



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71065 (13) C2
(51) 7 A61M5/30МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ШПРИЦ ДЛЯ ІН'ЕКЦІЙ

1

(21) 2002108297
(22) 27.03.2001
(24) 15.11.2004
(86) PCT/FR01/00921, 27.03.2001
(31) 00/05,031
(32) 19.04.2000
(33) FR
(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.
(72) Александр Патрік, FR, Коньо Патрік, FR, Ля-форг Жоель, FR, Ролле Дені, FR
(73) КРОСЖЕКТ, FR
(56) WO A 9831409 23.07.98
US A 3802430 09.04.74
US A 4059107 22.11.77
(57) 1. Шприц для ін'єкцій, що містить газовий піротехнічний генератор (2), щонайменше один поршень (3), запас діючої рідини (4) та ежекційний патрубок (5), який відрізняється тим, що газовий піротехнічний генератор (2) містить піротехнічний заряд (6), утворений сумішшю принаймні двох порохів.
2. Шприц за п.1, який відрізняється тим, що піротехнічний заряд (6) утворений сумішшю першого та другого порохів.
3. Шприц за п.2, який відрізняється тим, що перший порох має динамічну швидкість згоряння, більшу за $8 \text{ (МПа}\cdot\text{с)}^{-1}$.
4. Шприц за п.2, який відрізняється тим, що другий порох має динамічну швидкість згоряння, яка менша за $16 \text{ (МПа}\cdot\text{с)}^{-1}$ і систематично менша за динамічну швидкість згоряння першого пороху.
5. Шприц за будь-яким з пп.2, 3 або 4, який відрізняється тим, що принаймні один з двох порохів

2

має за основу нітроцелюлозу, масовий коефіцієнт якої знаходиться в інтервалі між 0,45 та 0,99.
6. Шприц за п.5, який відрізняється тим, що кожний порох, який за основу має нітроцелюлозу, також містить нітрогліцерин.
7. Шприц за будь-яким з пп.2, 3 або 5, який відрізняється тим, що перший порох вибраний серед пористих порохів.
8. Шприц за п.3, який відрізняється тим, що перший порох має товщину вигорання, меншу або рівну 0,5 мм.
9. Шприц за п.3, який відрізняється тим, що перший порох має тривалість горіння, меншу за 6 мс.
10. Шприц за п.4, який відрізняється тим, що другий порох має товщину вигорання, що знаходиться в інтервалі між 0,1 мм та 1 мм.
11. Шприц за п.4, який відрізняється тим, що другий порох має тривалість горіння, яка більша за 4 мс і систематично більша за тривалість горіння першого пороху.
12. Шприц за п.2, який відрізняється тим, що загальна маса двох порохів менша за 100 мг.
13. Шприц за п.3, який відрізняється тим, що відношення маси першого пороху до загальної маси двох порохів більше за 0,1.
14. Шприц за п.4, який відрізняється тим, що функція форми другого пороху є зростаючою або є майже сталою.
15. Шприц за будь-яким із пп.1 або 2, який відрізняється тим, що газовий піротехнічний генератор (2) містить пристрій ініціювання піротехнічного заряду (6), який виконаний з можливістю приведення в дію ударного пристрою та запалу (7).

Представлений винахід стосується попередньо заповнених та придатних до вприскування шприців для ін'єкцій, які функціонують з газовим генератором і використовуються для внутрішньошкірних, підшкірних та внутрішньом'язових ін'єкцій

діючої рідини, що має терапевтичне застосування у людській медицині та ветеринарії.

Для відповідних до винаходу ін'єкційних пристроїв діюча рідина являє собою більш або менш в'язку рідину, або суміш рідин, або гель. Для ін'єк-

(13) C2

(11) 71065

(19) UA

ції діюче начало може бути твердою речовиною, перетвореною на розчин у відповідному розчиннику. Воно також може бути представлене порошкоподібною твердою речовиною, перетвореною на більш або менш концентровану суспензію у відповідній рідині. Для уникнення забивань гранулометрія діючого начала повинна бути сумісною з діаметром каналів.

Відповідні до винаходу шприци без голки мають ту особливість, що вони функціонують з піротехнічним газовим генератором, який містить піротехнічний заряд, утворений сумішшю двох порохів, користь якого полягає у регулюванні тиску діючої рідини на виході патрубка в такий спосіб, щоб кожна фаза ін'єкції здійснювалася за необхідних умов. Виявляється, що в області шприців без голки для ін'єкції діючої рідини жоден патент не розкриває використання піротехнічного газового генератора, який приводить у дію суміш двох порохів. Проте, простий піротехнічний заряд для цього типу шприца вже застосовується і є об'єктом багатьох патентів. В якості прикладу можна привести американський патент №2,322,244, який стосується гіподермічного ін'єктора без голки, що функціонує, починаючи з холостого патрона. Рідина для ін'єкції, яка розміщена в контакт з патроном, видаляється ін'єктором під дією тиску, створеного газами, що виділяються в результаті горіння. Інший патент WO 98/31409 описує гіподермічну ін'єкційну систему, яка містить піротехнічний заряд, утворений вибуховою речовиною або порохом. Особливістю цього ін'єктора є те, що він є спробою вирішення проблем, пов'язаних з кінетичним видаленням діючої рідини, не граючи характеристиками піротехнічної композиції, але представляючи особливу геометричну форму, яка, зокрема, визначає додаткову камеру розширення газів, що надійшли від запалу. Піротехнічний заряд, який знаходиться в безпосередній близькості до діючої рідини, діє на неї безпосередньо та миттєво з наданням їй дуже великої початкової швидкості, тоді як газу заповнюють головну та додаткову камеру. Тоді тиск, прикладений до діючого начала, зменшується до фіксованої, приблизно сталої, величини, достатньої для проникнення діючого начала у шкіру пацієнта. Додаткова камера дозволяє регулювати цей тиск. Накінець, патент US 2,704,542 стосується способу ін'єкції за допомогою струменя рідини. Цей спосіб особливим чином не використовує піротехнічний заряд, але застосовує пристрій, призначений для регулювання профілів тиску. В такому разі, спосіб, застосовуваний для досягнення цієї мети, полягає у ковзанні в два такти поршня з двох частин, утвореного центральним циліндром з меншим перерізом, розміщеним у порожнистому циліндрі. Тиск у верхній частині спочатку спричиняє переміщення з малою амплітудою центрального циліндра для надання рідині, що видаляється, короткого, але дуже сильного імпульсу, а потім конструкція поршня переміщується для продовження видалення згаданої рідини під придатним тиском з метою гарантії гарного проникнення.

Відповідні до винаходу шприци без голки задумувалися для гарантії проникнення крізь шкіру всієї діючої рідини без спричинення її втрат через недостатню швидкість, які можуть негативно по-

значатися на якість ін'єкції. Спосіб, вибраний для досягнення регулювання вираженого функцією від часу тиску рідини на виході патрубка, полягає у використанні піротехнічного заряду, утвореного сумішшю двох порохів, один з яких називають "порох з великою швидкістю горіння", а інший - "порох з малою швидкістю горіння", просторові та хімічні характеристики яких обумовлюються геометричною формою та розмірами шприців, а також ін'єкційною системою, яка містить резервуар для діючої рідини, в разі необхідності - поршень для виштовхування згаданого діючого начала та патрубок, який містить випускні отвори. При згоранні порох з великою швидкістю горіння виконує властиву функцію по суті миттєвого прикладання до діючої рідини тиску, при якому вона миттєво набуває швидкості в багато сотень метрів за секунду, що дозволяє їй проникати крізь шкіру пацієнта під час видалення її з шприца. При одночасному згоранні порох з малою швидкістю горіння дозволяє гарантувати прикладання до діючого начала мінімального тиску протягом всієї тривалості ін'єкції, достатнього для досягнення завдяки дії пороху з великою швидкістю горіння дифузії крізь утворений у шкірі отвір. Поняття "порох з великою швидкістю горіння" та "порох з малою швидкістю горіння" будуть пояснюватися далі.

Також, відповідні до винаходу шприци без голки дозволяють, в цілому зберігаючи свою геометричну форму та зменшені габаритні розміри, забезпечувати придатну та незначну ін'єкцію на противагу до ін'єкційних пристроїв, описаних у рівні техніки, і для яких дослідження оптимізованого профіля тиску проводиться за допомогою модифікації їх конструкції, відображеної доповненням додатковими деталями або додатковими об'ємами, які також збільшують їх габарити і роблять більш складними їх механізм функціонування.

Окрім того, якою б не була конфігурація, що може диктуватися вимогами, пов'язаними з особливістю ін'єкції, завжди можна визначити суміш порохів, придатну для забезпечення задовільної ін'єкції без потреби в жодній модифікації у згаданому шприці. Насправді, діюча рідина може бути присутньою у шприці з лінійною або компактною конструкцією в більш або менш великій кількості у більш або менш в'язкій формі. Суміш пороху буде визначатися з урахуванням усіх вимог.

Відповідні до винаходу шприци без голки забезпечують придатну та незначну ін'єкцію і дозволяють дуже гнучке використання великої різноманітності піротехнічних композицій, які можуть замовлятися для суміші, і які вивільняються із усього додаткового об'єму.

Об'єктом винаходу є шприц без голки, який послідовно містить газовий піротехнічний генератор, щонайменше один поршень, запас діючої рідини та ін'єкційний патрубок, який відрізняється тим, що газовий піротехнічний генератор містить піротехнічний заряд, утворений сумішшю щонайменше двох порохів.

Переважаючий піротехнічний заряд формується із суміші першого пороху та другого пороху.

Порохи характеризуються, з одного боку, їх хімічним складом, а з іншого боку - їх геометричною формою. Хімічний склад включає усі компоненти,

які входять до складу порошу, і яким необхідно присвоїти ваговий коефіцієнт, що відповідає масовій фракції згаданого компонента. Геометрична форма порошу зводиться до геометричної форми кожної зернини, з яких він складається. Зернина визначається своєю формою, своїми розмірами та кількістю наявних отворів, що сприяють визначенню товщини вигорання.

Коли уточнюють, що піротехнічний заряд утворений сумішшю першого та другого порошу - це означає, що два порохи відрізняються один від одного, і що ця відмінність може не вносити жодного зі згаданих раніше параметрів. Інакше кажучи, два порохи можуть, наприклад, мати ту ж саму хімічну композицію, але представляти зерна з трохи відмінною геометричною формою.

Бажано, щоб піротехнічний заряд складався упереміж із суміші двох порохів, тобто, коли два порохи представляються на рівні зерен, що перемішані довільним чином без особливого порядку, при цьому порошок, що отримується в результаті, приймає форму контейнера з полишенням в цілому проміжків між зернами. Але також можна припустити, що принаймні один із двох порохів представляється прийнятим або особливим способом, як наприклад, у вигляді оберемку лозинок або у вигляді єдиної зернини значної висоти, яку видно в агломерованому вигляді.

Згідно з іншим переважним варіантом виконання винаходу піротехнічний заряд утворений сумішшю двох порохів, кожен з яких представляється у вигляді компактного блоку: згаданих блоків, які можуть або знаходитися в контакті та з'єднуватися один з одним, або бути концентричними для того, щоб не визначати єдиного блоку, який містить у своїй центральній частині композицію першого порошу, а в периферійній частині - композицію другого порошу, або згідно з запалюванням навпаки.

Переважним чином перший порошок має динамічну живість, більшу за $8(\text{МПа}\cdot\text{с})^{-1}$.

Бажано, щоб другий порошок мав динамічну живість, меншу за $16(\text{МПа}\cdot\text{с})^{-1}$, і яка б була систематично меншою за динамічну живість першого порошу.

Фактично мова йде про величину динамічної живості зерна порошу при мінімальному горінні. Динамічна живість є параметром, який виражає живість порошу протягом всього горіння.

Вона виражається формулою:

$$L(z) = \frac{1}{P_{\max}} \cdot \frac{(dP)}{dt}$$

де P є миттєвим тиском, що відповідає рівню просування z .

P_{\max} є максимальним тиском, який досягається.

dP/dt є похідною від тиску по часу

$$Z = P/P_{\max}$$

Умови, при яких отримуються величини динамічної живості, є наступними:

- мова йдеться про величину динамічної живості при мінімальному горінні, тобто, про величину, яка відповідає $Z=0,5$,

- величини, отримані для розривів у манометричному корпусі, який має об'єм камери $27,8\text{см}^3$,

- густина заряду становить $0,036\text{г/см}^3$,

- маса порошу становить 1г .

Для відповідних до винаходу шприців без голки піротехнічний заряд утворений сумішшю порошу з підвищеною живістю та порошу з більш слабкою живістю, які називаються "порохом з великою швидкістю горіння" та "порохом з малою швидкістю горіння". Порох з підвищеною живістю забезпечує швидке підвищення тиску за інтервал часу порядку 1млс , тоді як порошок із меншою живістю дозволяє протягом $4-8\text{млс}$ продовжувати одержання газу під час ін'єкції для того, щоб компенсувати падіння тиску через збільшення об'єму камери згорання, спричинене переміщенням поршня, а також для компенсації теплових втрат на стінках. З іншого боку, використання двох порохів різної живості тягне за собою зменшення максимального робочого тиску, що дозволяє зменшувати механічну міцність пристрою і, таким чином, витрати виробництва: насправді, якщо піротехнічний заряд не складався з єдиного порошу, що має велику швидкість горіння, то профіль тиску у діючій рідині був схожий на справжній спадний профіль.

Щоб тиск в кінцевій фазі ін'єкції не був нижчий за граничний тиск ін'єкції, більш точно нижче якого рідина не проникає крізь тканини, необхідно було збільшувати максимальний тиск для того, щоб підвищити попередній профіль в такий спосіб, щоб подовжити тривалість ін'єкції; при цьому тиск затриманої ін'єкції завжди вищий за граничний тиск. Використовуючи суміш двох порохів з різною живістю, можна утримувати тиск ін'єкції на рівні граничної величини без необхідності такого ж збільшення максимального тиску.

Швидке підвищення тиску на початку ін'єкції є необхідним для забезпечення гарного проникнення у шкіру без протікання діючого начала.

Переважним чином, виштовхування діючої рідини забезпечується простим поршнем, який прикладає до рідини тиск, що має місце у камері розширення газів, із зменшенням його інтенсивності, але із збереженням загального профілю як функції від часу. В більш загальному випадку піротехнічний заряд може пристосовуватися до ряду поршнів, задіяних у виштовхуванні діючої рідини, до їх форми, до їх природи, а також до геометричної форми патрубка та до ряду отворів, що знаходяться в ньому. Насправді, для порошу, що характеризується багатьма хімічними та структурними параметрами, суміш двох порохів пропонує майже необмежену кількість сполук, які можуть відповідати за будь-яку ситуацію.

Бажано, щоб принаймні один із двох порохів мав за основу нітроцелюлозу, масовий коефіцієнт якої знаходиться в інтервалі між $0,45$ та $0,99$. Масовий коефіцієнт компонента характеризується відношенням його маси до загальної маси усіх компонент. Бажано, щоб масовий коефіцієнт нітроцелюлози знаходився в інтервалі між $0,93$ та $0,98$.

Насправді, різні класи нітроцелюлози завдяки їхнім особливим властивостям представляють суттєву основу для порохів, що зазвичай використовуються у нарізній зброї для виштовхування куль, снарядів або різних ракет. Згідно з першим варіантом виконання винаходу кожний порошок, який

за основу має нітроцелюлозу, містить також азотний естер, як наприклад нітрогліцерин. Переважно для двох порохів, які містять ці два компонента, масовий коефіцієнт нітроцелюлози знаходиться в інтервалі між 0,49 та 0,61, а масовий коефіцієнт нітрогліцерину - в інтервалі між 0,35 та 0,49. Бажано, щоб перший порох вибирався серед пористих порохів. Переважним чином перший порох, який є пористим, містить нітроцелюлозу і масовий коефіцієнт нітроцелюлози знаходиться в інтервалі між 0,93 та 0,98. Порох з нітроцелюлозною основою роблять пористим протягом фази розмішування їхнього способу одержання шляхом додавання солі, як наприклад нітрата калію, яку потім видаляють шляхом розчину. Кристали нітрата калію, що залишились об'єднаними на поверхні зерен пороху, містять під впливом запалу гарячі точки. Таким чином, пориста поверхня дозволяє, між іншим, покращити загорання пороху.

Бажано, щоб перший порох мав товщину вигорання, меншу або рівну 0,5мм. Товщина вигорання відповідає найменшому розміру зернини пороху, згідно з яким фронт горіння буде поширюватися після припинення процесу горіння, що дозволяє також фіксувати тривалість горіння згаданої зернини. Так як зернина пороху вигорає одночасно з усіх боків, то товщина вигорання відповідає половині її найменшої товщини. Ця товщина вигорання залежить від форми зернини, її розмірів, а також від ряду позицій її отворів.

Зерна з яких складаються порохи, що можуть перемішуватися для одержання піротехнічного заряду, який відповідає тому, що застосовується для відповідних до винаходу шприців без голки, можуть приймати різні форми. Вони можуть, наприклад, бути однотрубчастими, багатотрубчастими, сферичними, у вигляді сплюснених сфер, циліндричними або у вигляді пластинок, або паличок. Для кожної з цих геометричних форм товщина вигорання представляє цілком ідентифікований параметр. Наприклад,

- для сферичної зернини товщина вигорання відповідає її радіусу,

- для циліндричної зернини зі значною довжиною товщина вигорання відповідає радіусу зернини,

- для однотрубчастої зернини товщина вигорання відповідає половині товщини зернини, взятої у радіальному напрямі,

- для багатотрубчастої зернини, у якій отвори розміщені регулярно з полишенням проміжків між ними, товщина вигорання відповідає половині відстані, яка відділяє два послідовних отвори.

Зокрема, рекомендується вибирати у якості пороху з великою швидкістю горіння порох, який має незначну товщину вигорання. Бажано, щоб порох з великою швидкістю горіння був пористим і мав за основу нітроцелюлозу. Бажано також, щоб він мав товщину вигорання, рівну 0,3мм, і мав вигляд паличок або пластинок.

Переважаю, перший порох має тривалість горіння меншу 6 мілісекунд. Мова йдеться про тривалість, що відповідає реальній ситуації, тобто, відповідає конфігурації "шприца", яка тягне за собою наступні умови:

- мова йдеться про згорання пороху у камері,

кінцевий об'єм якої становить $1,6\text{см}^3$,

- виштовхування рідини забезпечується деталлю, утвореною поршнем.

Бажано, щоб другий порох мав товщину вигорання, що знаходиться в інтервалі між 0,1мм та 1мм.

Бажано, щоб другий порох мав тривалість горіння, більшу за 4мліс, і яка систематично більша за тривалість горіння першого пороху. Тривалість горіння другого пороху отримували за тих же умов за яких визначали тривалість горіння першого пороху. Тривалість горіння другого пороху завжди повинна перевищувати тривалість горіння першого пороху, оскільки другий порох не повинен бути присутнім у суміші, щоб компенсувати нестачу тиску, що спостерігається під час горіння єдиного першого пороху. Тривалості горіння двох порохів, пов'язані з особливістю ін'єкції і, зокрема, з поєднанням між об'ємом діючого начала, яке вприскується, та характеристиками патрубків, які вносяться по суті рядом випускних каналів, їх повторним розміщенням та їх діаметром. Згідно з переважним варіантом виконання винаходу загальна маса двох порохів менша 100мг. Це граничне значення обумовлюється, з одного боку, вимогами, пов'язаними з ін'єкцією, яка вимагає швидкості, з якою рідина ударяється об шкіру, що знаходиться в інтервалі між 100м/с та 200м/с та, з іншого боку, пов'язаних з розмірами шприца без голки, які повинні відповідати умовам, що стосуються меншої висоти, легкості та зручності у використанні. Бажано, щоб відношення маси першого пороху до загальної маси двох порохів було більшим за 0,1. Насправді, характеристики початкового імпульсу, який повинен миттєво надавати діючій рідині дуже високої швидкості, потребують мінімальної кількості пороху, що не повинна бути меншою 10% від загальної маси пороху.

Згідно з першим переважним варіантом виконання винаходу функція форми другого пороху є зростаючою. Насправді, функція форми пороху зводиться до функції форми зернини, яку він містить у собі, припускаючи, що усі зерна є ідентичними. Функція форми зернини задається відношенням S/S_0 де S_0 є площею поверхні початкової стадії горіння зернини, а S - є площею горіння на деякій стадії поширення згаданого процесу горіння. Ця функція форми виражає протягом горіння еволюцію поверхні горіння зернини як функцію від часу. Для даного пороху, чим значнішою є поверхня горіння, тим значнішою є кількість вивільненого газу за одиницю часу і тим швидшим є зростання тиску в закритому об'ємі. При переміщенні поршня на початку ін'єкції, при цьому об'ємі камери згорання вважається зростаючим і візуально відчутно підтримує рівень тиску, який є помітно сталим у згаданому зростаючому об'ємі, бажано використовувати другий порох з малою швидкістю горіння із зростаючою функцією форми.

Згідно з другим переважним варіантом виконання винаходу функція форми другого пороху є майже сталою. Насправді, за деяких умов і, зокрема, згідно з природою утримуваного першого пороху з великою швидкістю горіння, другого пороху з малою швидкістю горіння, який має сталу функцію форми, може бути достатньо. По суті функція

форми залежить від геометричної форми зернини пороху, таким чином, зерна другого пороху з малою швидкістю горіння переважно будуть мати багатотрубчасту або однотрубчасту форму для яких функції форми є відповідно зростаючою та майже сталою.

Переважно згідно з дослідженням профілем тиску багатотрубчасті порохи матимуть три отвори, сім отворів або дев'ятнадцять отворів.

Бажано, щоб газовий піротехнічний генератор містив пристрій ініціювання піротехнічного заряду, який приводить в дію ударний пристрій та запал. Також можна використовувати систему ініціювання на основі п'єзоелектричного кристалу або терково-го запальника.

Перевагою відповідних до винаходу шприців без голки є те, що гарантується вприскування достатньої кількості діючої рідини із збереженням простого механізму функціонування так само як і зменшених розмірів, не потребуючи ні встановлення додаткових деталей, джерел механічної обробки та додаткових витрат, ні глибокої модифікації форми корпусу згаданих шприців.

Окрім того, велика різноманітність піротехнічних композицій, які можуть замовлятися для сумішей, дозволяє отримувати дуже велику різноманітність профілів тиску, придатних для пристосування до усіх можливих конфігурацій. Накінець, повне панування ефектів, визваних горінням піротехнічного заряду, пов'язаних із широко опробованими системами запалювання, надає відповідним до винаходу шприцам без голки надзвичайної легкості та безпечності.

Наступні необмежуючі приклади ілюструють винахід з посиланням на фігури 1 та 2.

На фігурі 1 зображено поздовжній переріз відповідного до винаходу шприца без голки.

На фігурі 2 зображено у вигляді функції від часу типовий спрощений графік зміни тиску в рідині, визваної горінням у відповідному до винаходу шприці двокомпозиційного заряду.

Посилаючись на фігуру 1, відповідний до винаходу шприц без голки містить газовий піротехнічний генератор 2, поршень 3, резервуар з діючою рідиною 4 та ежекційний патрубок 5. Терміни "ін'єкційний патрубок" та "ежекційний патрубок" є еквівалентними.

Газовий піротехнічний генератор 2 містить пристрій ініціювання піротехнічного заряду 6, який приводить в дію ударний пристрій та запал 7. Ударний пристрій, який приводиться в дію кнопкою керування 8, містить попередньо стиснуту пружину 9 та видовжену вагу 10, оснащену ударником 11. Вага 10 блокується щонайменше однією стопорною кулькою 12, закріпленою між нею та пустим циліндричним корпусом 13, у якому згадана вага 10 має можливість переміщатися. Запал 7 та піро-

технічний заряд 6, який має по суті циліндричну форму, розміщені у пустому циліндричному корпусі 13 під вагою 10.

Піротехнічний заряд 6 входить у розширений простір по суті циліндричної форми з розміщеним у його верхній частині поршнем 3, а у його нижній частині -резервуаром, наповненим діючою рідиною 4, у згаданий розширений простір, який закритий на своєму кінці ежекційним патрубком 5, оснащеним великою кількістю каналів, які дозволяють випускати діючу рідину 4 назовні з шприца 1. Ці різні елементи розміщуються по відношенню один до одного таким чином, що становлять одне ціле: піротехнічний заряд 6 знаходиться в контакті з поршнем 3, що контактує з діючою рідиною 4, яка обмежена патрубком 5. Для того, щоб уникнути витікання діючої рідини 4 із шприца 1 на патрубку 5 встановлюється пробка із закриванням його каналів, яка виймається перед використанням. Піротехнічний заряд 6 утворений упереміж сумішкою двох порохів.

Спосіб функціонування відповідного до винаходу шприца 1 без голки втілюється наступним чином.

Користувач встановлює шприц в такий спосіб, що патрубок 5 притискається до шкіри пацієнта, який потребує лікування.

Тиск на кнопку керування 8 дозволяє пустому циліндричному корпусу 13 переміщатися до тих пір, доки його розширена частина не буде знаходитися навпроти стопорної кульки 12. Кулька 12 виходить із свого гнізда, вивільняючи при цьому вагу 10, яка приводить у дію пружину 9, що розтягується з великим прискоренням в напрямку до запалу 7, маючи на своєму передньому кінці ударник 11. Реакція запалу 7 тягне за собою загорання піротехнічного заряду 6, який розкладається з виділенням газу.

Тоді посилаючись на фігуру 2, порох з великою швидкістю горіння надає поршню 3 високої початкової швидкості переміщення таким чином, що діючій рідині 4 на виході патрубку 5 може миттєво надаватися досить висока швидкість для пробивання шкіри. Порох з малою швидкістю горіння підтримує у діючій рідині 4 граничний рівень тиску, який дозволяє впродовж ін'єкції зберігати можливість дифузії крізь шкіру в разі її пробиття. Відповідно, в такий спосіб ін'єкція здійснюється без жодних втрат діючої рідини 4.

Наступні необмежуючі приклади ілюструють суттєву характеристику винаходу, яка стосується піротехнічного заряду 6.

Приклад 1

Наступні таблиці надають основні характеристики двох порохів, які використовують для першої суміші.

I - Хімічна композиція

Порох з великою швидкістю горіння	Компоненти	Масова фракція×100
	Нітроцелюлоза	93,0
	Динітротолуол	2,0
	Дибутилфталат	1,2
	Дифеніламін	1,0
	Графіт	0,5
	Залишковий розчинник	0,2
	Залишкова сіль	0,4
	Вологість	1,2
	Барвник	-

Порох з малою швидкістю горіння	Компоненти	Масова фракція ×100
	Нітроцелюлоза	95
	Домішки	5

II - Структурні характеристики та параметри, пов'язані з горінням

	Пористість	Тривалість горіння (млс)	Динамічна живість при мінімальному горінні (мПа·с) ⁻¹	Товщина вигорання (мм)	Форма зернин	Функція форми
Порох з великою швидкістю горіння	Так	0,8	24	0,2-0,5	Пластинчаста	Спадна
Порох з малою швидкістю горіння	Ні	3,1	11	0,22	Однотрубчаста	Майже стала

Об'єм вприскуваної діючої рідини становить 0,5мл. Тоді кількості порохів виражалися функцією від характеристик патрубка та, зокрема, від кількості його ін'єкційних каналів. Наведені далі величини діаметрів відповідають еквівалентним діаметрам. Насправді, в дійсності канали є напівциліндричними поздовжніми канавками з реальним діаметром, що становить 350мкм. Якщо розглядати канали як ідеальні циліндри з однаковим поперечним перерізом, то тоді величина еквівалентного діаметра повинна становити 250мкм. Діаметри, зазначені далі, є, таким чином, еквівалентними діаметрами.

Патрубок з 3 каналами, що мають діаметр 250мкм

Порох з великою швидкістю горіння 30мг

Порох з малою швидкістю горіння 30мг

Патрубок з 6 каналами, що мають діаметр 250мкм

Порох з великою швидкістю горіння 31мг

Порох з малою швидкістю горіння 25мг

При зменшенні кількості каналів тривалість

ін'єкції зростає. Відношення порох з малою швидкістю горіння/порох з великою швидкістю горіння повинне, таким чином, зростати для того, щоб утримувати достатній тиск до закінчення ін'єкції. При зростанні тривалості ін'єкції загальна маса пороху повинна зростати для обмеження впливу теплових втрат, але з іншого боку, ККД напору у % відношенні та глибина проникнення будуть на стільки кращими, на скільки буде меншою кількість каналів, при цьому сенс полягає у тому, щоб обмежити необхідну масу пороху.

Для цього прикладу ці кількості порохів відповідають мінімальним зарядам, які дозволяють отримувати процентне відношення проникнення, що становить наближено 99% з глибиною проникнення 12-15мм, та значно зменшувати максимальний тиск у рідині шприца.

Приклад 2

Основні характеристики двох порохів, використаних для другої суміші, наводяться у наступній таблиці:

I - Хімічна композиція

Порох з великою швидкістю горіння	Компоненти	Масова фракція ×100
	Нітроцелюлоза	93,0
	Динітротолуол	2,0
	Дибутилфталат	1,2
	Дифеніламін	1,0
	Графіт	0,5
	Залишковий розчинник	0,2
	Залишкова сіль	0,4
	Вологість	1,2
	Барвник	-

Порох з малою швидкістю горіння	Компоненти	Масова фракція×100
	Нітроцелюлоза	95
	Домішки	5

II -Структурні характеристики та параметри, пов'язані з горінням

	Пористість	Тривалість горіння (млс)	Динамічна живість при мінімальному горінні (мПа·с) ⁻¹	Товщина вигорання (мм)	Форма зернин	Функція форми
Порох з великою швидкістю горіння	Так	0,8	24	0,2-0,5	Пластинчаста	Спадна
Порох з малою швидкістю горіння	Ні	6	6	0,51	Семи трубчаста	Зростаюча

Для патрубка з 6 каналами, що мають діаметр 250мм, замовлені кількості порошу становлять:

Порох з великою швидкістю горіння 42,5мг

Порох з малою швидкістю горіння 23,5мг

Ці кількості порохів дозволяють отримувати процентне відношення проникнення, вище за 99%.

Пристосовуючи піротехнічний заряд до патрубка, у рідині можна отримати трифазний профіль тиску.

Початкова фаза підвищення тиску, яка повинна бути швидкою, отримується з порохом, що має велику швидкість горіння.

Використання порошу, який має пристосовану значну товщину вигорання, дозволяє протягом другої фази компенсувати витратою газів падіння тиску, з причинене збільшенням об'єму камери згорання та тепловими втратами.

Накінець, третя фаза, яка відповідає простому розширенню газу, що виділяється в результаті горіння, до закінчення ін'єкції не псує її якість. Вона сама по собі є бажаною для обмеження глибини проникнення струменів у шкіру.

З також пристосованим піротехнічним зарядом за гарних умов вприскують 0,5мл діючої рідини.