сигналів. Інші форми пристрою виводу можуть бути надані разом із динаміком 58 або замість нього. Наприклад, як зазначалося вище, наконечник 225 може постачатися світлодіодом (LED), який може застосовуватися для сигналізування та/або прикрашання. Також (або альтернативно) може бути наданий світловий вихідний сигнал в одному або більше інших місцях на електронній сигареті 10.

Комунікаційний інтерфейс 217 може мати дротовий або бездротовий зв'язок, щоб забезпечити зв'язок електронної сигарети 10 із зовнішнім пристроєм. Наприклад, комунікаційний інтерфейс 217 може підтримувати одне або більше з Bluetooth, Wi-Fi (сімейство IEEE 802.11) та/або комунікація ближнього поля (NFC) для створення бездротового зв'язку. Альтернативно або додатково канал зв'язку може підтримувати дротовий зв'язок, потенційно через з'єднувач 25B та/або деякі інші пристрої зв'язку. Комунікаційний інтерфейс може застосовуватись, зокрема, щоб дозволити зовнішньому пристрою забезпечувати та оновлювати налаштування керування електронної сигарети 10 та/або щоб отримувати інформацію про статус та використання від електронної сигарети.

Як було зазначено вище, електронна сигарета 10 забезпечує повітряний канал від впускного отвору для повітря через електронну сигарету 10, повз датчик 562 тиску та нагрівальний пристрій 365 (в випаровувачі), до мундштука 35. Таким чином, коли користувач вдихає через мундштук електронної сигарети, контролер 555 виявляє це вдихання на основі інформації від датчика тиску. У відповідь на таке виявлення CPU подає потужність від батареї або елемента живлення 210 до нагрівального пристрою 365, який, таким чином, нагріває та випаровує рідину з гніта для вдихання користувачем.

Батарея 210 зв'язана з нагрівальним пристроєм 365 через перемикач 212 живлення і з'єднувач 25B (і з'єднувач 25A на картомайзері 30). Перемикач 212 живлення підтримує протікання (а також вмикання/вимикання) відносно великого струму, який подається від батареї 210, щоб забезпечити живлення нагрівального пристрою 365 - це зазвичай приблизно 1 А або більше. Перемикач 212 живлення контролюється контролером 555. Наприклад, контролер 555 може закрити перемикач 212 живлення у відповідь на виявлення датчиком 562 тиску повітряного потоку через електронну сигарету 10, тим самим дозволяючи протікання потужності від батареї до нагрівального пристрою. І навпаки, контролер 555 може відкрити перемикач 212 живлення у відповідь на виявлення датчиком 562 тиску того, що повітряний потік через електронну сигарету 10 наразі скінчився, тим самим завершуючи потік потужності від батареї до нагрівального пристрою. На додаток, контролер 555 може застосовувати перемикач 212 для реалізації схеми PWM, як було описано вище, щоб регулювати величину потужності, яка подається від батареї 210 до нагрівального пристрою 365 під час вдихання.

Слід розуміти, що електрична конфігурація, показана на фіг. 4, наведена лише заради прикладу, і спеціалісту в даній області стане зрозуміла велика кількість потенційних варіацій. Наприклад, деякі електронні сигарети 10 можуть не мати комунікаційного інтерфейсу 217, в той час як в інших варіантах здійснення комунікаційний інтерфейс 217 може бути об'єднаний, щонайменше частково, з контролером 555. Подібним чином, деякі з функцій контролера 555 можуть бути розподілені поміж одним або більше іншими пристроями. Наприклад, може бути наданий PCB у поєднанні з батареєю 210 для керування перезарядженням батареї так, щоб виявляти і тим самим запобігати перенавантаженню за напругою або струмом і/або надмірно тривалому заряджанню, і подібним чином контролювати розрядження батареї, наприклад, щоб батарея не розряджалася надмірно до рівня пошкодження. Такі функції контролю за батареєю також можуть бути інтегровані у процесор або контролер 555 (або в будь-який інший пристрій).

Батарея 210 являє собою літій-залізо-фосфатну (LFP) батарею, яка використовує ферофосфат літію LiFePO_4 для катода. LFP батареї мають певні переваги та недоліки у порівнянні з іншими доступними батареями, такими як інші типи літій-іонних батарей, що включають широко застосовувану батарею з кобальтовим катодом, або їх варіантами

(наприклад, такими, що мають твердий, а не рідкий електроліт, або такими, що використовують силіконовий анод, а не графітний анод). Однак було виявлено, що властивості LFP батарей особливо добре відповідають застосуванню в електронній сигареті, базуючись (головним чином) на наступних факторах:

5 *Нетоксичність. Це важливо для продукту, який застосовують (хоча і не споживають) через рот, наприклад, коли продукт був ненавмисно пошкоджений. Відсутність токсичності також надає покращені характеристики екологічності (у порівнянні з кобальтом, використовуваним у більшості поширених літій-іонних батарей), особливо тому, що електронні сигарети являють собою відносно масовий дешевий продукт і не завжди можуть бути утилізовані прийнятним

10 чином - наприклад, коли продукт випадково випав або іншим чином загубився під час перебування на вулиці.
*Термічна, електрохімічна та структурна стабільність. Термічна стабільність важлива для продукту, який використовується (і, таким чином, зазнає дії) у широкому діапазоні погодних та температурних умов. Крім того, добра електрохімічна та механічна стабільність зменшує ризик

15 пожежі і т. п., що є проблемою для багатьох поширених літій-іонних батарей, як було зазначено, наприклад, 4 лютого 2014 в "Batteries on planes pose "increased fire risk" (<http://www.bbc.co.uk/news/business-25733346>).
*Постійна напруга при розряджанні. Як було зазначено вище, більшість поширених літій-іонних батарей схильні мати таку вихідну напругу, яка стабільно зменшується під час циклу розряджання від приблизно 4,2 В до приблизно 3,6 В. Це може привести до суперечливого відчуття користувача по відношенню до пари, що подається (в залежності від рівня напруги струму), або ж потребує включити до електронної сигарети відповідну електроніку, щоб компенсувати це зменшення вихідної напруги, що призводить до додаткових витрат та складності (в чому полягає відносно масовий дешевий продукт).

20 *Високий максимальний струм/потужність. LFP батареї можуть подавати більш високий максимальний струм (і, таким чином, більш високу максимальну потужність), ніж більшість поширених літій-іонних батарей. Це є привабливим для електронних сигарет, оскільки це дозволяє нагрівальному пристрою швидше набувати готовності до необхідної робочої температури для випаровування у відповідь на виявлення вдихання користувачем, і, таким

25 чином, робить електронну сигарету такою, що швидше реагує на дії користувача.
*Більш повільна швидкість втрати ємності (саморозряджання), коли батарея не використовується. Це дає покращений строк збереження (календарний), коли продукт повинен бути наданий попередньо зарядженим (що характерно для багатьох електронних сигарет, щоб дозволити швидке використання після покупки споживачем).

30 *Можлива велика кількість циклів перезаряджання – наприклад, до 2000 або більше. Це дає декілька років використання, навіть коли перезаряджання здійснюється щоденно (див. нижче).

LFP батареї дійсно мають меншу кількість збереженої енергії на одиницю ваги, ніж більшість поширених літій-іонних батарей. Однак, зважаючи на те, що більшість поширених літій-іонних батарей застосовується в електронних пристроях, які можуть зазнавати непереривного та інтенсивного використання (таких як смартфони), так що термін служби батареї є особливо

40 важливим у таких пристроях, електронні сигарети схильні мати різні профілі використання. Зокрема, існує інтервал між послідовними активаціями (затяжками) електронної сигарети, і насправді деякі електронні сигарети можуть забезпечувати захист проти надмірного використання, наприклад, за допомогою моніторингу та регулювання максимальної кількості

45 затяжок за даний період часу (після якого процесор може запобігати додатковій активації, доки не закінчиться період часу). Відповідно, менша кількість збереженої енергії на одиницю ваги LFP батарей (у порівнянні з більшістю поширених літій-іонних батарей) більш допустима для електронних сигарет, ніж для більшості інших електронних пристроїв.

Однак LFP батареї дійсно мають достатню кількість збереженої енергії на одиницю ваги,

50 щоб підтримувати прийнятне використання електронної сигарети. Наприклад, LFP батарея з розміром AA може мати номінальну ємність 250-600 мА-годин, у той час як відповідна широко застосовувана літій-іонна батарея може мати номінальну ємність 600-750 мА-годин або більше (і діє при більш високій напрузі), в залежності від факторів, таких як струм розряджання. Звісно, деякі електронні сигарети можуть бути занадто маленькі для батарей з розміром AA, і, отже,

55 ємність їх батареї повинна бути зменшена відповідно. Однак за умови, що типова затяжка звичайної електронної сигарети потребує приблизно 1-4 мА-години (залежно від конкретної природи пристрою та кількості рідини, яка потребує випарування), LFP батарея з прийнятними розмірами здатна забезпечити щонайменше 100 затяжок (і потенційно значно більше) перед розряджанням. Тому, якщо ми припустимо, що електронна сигарета перезаряджається

щоденно, ця кількість затижок за один цикл заряду батареї буде достатньою для більшості споживачів.

На фіг. 5 і 6 представлені графіки, які порівнюють певні експлуатаційні характеристики літій-залізо-фосфатної LFP батареї (безперервна лінія) з певними робочими властивостями широко застосовуваної літій-іонної батареї (штрихова лінія) у контексті електронних сигарет. (Будь ласка, зауважте, що ці графіки дуже схематичні і спрощені для простоти розуміння; деякі більш точні графіки представлені нижче). На фіг. 5 зображена схематична форма того, як вихідна напруга батареї 210 змінюється з часом, зазвичай у часових рамках в багато годин або днів під час циклу розрядження (від повністю зарядженого до розрядженого). Як було описано вище, коли широко застосовувана літій-іонна батарея розряджається, вихідна напруга постійно зменшується від приблизно 4,2 В до приблизно 3,6 В (або нижче). Це зменшення вихідної напруги може привести до помітної зміни (падіння) у роботі, такої як кількість пари нікотину, яка утворюється за затижку, за цикл розрядження батареї (доки деякі додаткові способи компенсування не будуть застосовані для подолання цього зменшення). На противагу, вихідна напруга LFP батареї більш стабільна при приблизно 3,2 В, тим самим забезпечуючи користувачу більш стабільне і надійне відчуття, у той же час запобігаючи необхідності у будь-якому іншому компенсуванні напруги, що зменшується. (Слід зазначити, що рівні напруги, показані на фіг. 5 і 6, представлені за умови розімкненого кола; напруга під навантаженням буде дещо нижче - наприклад, десь приблизно на 0,5 В, так 2,7 В для LFP батареї у порівнянні з 3,2 В для розімкненого кола).

На фіг. 5 також показані дві лінії відсічки, позначені як C1 і C2. Процесор 555 (або будь-який інший пристрій у блоці 20 керування), здійснює моніторинг вихідної напруги від батареї 210. Коли вихідна напруга падає нижче рівня заданої відсічки C1 або C2 (для широко застосовуваної літій-іонної батареї або LFP батареї відповідно), процесор 555 запобігає подальшій роботі електронної сигарети і конкретніше - нагрівального пристрою 365. Ця відсічка, яку можна розглядати як кінець циклу розрядження, таким чином, захищає батарею 210 від надмірного розрядження (яке може викликати пошкодження батареї, виконаної з можливістю повторного зарядження), а також забезпечує, щоб користувач не отримував поганого відчуття від електронної сигарети, через пристрій, який функціонує за неприйнятно низької напруги. Слід зазначити, як було описано вище, що контролер 555 може забезпечувати деяку індикацію для користувача про статус батареї (вичерпана або майже вичерпана) через динамік 558 (та/або через будь-який інший доступний індикатор).

На фіг. 6 зображено у схематичній формі як вихідна потужність батареї 210 може змінюватись у часових рамках в одну затижку, тобто лише декілька секунд (це можна розглядати як форму профілю затижки). Графік порівнює роботу (стосовно вихідного струму) широко застосовуваної літій-іонної батареї (штрихова лінія) відносно відповідної роботи LFP батареї (безперервна лінія) для електронної сигарети 10.

Ми припускаємо на фіг. 6, що вдихання починається і виявляється за допомогою відповідного датчика в момент часу T_0 . На цьому етапі, контролер 555 забезпечує подачу максимально доступної потужності від батареї 210 до нагрівального пристрою 365. Максимально доступна потужність від LFP батареї показана як P1 на фіг. 6, у то час як максимально доступна потужність від широко застосовуваної літій-іонної батареї нижче, показана як P2 (де $P1 > P2$). Наприклад, максимальна вихідна потужність P1 для LFP батареї може відбивати струм щонайменше в 2,5 А, або щонайменше в 5 А, потенційно максимально до декількох амперів (наприклад, 6, 8 або 10 амперів).

В момент часу T1 нагрівальний пристрій досягає свої переважної робочої температури (для електронної сигарети, що має LFP батарею), і потужність далі падає до більш низького рівня P3, який встановлюється так, щоб підтримувати нагрівальний пристрій при переважній робочій температурі. Подібним чином, для електронної сигарети, яка містить широко застосовувану літій-іонну батарею, нагрівальний пристрій досягає своєї переважної робочої температури в момент часу T2, і потужність знову падає до рівня P3 так, щоб підтримувати нагрівальний пристрій при переважній робочій температурі.

Оскільки максимальна вихідна потужність P1 LFP батареї більше, ніж максимальна вихідна потужність P2 широко застосовуваної літій-іонної батареї, час T1, який взяли для електронної сигарети, що застосовує першу батарею для досягнення переважної робочої температури, менше, ніж час T2, який взяли для електронної сигарети, що застосовує останню батарею для досягнення переважної робочої температури. Відповідно, електронна сигарета, яка має LFP батарею може забезпечити кращу чутливість до вдихання користувачем, ніж електронна сигарета, що має широко застосовувану літій-іонну батарею.

Слід зазначити, що різні типи електронного продукту представляють різні типи навантаження на батарею стосовно тривалості та величини споживання струму. Наприклад, фара велосипеда схильна мати тривале споживання (багато хвилин) при струмі від низького до середнього, в той час як електронна сигарета по суті застосовує короткі імпульси високого струму для вдихання, з низьким рівнем споживання струму між імпульсами. Такі різні характеристики навантаження можуть мати вплив на поведінку батареї в цілому.

На фіг. 7 представлений графік, що показує експериментальні результати від іспитів над LFP батареєю, щоб здійснити симуляцію поведінки в електронній сигареті. Досліджувана LFP батарея мала такі розміри (форм-фактор), які відповідають стандарту батареї AA. Послідовність імпульсів струму споживалася від батареї, причому кожний імпульс має струм приблизно 4 А і тривалість 3 секунди для симуляції вдихання та потужності, яка подається для активації нагрівального пристрою 365. Це надає загалом приблизно 3,3 мА-години для кожного вдихання. Інтервал між вдиханнями становив 10 секунд (коротше, ніж при використанні в реальності, однак дозволяє завершити експеримент скоріше - і все ще надає час для охолодження нагрівального пристрою між вдиханнями). Струм, який було взято під час цих інтервалів становив 0,005 А, наприклад, щоб живити контролер 555. Загальна кількість 4 А імпульсів струму до повного розрядження батареї становить 106 для загального часу роботи (який включає як імпульси, так і інтервали між імпульсами) приблизно 1378 секунд (трохи менше 23 хвилин). Загальна виміряна ємність батареї становить 0,365 А-години.

На графік за фіг. 7 нанесені вихідна напруга і вихідний струм від LFP батареї, як було виміряно по відношенню до загальної ємності (енергія, в ампер-годинах), спожитої на даний момент від батареї. Вісь x (ємність), таким чином, також надає показання часу, за винятком того, що інтервали між імпульсами сильно стиснуті вздовж осі x (у порівнянні з їх дійсною тривалістю), оскільки під час цих інтервалів споживалося дуже мало енергії (ємності). Верхня лінія, нанесена на графік на фіг. 7, представляє вихідну напругу (згідно зі шкалою з лівої сторони графіка в вольтах), в той час як нижня лінія, нанесена на графік на фіг. 7, представляє вихідний струм (згідно зі шкалою з правої сторони графіка в амперах). Нижня лінія чітко показує окремі імпульси струму, кожний в 4 ампера. Верхня лінія чітко показує падіння напруги, яке виникає через підключення навантаження до батареї. Зокрема, для кожного імпульсу струму напруга батареї падає від значення в розімкненому колі (або дуже близького до значення в розімкненому колі, з урахуванням 0,005 А струму під час інтервалів між імпульсами) на приблизно 0,3-0,5 вольт до значення у навантаженому стані, коли споживання струму становить 4 А.

Три горизонтальні лінії, показані як H1, H2 і H3, були нанесені на графік на фіг. 7. Лінія H1 указує на первісний рівень мінімальної напруги батареї під навантаженням; фактично, ця мінімальна напруга батареї залишається приблизно постійною для першої половини терміну розрядження батареї (щонайменше). Лінії H2 і H3, 0,16 В і 0,32 В відповідно, знаходяться нижче лінії H1 і представляють зменшення у порівнянні з лінією H1 приблизно на 5,6 % та 11,2 % відповідно (або трохи нижче 5 % та 10 % відповідно напруги в розімкненому колі). Більш того, вертикальна лінія V1 показує, де виявлене падіння мінімальної вихідної напруги від батареї (під навантаженням) нижче лінії H2. Це виникає лише коли енергія приблизно в 0,317 А-години вже була спожита від батареї, що представляє приблизно 87 % загальної ємності. Іншими словами на фіг. 7 показано, що напруга батареї під навантаженням для LFP батареї є постійною у діапазоні ± 3 % для 85 % від терміну розрядження.

Таблиця 1 отримана з тих самих даних, що лежать в основі фіг. 7, але наведених у формі таблиці. Зокрема, основна частина таблиці 1 (тобто всі, окрім двох найбільш правих стовпчиків, замкнені у виділеного поля) представляє вимірювання середньої напруги під навантаженням для кожного послідовного імпульсу струму. Таким чином, перший рядок на фіг. 7 представляє вихідну напругу під навантаженням для імпульсів струму 1-10, другий рядок на фіг. 7 представляє вихідну напругу під навантаженням для імпульсів струму 11-20 і т. д. Напруга вимірюється з частотою 1 Гц, так були отримані три вимірювання напруги для кожного імпульсу струму (по 3 секунди), і потім разом усереднені, щоб надати дані у таблиці 1. (Слід також зазначити, що пара полів у таблиці 1 залишились порожніми, де дані не були записані належним чином). Слід розуміти, що дані напруги під навантаженням згідно таблиці 1 надають добре представлення відчуття користувача від електронної сигарети, з'єднаної з такою LFP батареєю, оскільки дані напруги під навантаженням відбивають фактичну операцію (вдихання) користувачем (в той час як дані напруги розімкненого кола представляють інтервали між операціями користувача).

Таблиця 1

2,90	2,88	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,88	2,88	0,03
2,89	2,87	2,89	2,89	2,89	2,89	-	2,89	2,89	2,89	2,89	0,05
2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,88	2,89	2,89	2,89	2,89	0,04
2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,87	2,88	0,02
2,87	2,89	2,89	2,89	2,89	2,88	2,88	2,88	2,88	2,87	2,88	0,05
2,89	2,90	2,89	2,89	2,89	2,89	2,88	2,88	2,88	2,88	2,89	0,04
2,88	2,87	2,87	2,86	2,86	2,86	2,85	2,85	2,85	2,87	2,86	0,04
2,86	2,87	2,86	2,86	2,85	2,85	2,85	2,84	-	2,82	2,85	0,08
2,82	2,82	2,81	2,80	2,79	2,78	2,77	2,77	2,76	2,75	2,79	0,09
2,74	2,74	2,73	2,72	2,71	2,70	2,68	2,67	2,73	2,73	2,72	0,12
2,71	2,70	2,69	2,68	2,66	2,62					2,68	0,24

Для першої половини даних (замір 1-53), вихідна напруга залишається в діапазоні 2,90-2,87 В. Це діапазон, лише трохи більший за 1 %, і, таким чином, забезпечується по суті дуже постійний вихідний рівень. (Коливання в цій першій половині даних можуть лише відбивати шум у системі, незначні варіації вимірювання тощо). Після 85 % терміну заряду (заміри 1-90) середня напруга під навантаженням зменшилась на 0,15 В від 2,90 В до 2,75 В. Слід розуміти, що це знову таки набагато менше зменшення, ніж таке, що по суті спостерігається для більш широко застосовуваної літєвої батареї.

Таблиця 1 також показує, що існує додаткове падіння напруги на 0,13 В, коли залишкову ємність забирають від батареї. І знову, це набагато менше зменшення, ніж таке, що по суті спостерігається для більш широко застосовуваної літєвої батареї. На додаток, користувач зазвичай менш ймовірно відчуває це падіння напруги після використання 85 % ємності батареї, оскільки у більшості випадків електронна сигарета вже покаже яку-небудь індикацію (наприклад, попереджувальний світловий сигнал), що заряд батареї знаходиться на відносно низькому рівні (15 % або менше), і, відповідно, користувач стане перезаряджати електронну сигарету у цей момент (якщо не раніше). Більш того, користувач ймовірно допускає, що низький залишковий заряд батареї може призвести до незначного зменшення експлуатаційної якості, і насправді, може сприйняти це як підтвердження того, що батарею наразі необхідно перезарядити.

У деяких випадках напруга батареї може бути трохи вище лише на початку роботи для першої пари імпульсів струму (вдихань) або після початку розряджання від повністю зарядженого стану. Натяк на це є на фіг. 7, тобто дуже маленький підйом при нульовій використаній ємності з самого лівого графіка. Відповідно, при деяких обставинах доречним може бути відкидання першого одного або двох вдихань при визначенні рівня первісної напруги. З іншого боку, для LFP батареї, яку досліджували, в таблиці 1 показано, що цей ефект не є дійсно очевидним, або лише мінімально очевидний, для вимірюваної напруги під навантаженням навіть першого імпульсу струму.

Права частина таблиці 1 (показана виділеною лінією по контуру) містить два стовпця. Перший (лівий) з цих стовпчиків лише надає вимірювання середньої напруги для цього рядка таблиці. Цей стовпчик дає чітке вказання на те, що вихідна напруга є приблизно постійною для першої половини терміну заряду, а потім на всю другу половину терміну заряду встановлюється зменшення.

Другий (правий) з цих стовпчиків у таблиці 1 (найбільш правий стовпчик у всій таблиці) представляє середнє падіння напруги у кожному імпульсі для замірів імпульсів у цьому рядку. Таким чином, як було зазначено вище, три вимірювання напруги були отримані для кожного з імпульсів, і в усіх випадках є (мале) падіння вихідної напруги від першого вимірювання до третього вимірювання. Це падіння було обчислене окремо для кожного імпульсу і потім усереднене для всіх замірів імпульсів для кожного рядка. Цей найбільш правий стовпчик показує, що до кінця терміну заряду не лише падає вихідна потужність батареї, але також і зростає швидкість падіння в окремих імпульсах. Однак це додаткове падіння має відносно меншу важливість, якщо необхідний профіль потужності для окремого вдихання в цілому повторює форму, показану на фіг. 6, тобто більш висока первісна вихідна потужність важлива для першого нагрівання нагрівального пристрою, після якого зменшена вихідна потужність по суті прийнятна.

На фіг. 8 представлений графік по суті подібний до графіка на фіг. 7, і застосовується та ж сама батарея, однак цього разу імпульси струму знаходяться на 5 А, а не на 4 А. Це відносно високий рівень вихідного струму, такий, який може бути необхідним для первісної фази

нагрівання, показаної на фіг. 6 (і також допомагає компенсувати більш низьку напругу LFP батареї, у порівнянні з більш широко застосовуваними батареями). Як очікувалось, більш високий рівень струму зменшує загальну кількість імпульсів, яку можна отримати за термін заряду (тобто доки батарея не розрядиться), від 106 на фіг. 7 до 86 на фіг. 8. Однак окрім цього можна побачити, що LFP батарея знову утворює стабільну й передбачувану вихідну напругу, яка є ефективно постійною для першої половини циклу розрядження, і навіть тоді трапляється лише відносно слабе падіння напруги під час другої половини циклу розрядження. Це підтверджується, якщо переглянути лінії V1, H1, H2 і H3, які наведені на тій самій основі, що й на фіг. 7. Слід зазначити, що лінія V1, яка вказує на падіння вихідної напруги під навантаженням 0,16 В, виникає, коли 0,321 А-години ємності було споживано від батареї, подібно до ситуації на фіг. 7 (де лінія V1 була розташована на показнику ємності 0,317 А-години).

На фіг. 9 представлений графік, по суті подібний до графіка на фіг. 8, на якому знову застосовані 5 А імпульси струму і показаний графік напруги (верхня лінія) та струму (нижня лінія) відносно використаної ємності (в А-годинах). Батарея, випробувана на фіг. 9, являє собою елемент живлення з літій-марганцевим катодом, на відміну від LFP елемента живлення. Форм-фактор літій-марганцевої батареї є AA (такий саме, як у LFP батареї на фіг. 7 і 8).

Як показано на фіг. 9, літій-марганцева батарея не має переваги більш високої ємності, ніж у LFP елемента живлення на фіг. 7 і 8. Зокрема, виявляється, що літій-марганцева батарея має ємність 0,595 А-години, яка підтримує 184 імпульсів струму при 5 А. Однак профіль варіації напруги з ємністю для літій-марганцевої батареї значно гірший, ніж відповідний профіль для LFP батареї, як показано на фіг. 7 і 8. Це можна побачити, якщо дивитися на лінії V1, H1, H2 і H3, які знов таки були нанесені на графік, де H1 представляє рівень напруги під навантаженням при нульовій використаній ємності.

Рознесення ліній H1, H2 і H3 було збільшене до 0,21 В (у порівнянні з 0,16 В на фіг. 7 і 8, щоб відбити більшу первісну напругу для літій-марганцевої батареї, у порівнянні з LFP батареєю, наприклад, приблизно 4,2 В розімкнене коло, у порівнянні з 3,4 В розімкненим колом). Однак навіть з таким більшим рознесенням, ми бачимо з розташування лінії V1, що напруга під навантаженням перехрещується з лінією H2 (звідси й 0,21 В падіння від нульової використаної ємності) при використаній ємності приблизно 0,085 А-години. Це представляє лише 14 % загальної ємності літій-марганцевої батареї. Насправді, на фіг. 8 LFP батарея перехрещується з лінією H2 при ємності 0,32 А-години, так що, хоча LFP батарея має меншу загальну ємність, ніж літій-марганцева батарея, вона може давати набагато більшу ємність (як у відносному, так і в абсолютному вираженні) при приблизно постійній напрузі. Крім того, LFP батарея проявляє більш стабільний рівень вихідної напруги, доки не буде використана ємність приблизно 0,2 А-години, і тільки тоді починає зменшуватися в напрямку лінії H2. На противагу, на фіг. 9 очевидно, що вихідна напруга під навантаженням літій-марганцевої батареї починає падати навіть після перших декількох імпульсів струму.

На додаток, вихідна напруга літій-марганцевої батареї починає падати не лише при дуже низькій використаній ємності, а це падіння продовжується вздовж всього терміну заряду батареї, так що падіння загальної напруги літій-марганцевої батареї під час циклу розрядження набагато більше, ніж для LFP батареї. Наприклад, на фіг. 8 вихідна напруга під навантаженням досягає лише лінії H3 (на 0,32 В нижче рівня первісної напруги), коли батарея повністю розряджена (використана ємність приблизно 0,36 А-години). На противагу, для фіг. 9 вихідна напруга під навантаженням досягає лінії H3 (на 0,42 В нижче рівня первісної напруги) при більш низькій використаній ємності приблизно 0,24 А-години, і продовжує падати щонайменше на ту ж саму величину знову перед тим, як літій-марганцева батарея повністю розрядиться.

Графіки на фіг. 7, 8 і 9 підтверджують, що електронна сигарета, що має LFP батарею, як описано у даному документі, здатна забезпечити більш стабільну і передбачувану експлуатаційну якість, особливо по відношенню до подання напруги для роботи нагрівального пристрою при кожному вдиханні, однак без залучення більш дорогої або складної електроніки. Така батарея може застосовуватися в широкому діапазоні електронних систем надання пари, наприклад, для випаровування рідин, які містять нікотин, або для утворення летких речовин з рослинного матеріалу, похідного від тютюну (або їх похідних).

З метою усунення різних проблем та сприяння прогресу в даній галузі техніки, в даному описі зображені для прикладу різні варіанти здійснення для практичної реалізації заявленого винаходу (винаходів). Переваги та ознаки даного винаходу є лише репрезентативним зразком варіантів здійснення та не є вичерпними та/або виключними. Вони представлені лише для сприяння розумінню та для викладення ідеї заявленого винаходу (винаходів). Слід розуміти, що переваги, варіанти здійснення, приклади, функції, ознаки, структури та/або інші аспекти даного винаходу не слід вважати обмеженнями винаходу, визначеного формулою винаходу, або

обмеженнями еквівалентів формули винаходу, та що можуть застосовуватись інші варіанти здійснення та можуть бути виконані модифікації, не виходячи за межі обсягу формули винаходу. Різні варіанти здійснення придатним чином можуть включати, складатися з, або значною мірою складатися з різних комбінацій описаних елементів, компонентів, ознак, деталей, етапів, засобів та ін., які відрізняються від конкретно описаних в даному документі. Дана заявка може включати в себе інші винаходи, не заявлені наразі, але які можуть бути заявлені в майбутньому.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Блок керування для електронної системи надання пари, причому блок керування містить батарею для надання електричної енергії на нагрівальний пристрій, який застосовується для утворення пари, причому вказана батарея являє собою літій-залізо-фосфатну батарею, яка містить катод з ферофосфату літію, і причому вихідна напруга батареї, коли вона розряджена на 80 % через послідовні затяжки електронної системи надання пари, не більше ніж на 0,25 В нижче вихідної напруги батареї при повному заряді, вказана батарея має номінальну ємність у діапазоні 250-600 мА-годин, щоб забезпечити щонайменше 100 затяжок електронної системи надання пари, кожна затяжка споживає від батареї струм щонайменше в 2,5 А.
2. Блок керування за п. 1, який **відрізняється** тим, що блок керування додатково містить датчик для виявлення вдихання користувачем і контролер, який призначений для того, щоб активувати надання електричної енергії від батареї до нагрівального пристрою у відповідь на таке виявлення.
3. Блок керування за п. 2, який **відрізняється** тим, що у відповідь на таке виявлення контролер призначений для забезпечення першої фази і потім другої фази електричної енергії від батареї до нагрівального пристрою, причому перша фаза має більш високий рівень електричного струму, ніж друга фаза.
4. Блок керування за п. 3, який **відрізняється** тим, що перша фаза має рівень струму, який дорівнює або перевищує 3 амperi.
5. Блок керування за п. 4, який **відрізняється** тим, що перша фаза має рівень струму, який дорівнює або перевищує 5 амперів.
6. Блок керування за будь-яким із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона наполовину розряджена, не більше ніж на 0,1 В нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
7. Блок керування за п. 6, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона наполовину розряджена, не більше ніж на 0,05 В нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
8. Блок керування за будь-яким із пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона наполовину розряджена, не більше ніж на 3 % нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
9. Блок керування за п. 8, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона наполовину розряджена, не більше ніж на 1,5 % нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
10. Блок керування за будь-яким із пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона розряджена на 80 %, не більше ніж на 0,16 В нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
11. Блок керування за будь-яким із пп. 1-10, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї, коли вона розряджена на 80 %, не більше ніж на 6 % нижче вихідної напруги батареї при повному заряді.
12. Блок керування за будь-яким із пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що вихідну напругу батареї вимірюють, коли електрична енергія подається у нагрівальний пристрій для утворення пари.
13. Блок керування за п. 12, який **відрізняється** тим, що вказана вихідна напруга батареї, виміряна під навантаженням, знаходиться в діапазоні 2,6-3 В.
14. Блок керування за п. 13, який **відрізняється** тим, що вказана вихідна напруга батареї, виміряна під навантаженням, становить приблизно 2,8 В.
15. Блок керування за будь-яким із пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що вихідна напруга батареї знаходиться в діапазоні 3-3,4 В для розімкненого кола.
16. Блок керування за п. 15, який **відрізняється** тим, що вказана вихідна напруга становить приблизно 3,2 В для розімкненого кола.

17. Блок керування за будь-яким із пп. 1-16, який **відрізняється** тим, що електрична енергія надається від батареї до нагрівального пристрою без компенсування змін у вихідній напрузі батареї за цикл розрядження.
18. Електронна система надання пари, яка містить блок керування за будь-яким із попередніх пунктів і вказаний нагрівальний пристрій.
- 5 19. Електронна система надання пари за п. 18, яка **відрізняється** тим, що нагрівальний пристрій розміщений в картомайзері, який з'єднаний з блоком керування.
20. Електронна система надання пари за п. 18, яка **відрізняється** тим, що нагрівальний пристрій і блок керування об'єднані в один пристрій.

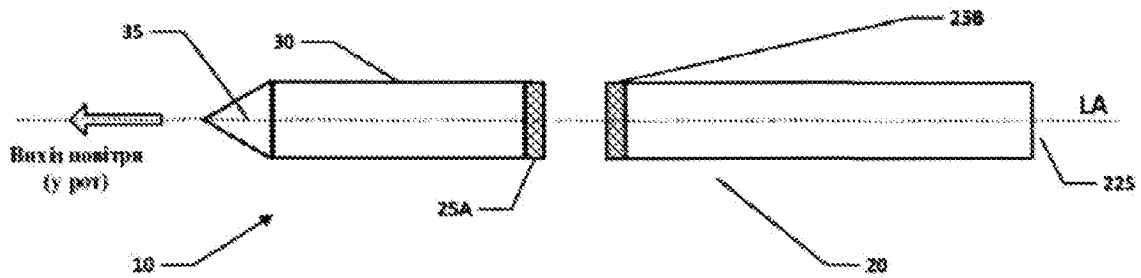


Fig. 1

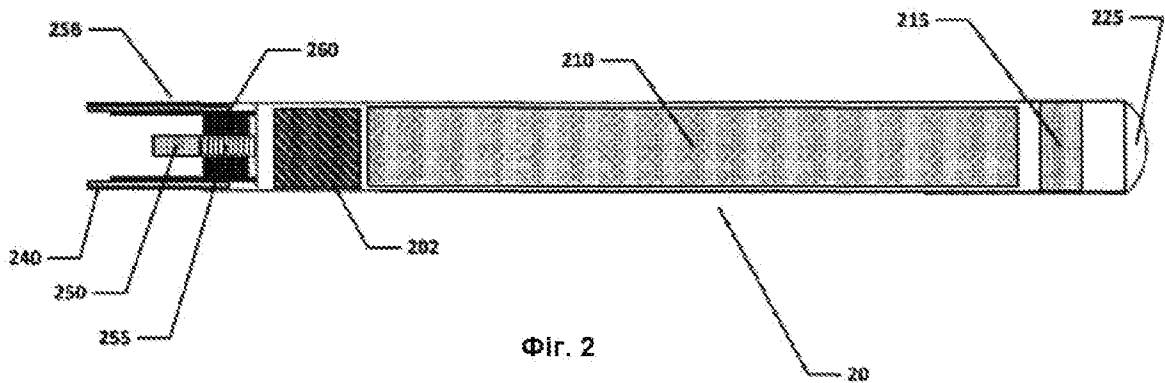


Fig. 2

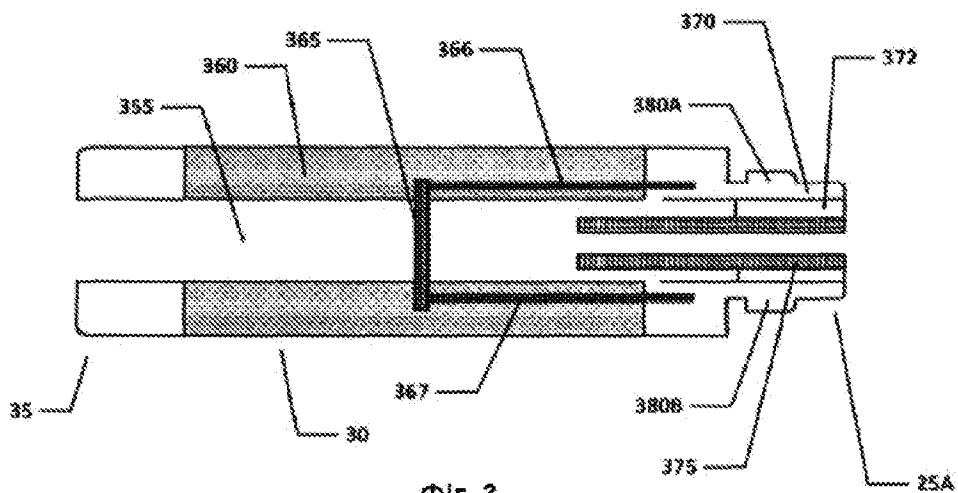
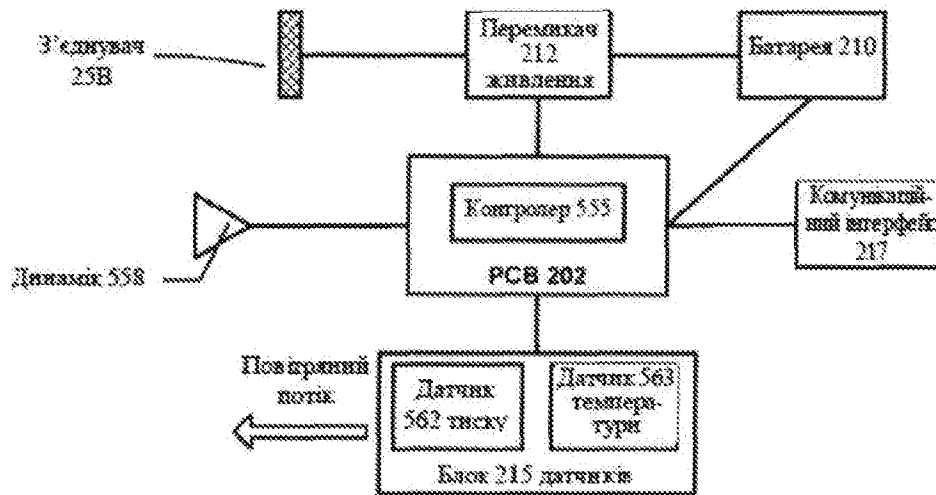
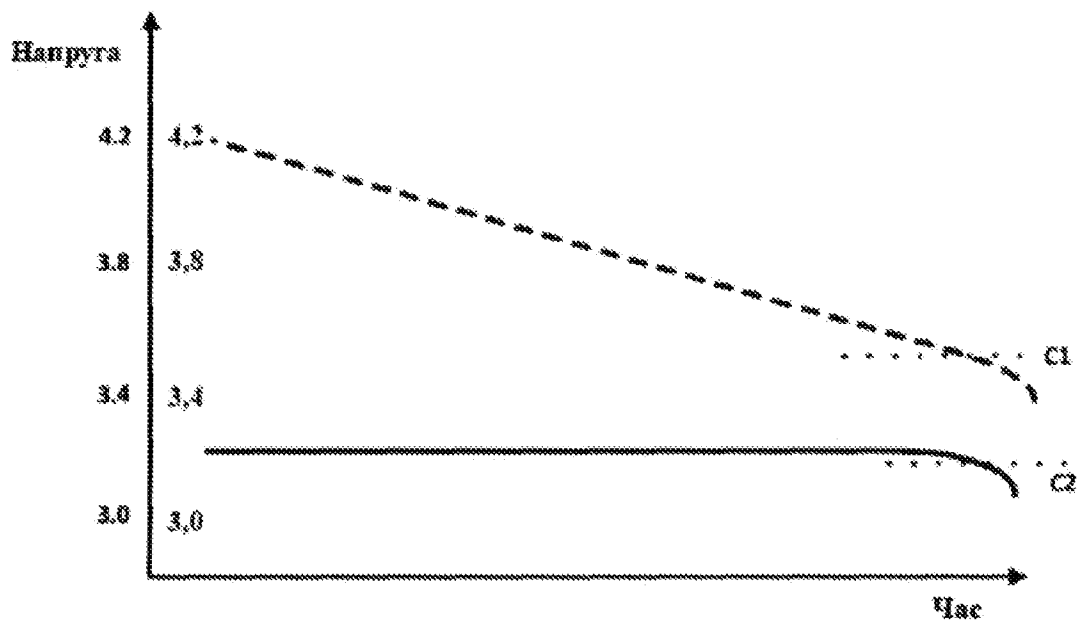


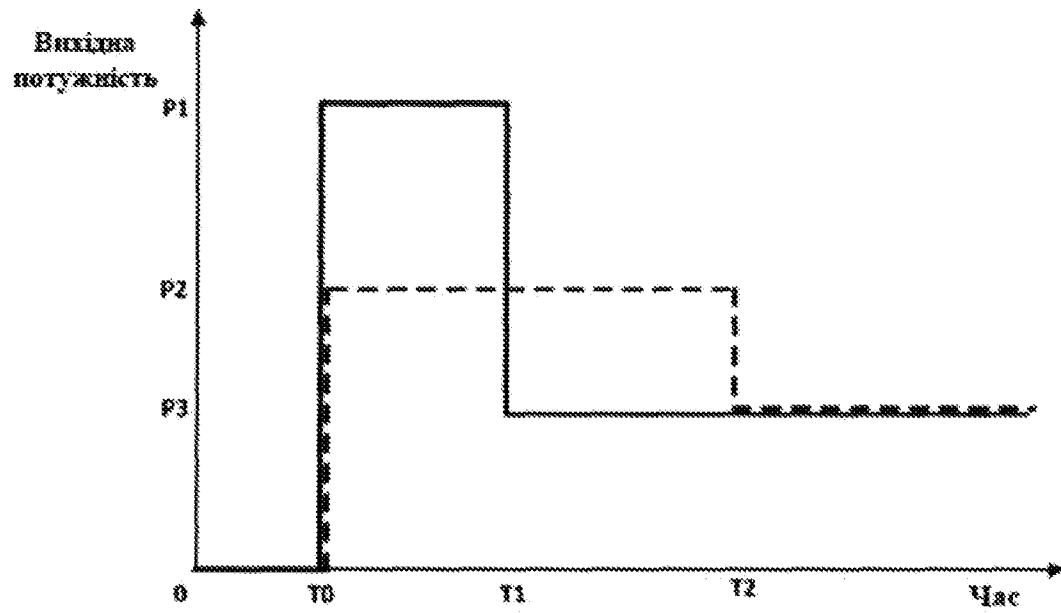
Fig. 3



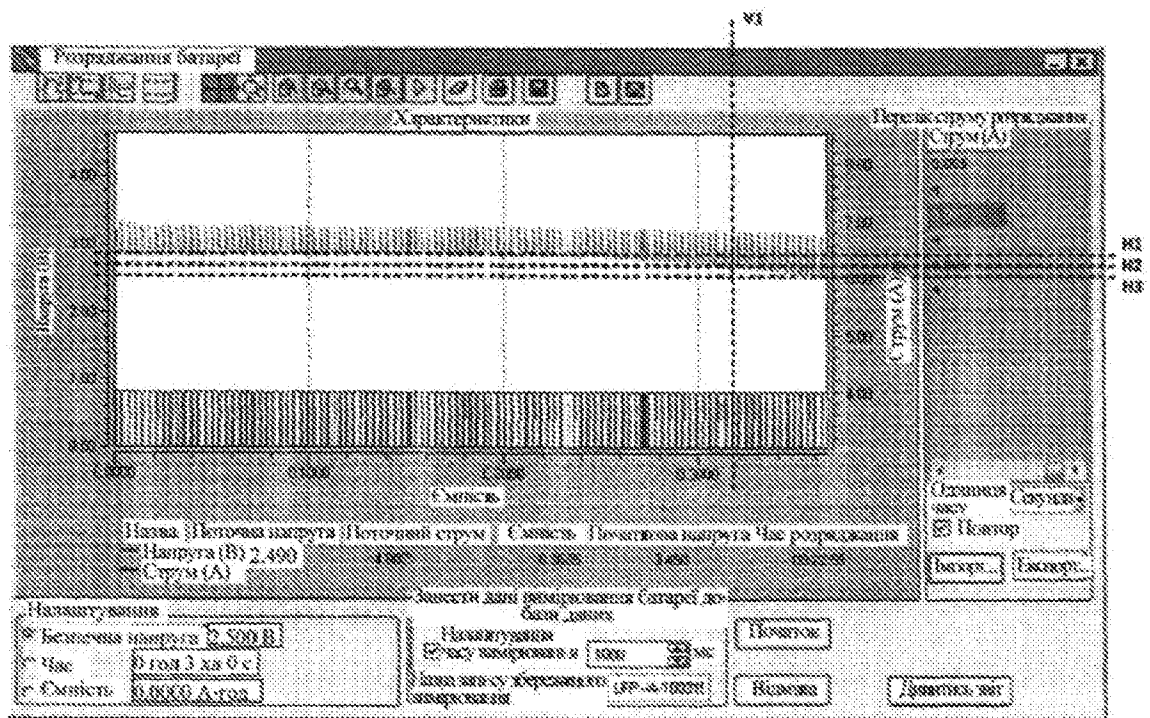
Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

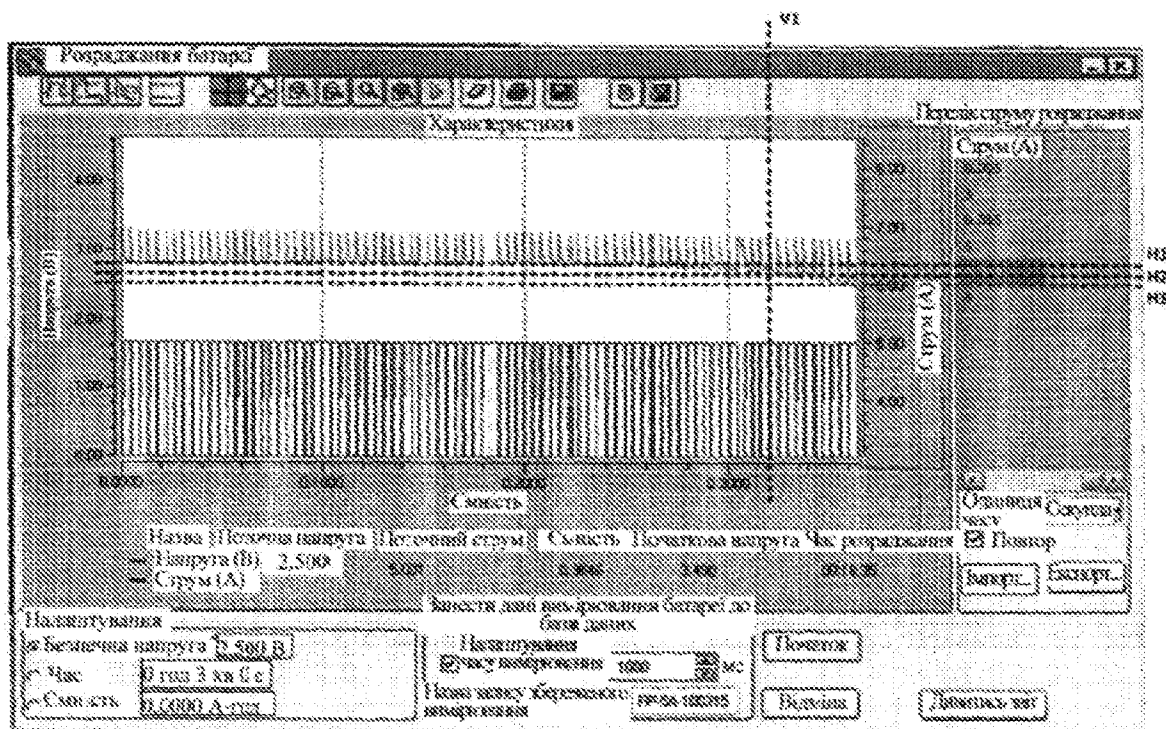


Fig. 8

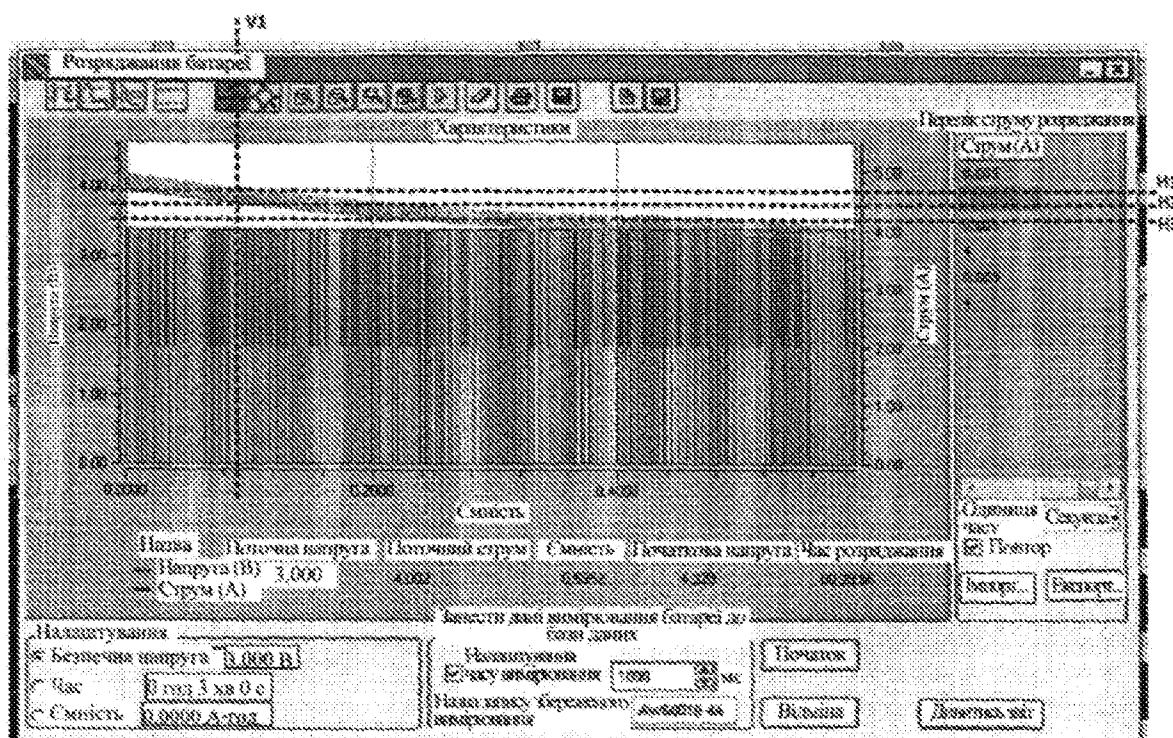


Fig. 9