



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111478** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
A24F 47/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

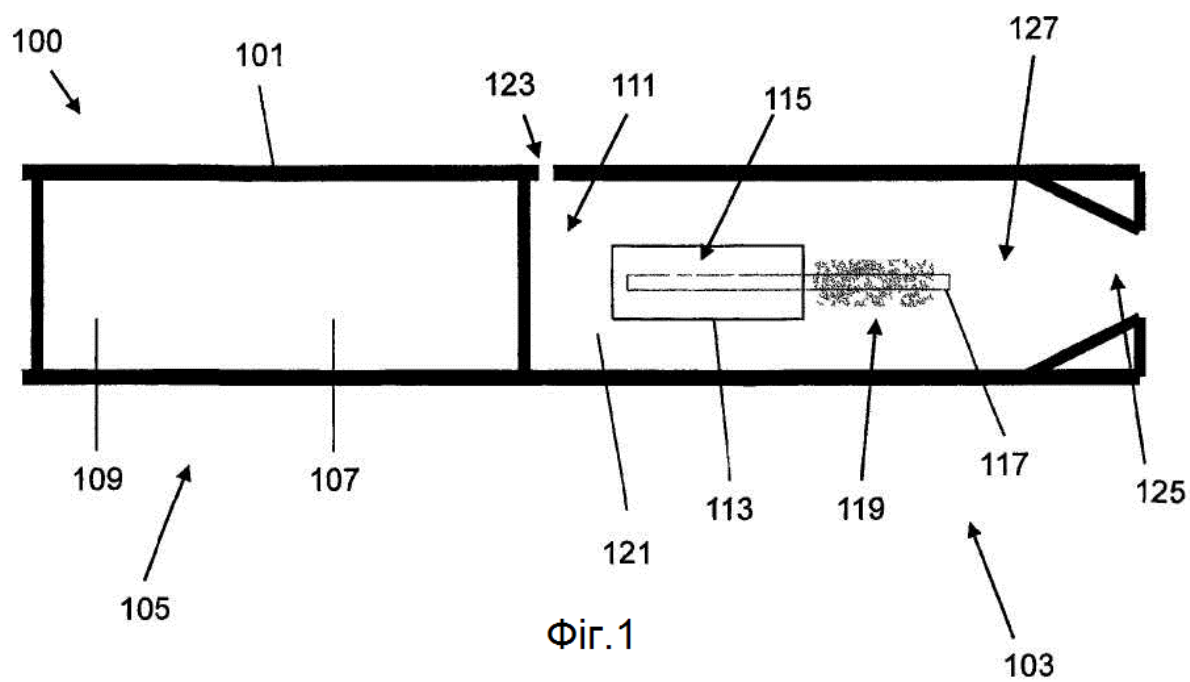
(21) Номер заявки:	а 2013 07117	(72) Винахідник(и):	Торен Мішель (СН), Флік Жан-Марк (СН), Кошан Олів'є Ів (СН), Дюб'єф Флав'єн (СН)
(22) Дата подання заявки:	02.12.2011	(73) Власник(и):	ФІЛІП МОРРІС ПРОДАКТС С.А., Quai Jeanrenaud 3, CH-2000 Neuchâtel, Switzerland (CH)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.05.2016	(74) Представник:	Шляховецький Ілля Олександрович, реєстр. №190
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10252049.1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2008092912 A1, 24.04.2008 US 4947875 A, 14.08.1990
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	03.12.2010		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	ЕР		
(41) Публікація відомостей про заявку:	27.08.2013, Бюл.№ 16		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.05.2016, Бюл.№ 9		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/ЕР2011/071608, 02.12.2011		

(54) ЕЛЕКТРОНАГРІВНА СИСТЕМА УТВОРЕННЯ АЕРОЗОЛЮ З УДОСКОНАЛЕНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ НАГРІВАЧА

(57) Реферат:

Запропонований спосіб регулювання щонайменше одного електричного нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолю для нагрівання аерозолетвірного субстрату. Ця електронагрівна система утворення аерозолю включає в себе датчик для виявлення повітряного потоку, який свідчить, що споживач виконує затягування, яке характеризується тривалістю повітряного потоку. Спосіб включає операції: збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 , коли датчик виявляє, що швидкість повітряного потоку збільшилась до першої граничної величини, підтримання потужності нагрівання на значенні p_1 потужності для принаймні деякої тривалості повітряного потоку, та зменшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля, коли датчик виявляє, що швидкість повітряного потоку зменшилась до другої граничної величини.

UA 111478 C2



Цей винахід стосується способу регулювання щонайменше одного електричного нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі. Крім того, цей винахід стосується електронагрівної системи утворення аерозолі. Цей винахід знаходить певне застосування як спосіб регулювання щонайменше одного електричного нагрівального елемента електронагрівної курильної системи та як електронагрівна курильна система.

У WO-A-2009/132793 розкрито електронагрівна курильна система. Рідина зберігається у вмістищі для рідини, а капілярний гніт має перший кінець, який простягається у вмістище для рідини для контактування у ньому з цією рідиною, і другий кінець, який простягається із вмістища для рідини. Нагрівальний елемент нагріває другий кінець капілярного гніта. Нагрівальний елемент виконаний у формі спіралью закрученого електричного нагрівального елемента, який електрично з'єднаний з джерелом електроживлення та оточує другий кінець капілярного гніта. Під час користування нагрівальний елемент може активувати споживач шляхом ввімкнення джерела електроживлення. Смоктання споживачем мундштука спричинює всмоктування повітря в електронагрівну курильну систему над капілярним гнітом і нагрівальним елементом, а потім у ротову порожнину споживача.

Метою цього винаходу є надання удосконаленого способу регулювання електричного нагрівального елемента такої електронагрівної системи утворення аерозолі.

За першим аспектом цього винаходу запропонований спосіб регулювання щонайменше одного електричного нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі для нагрівання аерозолетвірного субстрату, причому ця система включає в себе датчик для виявлення повітряного потоку, який свідчить, що споживач виконує затягування, яке характеризується тривалістю повітряного потоку, згаданий спосіб включає операції: збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 , коли датчик виявляє, що швидкість повітряного потоку збільшилась до першої граничної величини; підтримання потужності нагрівання на значенні p_1 потужності для принаймні певної тривалості повітряного потоку; та зменшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля, коли датчик виявляє, що швидкість повітряного потоку зменшилась до другої граничної величини.

Цей щонайменше один електричний нагрівальний елемент призначений для нагрівання аерозолетвірного субстрату з метою утворення аерозолі. Електронагрівна система утворення аерозолі може включати в себе аерозолетвірний субстрат, або може бути виконана так, щоб приймати аерозолетвірний субстрат. Як відомо фахівцям в цій галузі, аерозоль являє собою суспензію твердих частинок або рідких крапель у газі, такому як повітря. Регулюванням потужності нагрівання, яка подається до щонайменше одного нагрівального елемента, можна оптимізувати споживання енергії. Потужність нагрівання можна регулювати з урахуванням конкретного режиму затягування так, щоб забезпечити досягання бажаних властивостей аерозолі, наприклад, концентрації аерозолі або розмірів частинок. Надається можливість уникання перегрівання або недогрівання, зокрема, на початку або наприкінці затягування. Зменшення потужності наприкінці затягування впливає на охолодження нагрівального елемента і, отже, на температуру цього нагрівального елемента та його оточення. Це, в свою чергу, впливає на кількість конденсату, здатного утворюватися в системі, що може впливати на витікання рідини.

За варіантом, якому віддається перевага, електронагрівна система утворення аерозолі включає в себе джерело електроживлення для подавання енергії до щонайменше одного електричного нагрівального елемента. За варіантом, якому віддається перевага, електронагрівна система утворення аерозолі включає в себе електричну схему для регулювання подавання потужності від джерела електроживлення до щонайменше одного електричного нагрівального елемента. За варіантом, якому віддається перевага, ця електрична схема включає в себе згаданий датчик.

За варіантом, якому віддається перевага, електрична схема призначена для виконання операцій способу за першим аспектом цього винаходу. Електрична схема може являти собою апаратну схему, призначену для виконання операцій способу за першим аспектом цього винаходу. Однак за варіантом, якому віддається більша перевага, електрична схема є програмовною схемою, призначеною для виконання операцій способу за першим аспектом винаходу.

Датчик може являти собою будь-який датчик, який здатен виявляти повітряний потік, який свідчить, що споживач виконує затягування. Цей датчик може бути електронно-оптичним пристроєм. Альтернативно датчик може являти собою будь-який з таких пристроїв як механічний пристрій, оптичний пристрій, оптико-механічний пристрій, датчик, побудований на основі мікроелектромеханічних систем (MEMS), та акустичний датчик.

Зазвичай, швидкість повітряного потоку (яка також може бути відома як інтенсивність затягування) протягом тривалості повітряного потоку (яка може бути однаковою із тривалістю затягування) збільшується від нуля до першого граничного значення, після чого досягає максимуму, і потім зменшується від максимуму до другого граничного значення і після цього до нуля. Швидкість повітряного потоку може мати розподіл Гаусса, або нормальний розподіл (також відомий як дзвоноподібна крива). Однак частіше швидкість повітряного потоку може мати недосконалий розподіл Гаусса. Тривалість повітряного потоку може бути визначена декількома способами. Наприклад, тривалість повітряного потоку може бути визначена як проміжок часу, протягом якого швидкість повітряного потоку є відмінною від нуля. Альтернативно тривалість повітряного потоку може бути визначена як проміжок часу, протягом якого швидкість повітряного потоку є більшою, ніж заздалегідь встановлений рівень. За варіантом, якому віддається перевага, потужність p_1 є заздалегідь встановленою. Потужність p_1 може залежати від декількох факторів, до яких належать, але без обмеження ними, форма електричного нагрівального елемента, тип аерозолетвірного субстрату, бажана кількість утвореного аерозолі для цього аерозолі розмір частинок.

В одному з варіантів здійснення цього винаходу перше граничне значення швидкості повітряного потоку є рівним другому граничному значенню швидкості повітряного потоку. Цьому варіанту здійснення віддається перевага, оскільки виконання способу є відносно простим.

В іншому варіанті здійснення цього винаходу перше граничне значення швидкості повітряного потоку є меншим, ніж друге граничне значення швидкості повітряного потоку. Цьому варіанту здійснення віддається перевага, оскільки це може сприяти уникненню перегрівання наприкінці затягування, яке, в свою чергу, впливає на утворення конденсату. Оскільки друге граничне значення швидкості повітряного потоку, при якому потужність нагрівання зменшується, є більшим, ніж перше граничне значення швидкості повітряного потоку, при якому потужність нагрівання збільшується, то потужність нагрівання, яка подається до щонайменше одного нагрівального елемента, зменшується протягом затягування раніше. Це забезпечує уникнення перегрівання наприкінці тривалості повітряного потоку.

Операція збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 може включати по суті миттєве збільшення потужності нагрівання від нуля до потужності p_1 . Інакше кажучи, потужність може бути збільшена від нуля до потужності p_1 протягом проміжку часу, який по суті дорівнює нулю. На графіку потужності нагрівання на вертикальній вісі в залежності від часу на горизонтальній вісі це збільшення було б відображено вертикальною або загалом вертикальною лінією від нульової потужності до потужності p_1 .

Альтернативно операція збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 може включати збільшення потужності нагрівання від нуля до потужності p_1 протягом проміжку часу, який не дорівнює нулю. Інакше кажучи, потужність може бути поступово збільшена від нуля до потужності p_1 протягом вибраного проміжку часу. Чим довшим є цей вибраний проміжок часу, тим більш поступовим є збільшення потужності. На графіку потужності нагрівання на вертикальній вісі в залежності від часу на горизонтальній вісі це збільшення було б відображено похилою лінією з позитивним градієнтом від нульової потужності до потужності p_1 . Градієнт цієї похилої лінії може бути постійним або непостійним.

Операція зменшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля може включати по суті миттєве зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля. Інакше кажучи, потужність може бути зменшена від потужності p_1 до нуля протягом проміжку часу, який по суті дорівнює нулю. На графіку потужності нагрівання на вертикальній вісі в залежності від часу на горизонтальній вісі це зменшення було б відображено вертикальною або загалом вертикальною лінією від потужності p_1 до нульової потужності.

Альтернативно операція зменшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля може включати поступове зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля. Інакше кажучи, потужність може бути зменшена протягом проміжку часу, який не дорівнює нулю. Іншими словами, потужність може бути поступово зменшена від потужності p_1 до нуля протягом вибраного проміжку часу. Чим довшим є цей вибраний проміжок часу, тим більш поступовим є зменшення потужності. На графіку потужності нагрівання на вертикальній вісі в залежності від часу на горизонтальній вісі це збільшення було б відображено похилою лінією з негативним градієнтом від потужності p_1 до нульової потужності. Градієнт цієї похилої лінії може бути постійним або непостійним.

В одному з варіантів здійснення цього винаходу згаданий спосіб також включає, після операції збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 , операцію збільшення потужності нагрівання для цього щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до потужності p_2 , яка є більшою, ніж

5 потужність p_1 .

Інакше кажучи, на початку тривалості повітряного потоку потужність нагрівання дорівнює значенню p_2 , яке є більшим, ніж значення p_1 . Це забезпечує сплеск використання електроенергії на початку затягування. За варіантом, якому віддається перевага, після початкового сплеску використання електроенергії потужність, знаходячись на максимальному

10 значенні p_2 , зменшується до потужності p_1 , та протягом залишку тривалості повітряного потоку потужність нагрівання підтримується на значенні p_1 . Такий перегрів на початку тривалості повітряного потоку призводить до того, що утворення аерозолі починається раніше. Це може забезпечити для споживача краще реагування системи. Також це може зменшити розмір частинок аерозолі або концентрацію аерозолі на початку затягування. За варіантом, якому

15 віддається перевага, потужність p_2 є заздалегідь встановленою. Значення p_2 потужності може залежати від декількох факторів, до яких належать, але без обмеження ними, форма електричного нагрівального елемента, тип аерозолетвірного субстрату, бажана кількість утвореного аерозолі та необхідний для аерозолі розмір частинок.

Операція підтримання потужності нагрівання на значенні p_1 протягом принаймні деякої

20 тривалості повітряного потоку може включати в себе подавання імпульсів електричного струму до щонайменше одного нагрівального елемента на першій частоті f_1 та з першим коефіцієнтом заповнення. Перша частота f_1 , перший коефіцієнт заповнення, або перша частота f_1 та перший коефіцієнт заповнення разом можуть бути вибрані належним чином так, щоб підтримувати потужність нагрівання на бажаному рівні. Імпульси струму можуть мати будь-яке прийнятне

25 значення максимального струму.

Операція поступового зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля може включати в себе подавання імпульсів електричного струму до щонайменше одного нагрівального елемента на другій частоті f_2 та з другим коефіцієнтом заповнення. Друга частота f_2 , другий коефіцієнт заповнення, або друга частота f_2 та другий коефіцієнт заповнення разом

30 можуть бути вибрані належним чином так, щоб зменшувати відповідним чином потужність нагрівання. Друга частота f_2 може бути меншою, ніж перша частота f_1 . Альтернативно перша частота f_1 та друга частота f_2 можуть бути рівними. Другий коефіцієнт заповнення може бути меншим, ніж перший коефіцієнт заповнення. Альтернативно перший коефіцієнт заповнення та другий коефіцієнт заповнення можуть бути рівними.

Операція збільшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до потужності p_2 , яка є більшою, ніж потужність p_1 , може включати подавання імпульсів електричного струму до щонайменше одного нагрівального елемента на третій частоті f_3 та з третім коефіцієнтом заповнення. Третя частота f_3 , третій коефіцієнт заповнення, або третя частота f_3 та третій коефіцієнт заповнення разом можуть бути вибрані

40 належним чином так, щоб збільшувати потужність нагрівання до потужності p_2 . Третя частота f_3 може бути більшою, ніж перша частота f_1 та друга частота f_2 . Третя частота може дорівнювати як одній з частот f_1 та f_2 , так і обом цим частотам водночас. Третій коефіцієнт заповнення може бути меншим, ніж другий коефіцієнт заповнення. Третій коефіцієнт заповнення може дорівнювати як одному з першого та другого коефіцієнтів заповнення, так і обом цим

45 коефіцієнтам заповнення водночас.

За другим аспектом цього винаходу запропонована електронагрівна система утворення аерозолі для нагрівання аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе: щонайменше один електричний нагрівальний елемент для нагрівання аерозолетвірного субстрату з метою утворення аерозолі; джерело електроживлення для подавання потужності до цього

50 щонайменше одного електричного нагрівального елемента; та електричну схему для регулювання подавання потужності від джерела електроживлення до щонайменше одного електричного нагрівального елемента, електрична схема включає в себе датчик для виявлення повітряного потоку, який свідчить, що споживач виконує затягування, яке характеризується тривалістю повітряного потоку; причому ця електрична схема призначена для збільшення

55 потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 , коли датчик виявляє, що швидкість повітряного потоку збільшилась до першої граничної величини; підтримання потужності нагрівання на значенні p_1 потужності для принаймні деякої тривалості повітряного потоку; та зменшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля, коли датчик виявляє, що швидкість

60 повітряного потоку зменшилась до другої граничної величини.

В одному з варіантів здійснення цього винаходу аерозолетвірний субстрат є рідким субстратом, а електронагрівна система утворення аерозолі також включає в себе капілярний гніт для переміщення рідкого субстрату до щонайменше одного електричного нагрівального елемента. Як буде додатково описано нижче, нагрівальний елемент у поєднанні з капілярним

5 гнітом може забезпечити швидке реагування й, отже, удосконалене регулювання режиму нагрівання.

За третім аспектом цього винаходу запропонована електрична схема для електронагрівної системи утворення аерозолі, причому ця електрична схема призначена для виконання способу за першим аспектом цього винаходу.

10 За варіантом, якому віддається перевага, згадана електрична схема є програмовною і призначена для виконання способу за першим аспектом винаходу. Альтернативно електрична схема може являти собою апаратну схему, призначену для виконання способу за першим аспектом цього винаходу.

15 За четвертим аспектом цього винаходу запропонована комп'ютерна програма, яка при її виконанні програмовною електричною схемою для електронагрівної системи утворення аерозолі спричинює виконання цієї програмовною електричною схемою способу за першим аспектом цього винаходу.

За п'ятим аспектом цього винаходу запропонований машино-зчитний носій даних із розміщеною на ньому комп'ютерною програмою за четвертим аспектом цього винаходу.

20 Згаданий щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе єдиний нагрівальний елемент. В альтернативному варіанті здійснення цього винаходу щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе більше ніж один нагрівальний елемент, наприклад, два, або три, або чотири, або п'ять, або шість, або більше нагрівальних елементів. Нагрівальний елемент або нагрівальні елементи можуть бути

25 розташовані так, щоб найбільш ефективно нагрівати аерозолетвірний субстрат.

Згаданий щонайменше один електричний нагрівальний елемент за варіантом, якому віддається перевага, включає в себе електрорезистивний матеріал. До прийнятних електрорезистивних матеріалів належать, але без обмеження ними: напівпровідники, такі як легована кераміка, електропровідна кераміка (така як, наприклад, дисиліцид молібдену), вуглець, графіт, метали, металеві сплави, а також композиційні матеріали, виготовлені з керамічного матеріалу та матеріалу з металічними властивостями. Такі композиційні матеріали можуть містити леговану або нелеговану кераміку. Прикладами прийнятої легованої кераміки є леговані карбіди кремнію. Прикладами прийнятних металів є титан, цирконій, тантал і метали платинової групи. Прикладами прийнятних металевих сплавів є нержавіюча сталь, константан, нікель-, кобальт-, хром-, алюміній-, титан-, цирконій-, гафній-, ніобій-, молібден-, тантал-, вольфрам-, олово-, галій-, марганець- та залізовмісні сплави, а також надміцні сплави на основі нікелю, заліза, кобальту, неіржавіючої сталі, сплав Timetal®, сплави на основі заліза та алюмінію, а також сплави на основі заліза, марганцю та алюмінію. Timetal® є зареєстрованим товарним знаком, який належить Titanium Metals Corporation, 1999 Broadway Suite 4300, Denver, Colorado. До складу композиційних матеріалів електрорезистивний матеріал факультативно може бути введений інкапсульованим або вкритим оболонкою з ізолювального матеріалу, або навпаки, залежно від кінетики переносу енергії та бажаних зовнішніх фізико-хімічних властивостей. Нагрівальний елемент може включати в себе металеву піддану травленню фольгу, ізольовану між двома шарами інертного матеріалу. У цьому випадку інертний матеріал

45 може включати в себе Kapton®, суцільно поліімідну або слюдяну фольгу. Kapton® є зареєстрованим товарним знаком, який належить E.I. du Pont de Nemours and Company, 1007 Market Street, Wilmington, Delaware 19898, United States of America.

В альтернативному варіанті здійснення цього винаходу щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе інфрачервоний нагрівальний елемент, фотонне

50 джерело або індуктивний нагрівальний елемент.

Згаданий щонайменше один електричний нагрівальний елемент може мати будь-яку прийнятну форму. Наприклад, цей щонайменше один електричний нагрівач може мати вигляд нагрівального леза. Як альтернативний варіант цей щонайменше один електричний нагрівач може набувати вигляду корпусу або основи, які мають окремі електропровідні частини, або

55 вигляду електрорезистивної металеві трубки. Якщо аерозолетвірний субстрат являє собою рідину, розташовану всередині контейнера, то цей контейнер може включати в себе одноразовий нагрівальний елемент. Як альтернативний варіант можуть бути виконані одна(-ин) або декілька нагрівальних голок або стрижнів, які простягаються через аерозолетвірний субстрат. Як альтернативний варіант щонайменше один електричний нагрівальний елемент

60 може мати вигляд нагрівача із кінцевим диском або являти собою поєднання дископодібного

нагрівача з нагрівальними голками або стрижнями. Як альтернативний варіант щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе гнучкий лист матеріалу, розташований навколо або частково навколо аерозолетвірного субстрату. До інших альтернативних варіантів належать нагрівальний дріт або нитка розжарення, наприклад, дріт, виготовлений з платини, вольфраму, сплаву Ni-Cr або іншого сплаву. Факультативно нагрівальний елемент може бути вкладений у жорсткий несучий матеріал або розміщений на ньому.

Згаданий щонайменше один електричний нагрівальний елемент може включати в себе поглинач тепла або нагромаджувач тепла, який включає в себе матеріал, здатний абсорбувати та накопичувати тепло, і потім через певний час вивільнювати це тепло у аерозолетвірний субстрат. Поглинач тепла може бути виготовлений з будь-якого прийнятного матеріалу, такого як прийнятний матеріал із металічними властивостями або керамічний матеріал. За варіантом, якому віддається перевага, цей матеріал має велику теплоємність (матеріал накопичення відчутного тепла), або являє собою матеріал, здатний до абсорбування та подальшого вивільнення тепла в результаті оборотного процесу, такого як високотемпературний фазовий перехід. До прийнятних матеріалів накопичення відчутного тепла належать силікагель, глинозем, вуглець, скляна мата, скловолокно, мінерали, сплав або метал, такий як алюміній, срібло або свинець, та целюлозний матеріал, такий як папір. Іншими прийнятними матеріалами, які вивільнюють тепло в результаті оборотного фазового переходу, є парафін, ацетат натрію, нафталін, віск, поліетиленоксид, метал, сіль металу, суміш евтектичних солей або сплав.

Поглинач тепла або нагромаджувач тепла може бути розташований так, щоб знаходитись у прямому контакті з аерозолетвірним субстратом і мати можливість передавати накопичене тепло безпосередньо субстрату. В альтернативному варіанті тепло, накопичене у поглиначі тепла або нагромаджувачі тепла, може переноситись у аерозолетвірний субстрат за допомогою провідника тепла, такого як металева трубка.

Згаданий щонайменше один нагрівальний елемент може нагрівати аерозолетвірний субстрат за допомогою теплопровідності. Цей нагрівальний елемент може принаймні частково контактувати із субстратом або з носієм, на якому розміщений субстрат. В альтернативному варіанті тепло від нагрівального елемента може бути проведено до субстрату теплопровідним елементом.

Альтернативно згаданий щонайменше один нагрівальний елемент може передавати тепло у навколишнє повітря, що надходить ззовні та просмоктується через електронагрівну систему утворення аерозолі при її використанні, яке, в свою чергу, шляхом конвекції нагріває аерозолетвірний субстрат. Навколишнє повітря може бути нагріте перед проходженням через аерозолетвірний субстрат. В альтернативному варіанті, якщо аерозолетвірний субстрат є рідким субстратом, навколишнє повітря може спочатку бути просмоктане через субстрат і потім піддане нагріванню.

Аерозолетвірний субстрат може бути твердим аерозолетвірним субстратом. Аерозолетвірний субстрат за варіантом, якому віддається перевага, включає в себе тютюнвмісну речовину, яка містить леткі ароматичні речовини тютюну, які вивільняються із субстрату при нагріванні. Аерозолетвірний субстрат може включати в себе речовину нетютюнового походження. Аерозолетвірний субстрат може включати в себе тютюнвмісну речовину та речовину, яка не містить тютюну. За варіантом, якому віддається перевага, аерозолетвірний субстрат також включає в себе аерозолеутворювач. Прикладами прийнятних аерозолеутворювачів є гліцерин та пропіленгліколь.

Альтернативно аерозолетвірний субстрат може бути рідким аерозолетвірним субстратом. В одному з варіантів здійснення цього винаходу електронагрівна система утворення аерозолі також включає в себе вмістище для рідини. За варіантом, якому віддається перевага, рідкий аерозолетвірний субстрат зберігається в цьому вмістищі для рідини. В одному з варіантів здійснення цього винаходу електронагрівна система утворення аерозолі також включає в себе капілярний ґніт у сполученні з вмістищем для рідини. Капілярний ґніт для утримування рідини також може бути передбачений без вмістища для рідини. У цьому варіанті здійснення капілярний ґніт може бути заздалегідь насичений рідиною.

За варіантом, якому віддається перевага, капілярний ґніт розташований так, щоб контактувати з рідиною у вмістищі для рідини. У цьому випадку при використанні рідина переноситься з вмістища для рідини у напрямку щонайменше одного електричного нагрівального елемента під дією капілярних сил у капілярному ґніті. В одному з варіантів здійснення цього винаходу капілярний ґніт має перший кінець та другий кінець, перший кінець простягається у вмістище для рідини для контактування у ньому з рідиною, а щонайменше один електричний нагрівальний елемент призначений для нагрівання рідини на другому кінці. Коли

нагрівальний елемент увімкнений, рідина на другому кінці капілярного ґнота випаровується нагрівачем для утворення перенасиченої пари. Перенасичена пара переміщується з повітрям та переноситься повітряним потоком. Під час руху потоку повітря пара конденсується у формі аерозолі, й аерозоль спрямовується у ротову порожнину споживача. Нагрівальний елемент у поєднанні з капілярним ґнотом може забезпечити високу швидкість, оскільки це розташування може забезпечити велику площу контакту поверхні рідини з нагрівальним елементом. Тому регулювання нагрівального елемента за цим винаходом може залежати від розташування капілярного ґнота.

Рідкий субстрат може бути абсорбований у матеріал пористого носія, який може бути виготовлений з будь-якого прийнятного відрізка шланга або стрижня з абсорбувальної речовини, наприклад, спінених матеріалів із металічними властивостями або пластмас, поліпропілену, териліну, нейлонових волокон або кераміки. Рідкий субстрат може утримуватися в цьому матеріалі пористого носія перед використанням електронагрівної системи утворення аерозолі, або альтернативно матеріал рідкого субстрату може вивільнятися у матеріал пористого носія при використанні або безпосередньо перед ним. Наприклад, рідкий субстрат може бути наданий у капсулі. Оболонка капсули за варіантом, якому віддається перевага, розплавлюється при нагріванні та вивільнює рідкий субстрат у матеріал пористого носія. Факультативно капсула може вміщувати твердий субстрат у поєднанні з рідким субстратом.

Якщо аерозолетвірний субстрат є рідким субстратом, слід враховувати, що рідина має фізичні властивості, наприклад, температуру кипіння, придатні для її використання в системі утворення аерозолі: якщо температура кипіння є занадто високою, згаданий щонайменше один електричний нагрівальний елемент буде неспроможний випаровувати рідину у капілярному ґноті, але, якщо температура кипіння є занадто низькою, можливе випаровування рідини навіть без активування щонайменше одного електричного нагрівального елемента. Регулювання цього щонайменше одного електричного нагрівального елемента може залежати від фізичних властивостей рідкого субстрату. За варіантом, якому віддається перевага, рідина включає в себе тютюновмісні матеріали, які містять леткі ароматичні і смакові речовини тютюну, які вивільняються зі згаданої рідини при нагріванні. Як альтернативний варіант або на додаток до цього, рідина може включати в себе речовини нетютюнового походження. Рідина може включати в себе воду, розчинники, етанол, екстракти рослин, а також ароматичні і смакові речовини природного і штучного походження. За варіантом, якому віддається перевага, рідина також включає в себе аерозолеутворювачі. Прикладами прийнятних аерозолеутворювачів є гліцерин та пропіленгліколь.

Перевага впровадження вмістища для рідини полягає у можливості підтримання високого рівня гігієни. Використання капілярного ґнота, який простягається між рідиною та електричним нагрівальним елементом, дозволяє одержати відносно просту конструкцію системи. Рідина має фізичні властивості, в тому числі в'язкість та поверхневий натяг, які дозволяють перенесення рідини через капілярний ґніт під дією капілярних сил. Вмістище для рідини за варіантом, якому віддається перевага, є контейнером. Вмістище для рідини може бути непридатним для повторного заповнення. Таким чином, коли рідина у вмістищі для рідини використана, систему утворення аерозолі замінюють. В альтернативному варіанті вмістище для рідини може бути придатним для повторного заповнення. В цьому випадку система утворення аерозолі може бути замінена після певної кількості повторних заповнень вмістища для рідини. За варіантом, якому віддається перевага, вмістище для рідини розраховано на зберігання рідини для заздалегідь встановленої кількості затягувань.

Капілярний ґніт може мати волокнисту або губчасту структуру. За варіантом, якому віддається перевага, капілярний ґніт включає в себе пучок капілярів. Наприклад, капілярний ґніт може включати в себе множину волокон або ниток, або інших трубок з невеликим діаметром отвору. Волокна або нитки можуть бути в цілому вирівняні у поздовжньому напрямку системи утворення аерозолі. У альтернативному варіанті капілярний ґніт може включати в себе губкоподібний або піноподібний матеріал у формі стрижня. Стрижень може простягатись у поздовжньому напрямку системи утворення аерозолі. Структура ґнота утворює множину невеликих отворів або трубок, крізь які рідина може бути переміщена до електричного нагрівального елемента під дією капілярних сил. Капілярний ґніт може включати в себе будь-який прийнятний матеріал або комбінацію матеріалів. Прикладами прийнятних матеріалів є матеріали на основі кераміки або графіту у вигляді волокон або спечених порошків. Капілярний ґніт може мати будь-яку прийнятну капілярність та пористість, щоб бути придатним до використання із рідинами, які мають різні фізичні властивості, такі як густина, в'язкість, поверхневий натяг та тиск пари. Капілярні властивості ґнота у поєднанні з властивостями

рідини забезпечують постійну вологість ґнота в зоні нагріву. Якщо ґніт сухий, це може призвести до перегріву, що може спричинити термічне розкладання рідини.

Аерозолетвірний субстрат альтернативно може бути субстратом іншого виду, наприклад, газоподібним субстратом, або будь-якою комбінацією субстратів різних типів. При функціонуванні системи субстрат може бути розміщений повністю всередині електронагрівної системи утворення аерозолі. В цьому випадку споживач може виконувати затягування з мундштука електронагрівної системи утворення аерозолі. В альтернативному варіанті субстрат може бути розміщений частково всередині електронагрівної системи утворення аерозолі. В цьому випадку субстрат може утворювати частину окремого виробу, а споживач може виконувати затягування безпосередньо з цього окремого виробу.

За варіантом, якому віддається перевага, електронагрівна система утворення аерозолі є електронагрівною курильною системою.

Електронагрівна система утворення аерозолі може включати в себе камеру утворення аерозолі, в якій аерозоль утворюється з перенасиченої пари, після чого цей аерозоль спрямовується у ротову порожнину споживача. Вхідний отвір для повітря, вихідний отвір для повітря та згадана камера за варіантом, якому віддається перевага, розташовані так, щоб визначати маршрут повітряного потоку від вхідного отвору для повітря до вихідного отвору для повітря через камеру утворення аерозолі, щоб переносити аерозоль до вихідного отвору для повітря та у ротову порожнину споживача. На стінках камери утворення аерозолі може утворюватися конденсат. Кількість конденсату може залежати від режиму нагрівання, особливо наприкінці затягування.

За варіантом, якому віддається перевага, система утворення аерозолі включає в себе корпус. За варіантом, якому віддається перевага, корпус є довгастим. Конструкція корпусу, включно із доступною для утворення конденсату площею поверхні, впливатиме на властивості аерозолі та можливість витікання рідини із системи. Корпус може включати в себе гільзу та мундштук. У цьому випадку всі ці складові частини можуть бути вміщені або у гільзу, або у мундштук. Корпус може включати в себе будь-який прийнятний матеріал або сполучення матеріалів. До прикладів прийнятних матеріалів належать метали, сплави, пластмаси або композиційні матеріали, які містять один або більшу кількість зазначених матеріалів, або ж термопластичні матеріали, прийнятні для харчового або медичного застосування, наприклад, поліпропілен, поліефірефіркетон (PEEK) та поліетилен. За варіантом, якому віддається перевага, матеріал є легким і некрихким. Матеріал корпусу може впливати на кількість конденсату, що утворюється на поверхні корпусу, що, у свою чергу, впливатиме на витікання рідини із системи.

За варіантом, якому віддається перевага, система утворення аерозолі є портативною. Система утворення аерозолі може бути курильною системою й може мати розмір, який є порівнянним із розміром традиційної сигари або сигарети. Курильна система може мати загальну довжину від приблизно 30 мм до приблизно 150 мм. Курильна система може мати зовнішній діаметр від приблизно 5 мм до приблизно 30 мм.

Особливості, наведені в описі одного з аспектів цього винаходу, можуть бути застосовними до іншого аспекту цього винаходу.

Спосіб і електронагрівна система утворення аерозолі за цим винаходом надають численні переваги. Режим нагрівання можна регулювати з урахуванням режиму затягування, що надає споживачу покращені враження. Режим нагрівання також може створювати бажані властивості аерозолі, наприклад, концентрацію аерозолі або розмір частинок аерозолі. Режим нагрівання може також впливати на утворення конденсату аерозолі, яке, в свою чергу, може вплинути на витікання рідини із системи. Може бути оптимізоване енергоспоживання, щоб забезпечити прийнятний режим нагрівання без зайвих втрат енергії.

Нижче цей винахід буде описаний тільки у вигляді прикладу, із посиланнями на прикладені фігури, на яких:

Фіг. 1 - один з прикладів електронагрівної системи утворення аерозолі;

Фіг. 2 - перший варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі;

Фіг. 3 - другий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі;

Фіг. 4 - третій варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі;

Фіг. 5 - четвертий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі;

Фіг. 6 - п'ятий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі; та

на Фіг. 7-8 показано, як потужність нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі можна регулювати за допомогою імпульсного сигналу струму.

На Фіг. 1 зображений один із прикладів електронагрівної системи утворення аерозолі. На Фіг. 1 система є курильною системою, яка включає в себе вмістище для рідини. Курильна система 100 з Фіг. 1 включає в себе корпус 101, який має перший кінець, який є мундштучним кінцем 103, та другий кінець, який є корпусним кінцем 105. На корпусному кінці розміщена система електроживлення у вигляді батареї 107, електрична схема у вигляді апаратної схеми 109 та система 111 виявлення затягувань. На мундштучному кінці розміщене вмістище для рідини у вигляді картриджа 113, який вміщує рідину 115, капілярний гніт 117 та нагрівач 119, який включає в себе щонайменше один нагрівальний елемент. Треба зазначити, що нагрівач лише схематично зображений на Фіг. 1. Один кінець капілярного гніта 117 простягається в картридж 113, а другий кінець капілярного гніта 117 оточений нагрівачем 119. Нагрівач приєднаний до електричної схеми контактами 121.

Корпус 101 також включає в себе вхідний отвір 123 для повітря, вихідний отвір 125 для повітря на мундштучному кінці та камеру 127 утворення аерозолі.

Під час використання система функціонує як описано нижче. Рідина 115 переміщується або переноситься дією капілярних сил із картриджа 113, а саме з кінця капілярного гніта 117, який простягається у картридж, до іншого кінця капілярного гніта 117, який оточений нагрівачем 119. Коли споживач втягує в себе повітря з пристрою крізь вихідний отвір 125 для повітря, навколишнє повітря втягується ззовні крізь вхідний отвір 123 для повітря. У варіанті конструкції, зображеному на Фіг. 1, система 111 виявлення затягувань виявляє затягування і вмикає нагрівач 119. Батарея 107 подає імпульс енергії для нагрівача 119 для нагрівання кінця гніта 117, оточеного нагрівачем. Рідина на цьому кінці гніта 117 випаровується нагрівачем 119 із утворенням перенасиченої пари. Водночас із цим випарена рідина заміщується новою рідиною, яка пересувається вздовж гніта 117 під дією капілярних сил. (Це явище інколи називають "підкачуванням"). Перенасичена пара, що утворюється, захоплюється повітрям, яке надходить крізь вхідний отвір 123 для повітря, і змішується із цим повітрям. У камері 127 утворення аерозолі відбувається конденсація пари з утворенням вдихуваного аерозолі, який надходить крізь вихідний отвір 125 у ротову порожнину споживача.

Капілярний гніт може бути виготовлений з різноманітних матеріалів із пористою або капілярною структурою, і за варіантом, якому віддається перевага, має відомий, заздалегідь визначений, рівень капілярності. Прикладами таких матеріалів є матеріали на основі кераміки або графіту у формі волокнин або спечених порошків. Можуть використовуватись капілярні гніти різної пористості, якщо цього потребуватимуть різні фізичні властивості рідини, такі як густина, в'язкість, поверхневий натяг, тиск пари тощо. Гніт має забезпечувати надходження потрібної кількості рідини до нагрівального елемента. Гніт і нагрівальний елемент мають забезпечувати перенесення до споживача потрібної кількості аерозолі.

У варіанті здійснення цього винаходу, зображеному на Фіг. 1, апаратна схема 109 і система 111 виявлення затягувань за варіантом, якому віддається перевага, є програмовними. Апаратна схема 109 і система 111 виявлення затягувань можуть бути використані як засоби керування функціонуванням курильної системи. Це полегшує регулювання розміру частинок аерозолі.

На Фіг. 1 зображений один із прикладів виконання електронагрівної системи утворення аерозолі, який можна використовувати за цим винаходом. Однак, багато інших прикладів так само застосовні в контексті цього винаходу. Згадана електронагрівна система утворення аерозолі просто має включати в себе або вміщувати аерозолетвірний субстрат, який може нагріватись щонайменше одним електричним нагрівальним елементом, який живиться від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми. Наприклад, система не обов'язково має бути курильною системою. Наприклад, аерозолетвірний субстрат може бути твердим субстратом, а не рідким субстратом. Альтернативно аерозолетвірний субстрат може бути субстратом іншого виду, таким як газоподібний субстрат. Нагрівальний елемент може приймати будь-яку прийнятну форму. Існує можливість зміни форми і розміру корпусу в цілому, та корпус може включати в себе рознімні гільзу та мундштук. Проте, звичайно, можливі й інші варіанти.

Як вже зазначалось, за варіантом, якому віддається перевага, електрична схема, яка включає в себе апаратну схему 109 та систему 111 виявлення затягувань, є програмовною і призначеною для регулювання подавання потужності до нагрівального елемента. Це, в свою чергу, впливає на режим нагрівання, який впливатиме на властивості аерозолі. Термін "режим нагрівання" означає графічне зображення потужності, яка подається протягом часу затягування

до нагрівального елемента (або іншої подібної вимірюваної величини, наприклад, створеного нагрівальним елементом тепла). В альтернативному варіанті апаратна схема 109 та система 111 виявлення затягувань можуть являти собою апаратні схеми, призначені для регулювання подавання потужності до нагрівального елемента. Знову ж таки, це впливатиме на режим нагрівання, який впливатиме на розмір частинок в аерозолі. На Фіг. 2-7 ілюстровані різноманітні способи регулювання потужності, яка подається до нагрівального елемента.

Фіг. 2 ілюструє перший варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі за цим винаходом.

Фіг. 2 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані швидкість 201 повітряного потоку та потужність 203 нагрівання, а на горизонтальній вісі показаний час 205. Швидкість 201 повітряного потоку показана суцільною лінією, а потужність 203 нагрівання показана пунктирною лінією. Швидкість повітряного потоку вимірюється в об'ємі за одиницю часу, зазвичай у кубічних сантиметрах на секунду ($\text{см}^3/\text{с}$). Швидкість повітряного потоку вимірюється системою виявлення затягувань, такою як система 111 виявлення затягувань на Фіг. 1. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109 на Фіг. 1. Фіг. 2 ілюструє окреме затягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1.

Як видно на Фіг. 2, у цьому варіанті здійснення винаходу швидкість повітряного потоку для затягування показана як така, що приймає форму нормального розподілу (розподілу Гаусса). Швидкість повітряного потоку починається з нуля, поступово збільшується до максимуму 201_{max} , і потім зменшується назад до нуля. Однак зазвичай швидкість повітряного потоку не матиме характеру точного розподілу Гаусса. Проте в усіх випадках швидкість повітряного потоку протягом затягування буде збільшуватись від нуля до максимуму та зменшуватись від цього максимуму до нуля. Площа під кривою швидкості повітряного потоку являє собою загальний об'єм повітря для цього затягування.

Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 201 повітряного потоку збільшилась до граничного значення 201a в момент 205a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу збільшує потужність 203 нагрівання від нуля до потужності 203a. Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 201 повітряного потоку зменшилась назад до граничного значення 201a в момент 205b часу, електрична схема вимикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу зменшує потужність 203 нагрівання від потужності 203a до нуля. Між моментами 205a та 205b часу, доки система виявлення затягувань визначає, що швидкість повітряного потоку залишається більшою, ніж граничне значення 201a, потужність нагрівання для нагрівального елемента підтримується на значенні 203a потужності. Отже, період нагрівання являє собою проміжок часу 205b-205a.

У варіанті здійснення цього винаходу, ілюстрованому Фіг. 2, граничне значення швидкості повітряного потоку, при якому вмикається нагрівальний елемент, є однаковим із граничним значенням швидкості повітряного потоку, при якому вимикається нагрівальний елемент. Перевага способу регулювання за Фіг. 2 полягає у простоті конструкції. Однак із цим способом регулювання існує ризик перегрівання наприкінці затягування. Існування цього ризику показано на Фіг. 2 в обведеній ділянці 207.

Фіг. 3 ілюструє другий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі за цим винаходом. Спосіб регулювання за Фіг. 3 може у деяких випадках забезпечити удосконалення регулювання у порівнянні зі способом регулювання, ілюстрованим Фіг. 2.

Фіг. 3 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані швидкість 301 повітряного потоку та потужність 303 нагрівання, а на горизонтальній вісі показаний час 305. Швидкість 301 повітряного потоку показана суцільною лінією, а потужність 303 нагрівання показана пунктирною лінією. Як і раніше, швидкість повітряного потоку вимірюється в об'ємі за одиницю часу, зазвичай у кубічних сантиметрах на секунду ($\text{см}^3/\text{с}$). Швидкість повітряного потоку вимірюється системою виявлення затягувань, такою як система 111 виявлення затягувань, на Фіг. 1. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109, на Фіг. 1. Фіг. 3 ілюструє окреме затягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1.

Як і на Фіг. 2, швидкість повітряного потоку для затягування ілюстрована як така, що приймає форму розподілу Гаусса, хоча це не є обов'язковим. Фактично у більшості випадків

крива швидкості повітряного потоку не утворюватиме точного розподілу Гаусса. Швидкість повітряного потоку починається з нуля, поступово збільшується до максимуму 301_{max} , і потім зменшується назад до нуля. Площа під кривою швидкості повітряного потоку являє собою загальний об'єм повітря для цього затягування.

Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 301 повітряного потоку збільшилась до граничного значення 301a в момент 305a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу збільшує потужність 303 нагрівання від нуля до потужності 303a. Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 301 повітряного потоку зменшилась до граничного значення 301b в момент 305b часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу зменшує потужність 303 нагрівання від потужності 303a до нуля. Між моментами 305a та 305b часу потужність нагрівання для нагрівального елемента підтримується на значенні 303a потужності. Отже, період нагрівання являє собою проміжок часу 305b-305a.

У варіанті здійснення цього винаходу за Фіг. 3 граничне значення 301b швидкості повітряного потоку, при якому вимикається нагрівальний елемент, є більшим, ніж граничне значення 301a швидкості повітряного потоку, при якому вмикається нагрівальний елемент. Це означає, що нагрівальний елемент вимикається протягом затягування раніше, ніж у способі регулювання за Фіг. 2. Це забезпечує уникнення можливого перегрівання наприкінці затягування. Слід відмітити зменшену площу обмеженої ділянки 307 на Фіг. 3 у порівнянні з обмеженою ділянкою 207 на Фіг. 2. Вимикання нагрівального елемента протягом затягування раніше означає, що під час охолодження нагрівального елемента надходить більша кількість повітря. Це може запобігти утворенню занадто великої кількості конденсату, який утворюється на внутрішній поверхні корпусу. Це, в свою чергу, може зменшити ймовірність витікання рідини.

Фіг. 4 ілюструє третій варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі за цим винаходом, який є подібним до варіанта виконання способу, ілюстрованого Фіг. 3. Спосіб регулювання за Фіг. 4 також може у деяких випадках забезпечити удосконалення регулювання у порівнянні зі способом регулювання, ілюстрованим Фіг. 2.

Фіг. 4 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані швидкість 401 повітряного потоку та потужність 403 нагрівання, а на горизонтальній вісі показаний час 405. Швидкість 401 повітряного потоку показана суцільною лінією, а потужність 403 нагрівання показана пунктирною лінією. Як і раніше, швидкість повітряного потоку вимірюється в об'ємі за одиницю часу, зазвичай у кубічних сантиметрах на секунду (cm^3/s). Швидкість повітряного потоку вимірюється системою виявлення затягувань, такою як система 111 виявлення затягувань на Фіг. 1. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109, на Фіг. 1. Фіг. 4 ілюструє окреме затягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1.

Як і на Фіг. 2 та Фіг. 3, швидкість повітряного потоку для затягування приймає форму розподілу Гаусса, хоча це не є обов'язковим. Швидкість повітряного потоку починається з нуля, поступово збільшується до максимуму 401_{max} , і потім зменшується назад до нуля. Площа під кривою швидкості повітряного потоку являє собою загальний об'єм повітря для цього затягування.

Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 401 повітряного потоку збільшилась до граничного значення 401a в момент 405a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу збільшує потужність 403 нагрівання від нуля до потужності 403a. Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 401 повітряного потоку зменшилась до граничного значення 401b в момент 405b часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу зменшує потужність 403 нагрівання від потужності 403a до нуля. Відмінність між Фіг. 3 та Фіг. 4 полягає у тому, що на Фіг. 4 граничне значення 401b, при якому вимикається нагрівальний елемент, співвідноситься із максимальним значенням 401_{max} швидкості повітряного потоку. У цьому випадку граничне значення 401b швидкості повітряного потоку являє собою $1/2$ від максимального значення 401_{max} швидкості повітряного потоку, хоча граничне значення 401b швидкості повітряного потоку могло б мати будь-яке прийнятне співвідношення із максимальним значенням 401_{max} швидкості повітряного потоку. Це співвідношення може залежати від форми кривої швидкості повітряного потоку. Між моментами 405a та 405b часу потужність нагрівання для нагрівального елемента підтримується на значенні 403a потужності. Отже, період нагрівання являє собою проміжок часу 405b-405a.

У варіанті виконання за Фіг. 4, оскільки граничне значення швидкості повітряного потоку, при якому вимикається нагрівальний елемент, співвідноситься із максимальним значенням швидкості повітряного потоку, це граничне значення швидкості повітряного потоку, при якому вимикається нагрівальний елемент, може бути більш відповідним до режиму затягування.

5 Шляхом встановлення належного співвідношення між цим граничним значенням і максимальним значенням швидкості повітряного потоку нагрів можна підтримувати протягом належного періоду нагрівання, і при цьому уникати перегріву наприкінці затягування. Слід відмітити зменшену площу обведеної ділянки 407 на Фіг. 4 у порівнянні з обведеною ділянкою 207 на Фіг. 2, і навіть із обведеною ділянкою 307 на Фіг. 3. Вимикання нагрівального елемента

10 раніше протягом згаданого затягування означає, що під час охолодження нагрівального елемента надходить більша кількість повітря. Це може запобігти утворенню занадто великої кількості конденсату, який утворюється на внутрішній поверхні корпусу. Це, в свою чергу, може зменшити ймовірність витікання рідини.

Фіг. 5 ілюструє четвертий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі за цим винаходом, який є подібним до варіанта виконання способу, ілюстрованого Фіг. 3 та Фіг. 4. Спосіб регулювання за Фіг. 5 також може у деяких випадках забезпечити удосконалення регулювання у порівнянні зі способом регулювання, ілюстрованим Фіг. 2.

Фіг. 5 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані швидкість 501 повітряного потоку та потужність 503 нагрівання, а на горизонтальній вісі показаний час 505. Швидкість 501 повітряного потоку показана суцільною лінією, а потужність 503 нагрівання показана пунктирною лінією. Як і раніше, швидкість повітряного потоку вимірюється в об'ємі за одиницю часу, зазвичай у кубічних сантиметрах на секунду ($\text{см}^3/\text{с}$). Швидкість повітряного потоку вимірюється системою виявлення затягувань, такою як система 111 виявлення затягувань на

20 Фіг. 1. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109 на Фіг. 1. Фіг. 5 ілюструє окреме затягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1.

Як і на Фіг. 2-4, швидкість повітряного потоку для затягування показана як така, що приймає форму розподілу Гаусса (нормального розподілу). Однак це не є обов'язковим. Швидкість повітряного потоку починається з нуля, поступово збільшується до максимуму 501_{max} , і потім зменшується назад до нуля. Площа під кривою швидкості повітряного потоку являє собою загальний об'єм повітря для цього затягування.

35 Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 501 повітряного потоку збільшилась до граничного значення 501a в момент 505a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та відразу збільшує потужність 503 нагрівання від нуля до потужності 503a. Коли система виявлення затягувань визначає, що швидкість 501 повітряного потоку зменшилась до граничного значення 501b в момент 505b часу, електрична

40 схема починає зменшувати потужність зі значення 503a потужності. На відміну від Фіг. 2, Фіг. 3 та Фіг. 4, електрична схема зменшує потужність нагрівання для нагрівального елемента поступово, починаючи від моменту 505b часу і досягаючи в момент 505c часу нульової потужності. Отже, між моментами 505a та 505b часу потужність нагрівання для нагрівального елемента підтримується на значенні 503a потужності. Від моменту 505b часу потужність

45 нагрівання для нагрівального елемента зменшується поступово до тих пір, поки в момент 505c часу потужність нагрівання, яка подається до нагрівального елемента, не стане нульовою. Отже, загальний період нагрівання являє собою проміжок 505c-505a часу, причому потужність зменшується між моментами 505b і 505c часу. Потужність нагрівання може зменшуватись із постійною швидкістю, як показано прямою лінією на Фіг. 5. Альтернативно потужність нагрівання

50 може зменшуватись із непостійною швидкістю. Як вже зазначалось, варіанту виконання, в якому нагрівальний елемент вимикається протягом затягування раніше для зменшення часу, протягом якого нагрівальний елемент здійснює нагрівання, а повітряний потік зменшується, може віддаватися перевага. Отже, нахил кривої зменшення потужності нагрівання можна адаптувати для якомога більшої відповідності з нахилом кривої зменшення швидкості повітряного потоку, й

55 мінімізувати тим самим перегрів. Потужність нагрівання може зменшуватись із постійною швидкістю, і нахил характеристики цього зменшення може бути наближений до кривої режиму повітряного потоку. Альтернативно потужність нагрівання може зменшуватись із непостійною швидкістю, і ця швидкість зменшення може бути приведена у якомога більшу відповідність із кривою режиму повітряного потоку. Ці зближення кривих можуть зменшити кількість

60 утвореного конденсату, а це може зменшити ймовірність витікання рідини.

У варіанті виконання за Фіг. 5, оскільки потужність, яка подається до нагрівального елемента, зменшується поступово замість негайного зменшення до нуля, режим нагрівання може бути найбільш відповідним режиму повітряного потоку, незважаючи на те, що зменшується коефіцієнт використання енергії. Зменшення потужності може бути виконано так, щоб дотримуватись або відповідати нахилу кривої режиму повітряного потоку при його зменшенні, що забезпечує тим самим режим нагрівання, який значною мірою відповідає режиму зятягування.

Фіг. 6 ілюструє п'ятий варіант виконання способу регулювання потужності нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі за цим винаходом.

Фіг. 6 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані швидкість 601 повітряного потоку та потужність 603 нагрівання, а на горизонтальній вісі показаний час 605. Швидкість 601 повітряного потоку показана суцільною лінією, а потужність 603 нагрівання показана пунктирною лінією. Як і раніше, швидкість повітряного потоку вимірюється в об'ємі за одиницю часу, зазвичай у кубічних сантиметрах на секунду (cm^3/s). Швидкість повітряного потоку вимірюється системою виявлення зятягувань, такою як система 111 виявлення зятягувань на Фіг. 1. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109 на Фіг. 1. Фіг. 6 ілюструє окреме зятягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1.

Як і на Фіг. 2, Фіг. 3, Фіг. 4 та Фіг. 5, швидкість повітряного потоку для зятягування показана як така, що приймає форму розподілу Гаусса (нормального розподілу). Однак це не є обов'язковим. Швидкість повітряного потоку починається з нуля, поступово збільшується до максимуму 601_{max}, і потім зменшується назад до нуля. Площа під кривою швидкості повітряного потоку являє собою загальний об'єм повітря для цього зятягування.

Коли система виявлення зятягувань визначає, що швидкість 601 повітряного потоку збільшилась до граничного значення 601a в момент 605a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та збільшує потужність 603 нагрівання. У способі регулювання за Фіг. 6 потужність нагрівання збільшується на початку зятягування в момент 605a часу до потужності 603a. Потім, у наступний момент 605b часу, потужність нагрівання зменшується до потужності 603b, значення якої є меншим, ніж значення 603a потужності. Період часу між моментами 605a та 605b часу залежатиме від конструкції нагрівального елемента й, отже, від швидкості нагрівання цього нагрівального елемента в результаті споживання енергії. Після цього потужність нагрівання підтримується на рівні 603b нагрівання. Коли система виявлення зятягувань визначає, що швидкість 601 повітряного потоку зменшилась до граничного значення 601b потужності в момент 605c часу, електрична схема вимикає нагрівальний елемент і зменшує потужність нагрівання від потужності 603b до нуля. Отже, період нагрівання являє собою проміжок 605c-605a часу, протягом якого початкова потужність між моментами 605a та 605b часу має значення 603a потужності, а наступна потужність для основної тривалості повітряного потоку між моментами 605b і 605c має значення 603b потужності, яке є меншим, ніж потужність 603a.

Отже, у варіанті виконання за Фіг. 6 на початку зятягування має місце перегрів. В результаті цього утворення аерозолі починається раніше, що може забезпечити для споживача кращу здатність системи до реагування, тобто менший проміжок часу до першого зятягування. Також це дозволяє уникнути утворення дуже великих частинок аерозолі або дуже високої концентрації аерозолі на початку зятягування.

Були описані, із посиланнями на Фіг. 2-6, різні варіанти здійснення цього винаходу. Однак фахівцю в цій галузі зрозуміло, що будь-які особливості цих варіантів здійснення можна комбінувати. Наприклад, показану на Фіг. 2 схему вибору граничних значень можна комбінувати із показаним на Фіг. 5 поступовим зменшенням потужності та, на додаток або альтернативно, із показаним на Фіг. 6 перегрівом на початку зятягування. Аналогічно, дві схеми вибору граничних значень за Фіг. 3 або за Фіг. 4 можна комбінувати із показаним на Фіг. 5 повільним зменшенням потужності та, на додаток або альтернативно, із показаним на Фіг. 6 перегрівом на початку зятягування.

Конкретний режим нагрівання може залежати від режиму зятягування для конкретного споживача. Електрична схема, яка регулює подавання потужності до нагрівального елемента, може бути програмовною. Електрична схема може бути призначена для програмування споживачем, так що споживач може вибрати бажаний режим нагрівання в залежності від характеристик аерозолі, яким він віддає перевагу. Електрична схема може бути саморегулювальною та мати можливість автоматично пристосовувати режим нагрівання до

конкретного режиму повітряного потоку, наприклад, окремо для кожного наступного зтягування.

На Фіг. 7 показано, як потужність нагрівання для нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі можна регулювати за допомогою імпульсного сигналу струму.

5 Фіг. 7 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показані потужність 703 нагрівання та сила 707 струму, а на горизонтальній вісі показаний час 705. На Фіг. 7 потужність 703 нагрівання показана пунктирною лінією, а сила 707 струму показана суцільною лінією. Потужність нагрівання, яка вимірюється у ватах (Вт), являє собою потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109 на Фіг. 1. Сила струму являє собою струм, що вимірюється в амперах (А), який проходить крізь нагрівальний елемент під керуванням електричної схеми, такої як апаратна схема 109 на Фіг. 1. Фіг. 7 ілюструє окреме зтягування, виконане споживачем із електронагрівної системи утворення аерозолі, такої як система, яка зображена на Фіг. 1. Однак слід зазначити, що на Фіг. 7 не показана швидкість повітряного потоку.

15 Показаний на Фіг. 7 режим нагрівання включає перегрів на початку зтягування, аналогічно показаному на Фіг. 6. Перегрів відбувається між моментами 705a та 705b часу. Також цей режим включає поступове зменшення потужності наприкінці зтягування, аналогічно показаному на Фіг. 5. Це поступове зменшення відбувається між моментами 705c та 705d часу. Між моментами 705b та 705c часу потужність підтримується на по суті постійному рівні. Однак показане на Фіг. 7 регулювання можна використовувати для надання будь-якого прийнятного режиму нагрівання.

20 Як видно на Фіг. 7, коли система виявлення зтягувань визначає, що швидкість повітряного потоку (не показана) збільшилась до першого граничного значення в момент 705a часу, електрична схема вмикає електроживлення на нагрівальному елементі та збільшує потужність 703 нагрівання. Потужність 703 нагрівання збільшується до потужності 703a. Електрична схема досягає цього шляхом пропускання імпульсного сигналу струму крізь нагрівальний елемент. На Фіг. 7 кожний імпульс має максимальне значення 707a струму, а частота імпульсів струму між моментами 705a та 705b часу дорівнює значенню 709a.

В момент 705b часу електрична схема зменшує потужність нагрівання до потужності 703b, і від цього моменту часу потужність нагрівання підтримується на значенні 703b потужності. Електрична схема досягає цього шляхом пропускання імпульсного сигналу струму через нагрівальний елемент. На Фіг. 7 кожний імпульс має максимальне значення 707a струму, а частота імпульсів струму між моментами 705b та 705c часу дорівнює значенню 709b, ця частота є меншою, ніж частота 709a.

35 Коли система виявлення зтягувань визначає, що швидкість повітряного потоку (не показана) зменшилась до другого граничного значення (яке може дорівнювати згаданому першому граничному значенню або бути більше нього) в момент 705b часу, електрична схема поступово зменшує потужність 703 нагрівання. Потужність 703 нагрівання зменшується поступово від потужності 703b в момент 705c часу до нуля в момент 705d часу. Електрична схема досягає цього шляхом пропускання імпульсного сигналу струму через нагрівальний елемент. На Фіг. 7 кожний імпульс має максимальне значення 707a струму, а частота імпульсів струму між моментами 705c та 705d часу дорівнює значенню 709c, ця частота є меншою, ніж частоти 709a та 709b.

Отже, електрична схема регулює потужність, яка подається до нагрівального елемента від джерела електроживлення, шляхом пропускання імпульсного сигналу струму через нагрівальний елемент. На Фіг. 8 додатково показано, як потужність нагрівання для нагрівального елемента можна регулювати за допомогою імпульсного сигналу струму. Фіг. 8 являє собою графік, на якому на вертикальній вісі показана сила 707 струму, а на горизонтальній вісі показаний час 705. На Фіг. 8 більш детально показані два імпульси струму.

На Фіг. 8 час, протягом якого присутній сигнал струму, дорівнює значенню a. Час, протягом якого відсутній сигнал струму, дорівнює значенню b. Період імпульсного сигналу струму являє собою значення T, яке дорівнює значенню $1/f$, де f є частотою імпульсного сигналу струму. Коефіцієнт заповнення (у відсотках) імпульсного сигналу струму дорівнює значенню $(a/b) \times 100$.

Потужність, яка подається до нагрівального елемента, можна регулювати збільшенням або зменшенням частоти при зафіксованому коефіцієнті заповнення. В цьому випадку співвідношення $a:b$ залишається постійним, але поточні значення a та b можуть змінюватись. Наприклад, a та b можуть залишатися рівними між собою (коефіцієнт заповнення дорівнює 50 %), а значення $(a+b)$, й, отже, частота, змінюються.

Альтернативно потужність, яка подається до нагрівального елемента, можна регулювати змінюванням коефіцієнта заповнення при зафіксованій частоті. В цьому випадку співвідношення $a:b$ змінюється, а значення $(a+b)$, й, отже, частота, залишаються зафіксованими.

Альтернативно можна змінювати коефіцієнт заповнення і частоту водночас, хоча такий варіант може бути більш складним для здійснення. На Фіг. 7, хоча і досить схематично, показано змінювання як коефіцієнта заповнення, так і частоти. На Фіг. 7 між моментами 705a та 705b часу частота дорівнює значенню 709a. Можна бачити, що коефіцієнт заповнення дорівнює приблизно 95 %. Між моментами 705b та 705c часу частота дорівнює значенню 709b, яке є меншим, ніж частота 709a. Крім того, можна бачити, що коефіцієнт заповнення дорівнює приблизно 50 %. Між моментами 705c та 705d часу частота дорівнює значенню 709c, яке є меншим, ніж частоти 709a та 709b. Також можна бачити, що коефіцієнт заповнення дорівнює приблизно 33 %.

Отже, на Фіг. 7 та Фіг. 8 показано, що електричною схемою шляхом пропускання крізь нагрівальний елемент імпульсних сигналів струму може бути встановлений будь-який конкретний режим нагрівання. Частота або коефіцієнт заповнення, або частота та коефіцієнт заповнення водночас цих імпульсів будуть відповідати потужності нагрівання, необхідній протягом конкретного періоду часу, незалежно від того, чи потрібно підтримувати постійною, збільшувати або зменшувати цю потужність нагрівання.

Спосіб і електронагрівна система утворення аерозолі за цим винаходом забезпечують численні переваги. Режим нагрівання можна регулювати із урахуванням режиму затягування, забезпечуючи тим самим покращені враження для споживача. Режим нагрівання може також створювати бажані властивості аерозолі. Режим нагрівання може також впливати на утворення конденсату аерозолі, яке, в свою чергу, може вплинути на витікання рідини. Може бути оптимізоване енергоспоживання, щоб забезпечити прийнятний режим нагрівання без зайвих втрат енергії.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб регулювання щонайменше одного електричного нагрівального елемента електронагрівної системи утворення аерозолі для нагрівання аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе датчик для виявлення повітряного потоку, що є ознакою виконання споживачем затягування, яке характеризується тривалістю повітряного потоку, причому даний спосіб включає такі операції:

збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 при виявленні датчиком збільшення швидкості повітряного потоку до певної першої граничної величини;

підтримування потужності нагрівання на рівні p_1 впродовж принаймні частки згаданої тривалості повітряного потоку; та

зменшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від рівня p_1 до нуля при виявленні датчиком зменшення швидкості повітряного потоку до певної другої граничної величини, при цьому перша гранична величина швидкості повітряного потоку є меншою, ніж друга гранична величина швидкості повітряного потоку.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що операція збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 включає по суті миттєве збільшення потужності нагрівання від нуля до потужності p_1 .

3. Спосіб за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що операція зменшення потужності нагрівання для щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля включає по суті миттєве зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля.

4. Спосіб за будь-яким із пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що операція зменшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до нуля включає поступове зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля.

5. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який додатково включає, після операції збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 , операцію збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до потужності p_2 , яка є більшою, ніж потужність p_1 .

6. Спосіб за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що операція підтримування потужності нагрівання на значенні p_1 впродовж принаймні частки згаданої тривалості повітряного потоку включає подавання імпульсів електричного струму до згаданого щонайменше одного нагрівального елемента з першою частотою f_1 та з першим коефіцієнтом заповнення.

7. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що операція поступового зменшення потужності нагрівання від потужності p_1 до нуля включає подавання імпульсів електричного струму до

згаданого щонайменше одного нагрівального елемента з другою частотою f_2 та з другим коефіцієнтом заповнення.

8. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що операція збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від потужності p_1 до потужності p_2 , яка є більшою, ніж потужність p_1 , включає подавання імпульсів електричного струму до згаданого щонайменше одного нагрівального елемента з третьою частотою f_3 та з третім коефіцієнтом заповнення.

9. Електронагрівна система утворення аерозолю для нагрівання аерозолетвірного субстрату, яка включає в себе:

щонайменше один електричний нагрівальний елемент для нагрівання аерозолетвірного субстрату з метою утворення аерозолю;

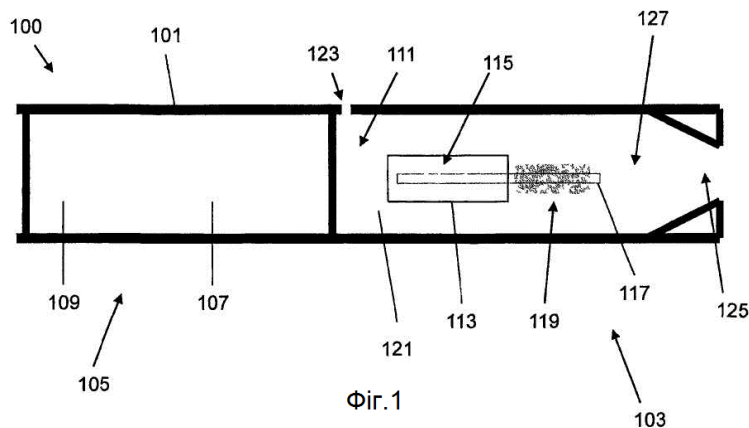
джерело електроживлення для подавання потужності до згаданого щонайменше одного електричного нагрівального елемента; та

електричні схеми для регулювання подавання потужності від джерела електроживлення до згаданого щонайменше одного електричного нагрівального елемента, які включають в себе датчик для виявлення повітряного потоку, що є ознакою виконання споживачем затягування, яке характеризується певною тривалістю повітряного потоку;

причому згадані електричні схеми виконані з можливістю збільшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від нуля до потужності p_1 при виявленні датчиком збільшення швидкості повітряного потоку до певної першої граничної величини; підтримування потужності нагрівання на рівні p_1 впродовж принаймні частки згаданої тривалості повітряного потоку; та зменшення потужності нагрівання для згаданого щонайменше одного нагрівального елемента від рівня p_1 до нуля при виявленні датчиком зменшення швидкості повітряного потоку до певної другої граничної величини, при цьому перша гранична величина швидкості повітряного потоку є меншою, ніж друга гранична величина швидкості повітряного потоку.

10. Електронагрівна система утворення аерозолю за п. 9, яка **відрізняється** тим, що аерозолетвірний субстрат є рідким субстратом, та тим, що вона додатково включає в себе капілярний гніт для переміщення рідкого субстрату до згаданого щонайменше одного електричного нагрівального елемента.

11. Машинозчитуваний носій даних із розміщеною на ньому комп'ютерною програмою, яка при її виконанні програмовними електричними схемами для електронагрівної системи утворення аерозолю спричинює виконання цими програмовними електричними схемами способу за будь-яким із пп. 1-8.



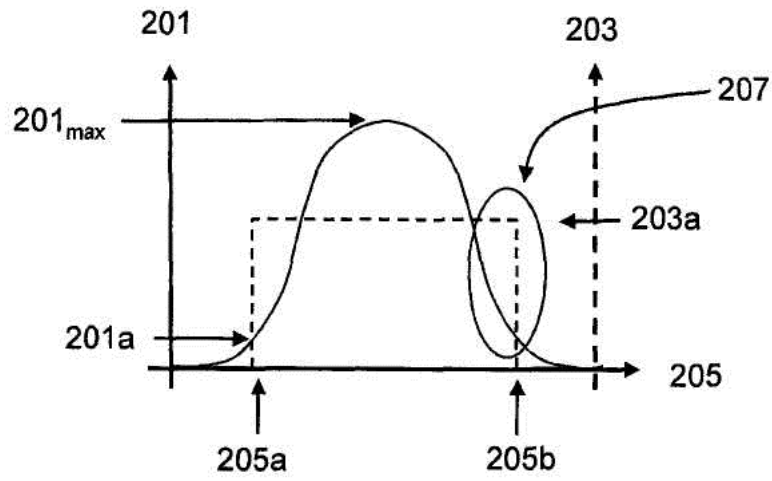


Fig. 2

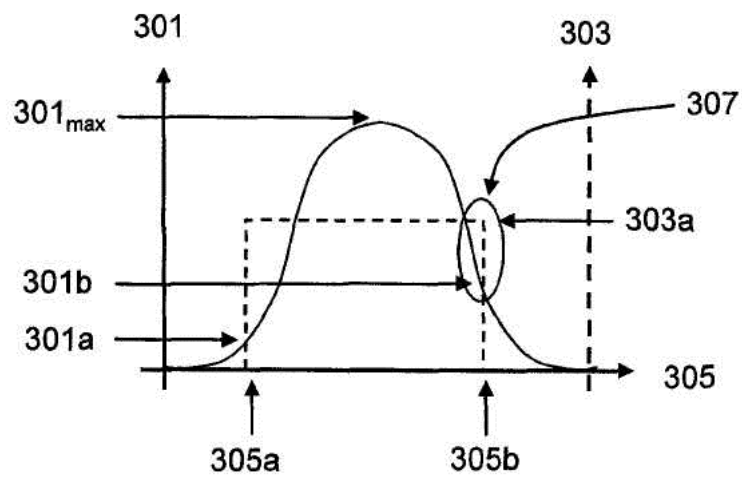


Fig. 3

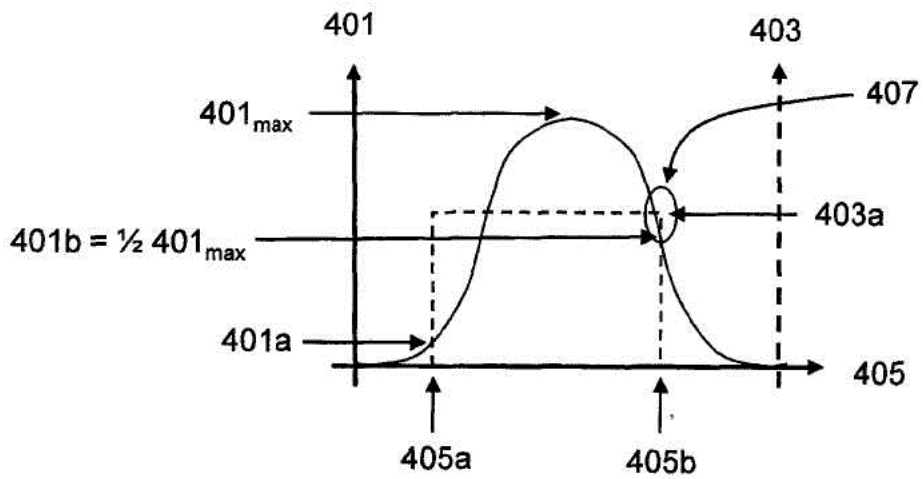
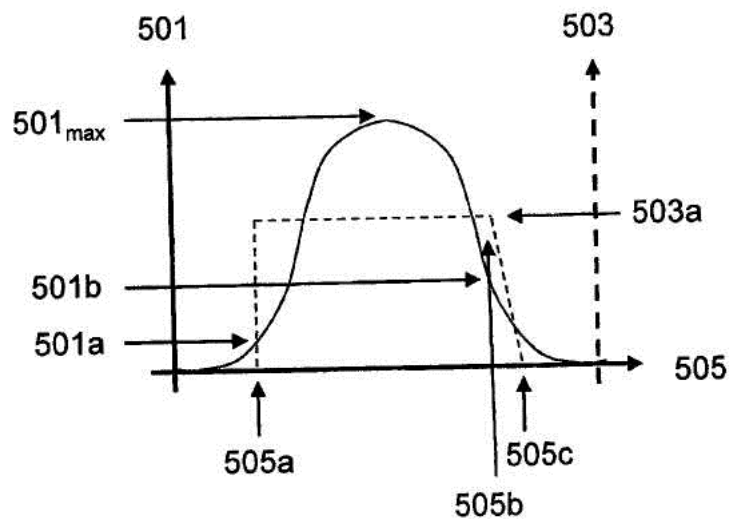
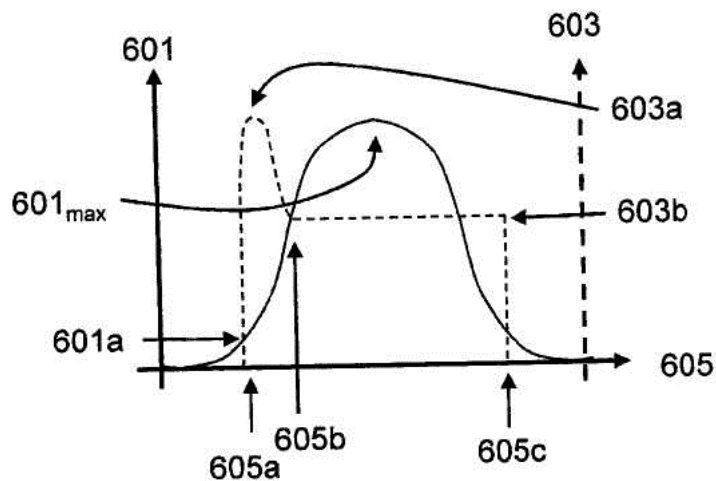


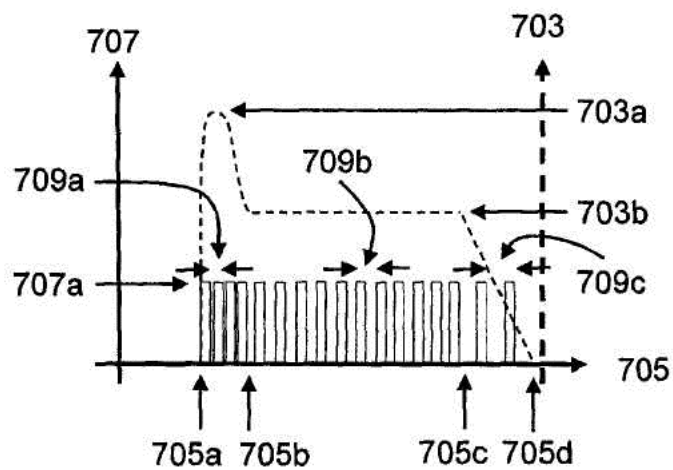
Fig. 4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

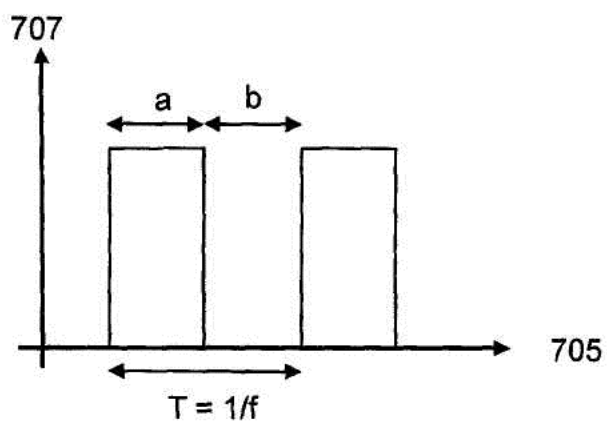


Fig.8

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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

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