



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36999 (13) A

(51) 7 B05B17/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗПИЛЕННЯ РІДИНИ

(21) 2000031327

(22) 07.03.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Розіна Олена Юріївна

(73) Одеська державна академія холоду

(57) Пристрій для розпилення рідини, який має  
ультразвуковий перетворювач, поєднаний з гене-

ратором ультразвукової частоти, капіляр, коливання якого відбуваються перпендикулярно осі концентратора, резервуар з рідиною для розпилення, який **відрізняється** тим, що пристрій має додатковий капіляр, коливання якого відбуваються уздовж осі концентратора, і капіляри механічно з'єднані з концентратором так, що утворюють сквозний канал.

Винахід належить до галузі ультразвукових технологій та їх застосування для розпилення та диспергування рідини у газі (зокрема, у повітрі), що може бути корисним у електронній промисловості (наприклад для нанесення фоторезисту або захисною покриття) у технології виготовлення електронних плат, у галузях хімічної промисловості, для інтенсифікації реакцій газ-рідина, у фізіотерапевтичних методах, які використовують лікувальні засоби у аерозольній формі для систем охолодження, очищення та стабілізації вологості повітря дня реалізації комфортних умов життєдіяльності людини.

На даному рівні техніки відомі пристрої, у яких використовують перетворювачі для розпилення рідини. Відомі пристрої, у яких на поверхню ультразвукового вібратора або механічно зв'язаного з ним концентратора нанесено тонку плівку з рідини, яку необхідно розпилити. Коливання ультразвукового вібратора зумовлюють поверхневі коливання рідини з амплітудою, яка достатня для відриву крапель (Ас. СССР № 1237261 по кл. B05B17/06, опубл. 15.06.86, бюл. № 22; J.Charuau, P.Tierce, M.Birocheau. The ullrasonic Generation of droplets for the production of submicron size partides, Journ. Of Aerosol Science, May 1994, v. 25, Suppleiment 1, p. 232-234). У таких пристроях існує суттєва залежність режиму та якості розпилення від геометричних параметрів нанесеної тонкої плівки рідини. Отже основною технічною проблемою при використанні таких пристроїв є необхідність безперервно та рівномірно наносити нові порції рідини. В одному із згаданих вище пристроїв (Ас. СССР № 1237261 по кл. B05B17/06, опубл. 15.06.86, бюл. № 22) вказано, як подають рідину до зони розпилення. Для цього використовують тонку трубку, яка механічно приєднується до зовнішньої бокової

поверхні концентратора, один кінець тонкої трубки поєднано з резервуаром з рідиною, а другий кінець підходить до робочої поверхні концентратора. Подача рідини на поверхню концентратора забезпечується перепадом гідростатичного тиску та переривається краном, який розташований на кінці трубки біля поверхні перетворювача. Такий пристрій не може забезпечити, по-перше, достатню якість розпилення (незмінну швидкість розпилення та постійні параметри крапель) у режимі безперервного розпилення, а, по-друге, дозоване розпилення рідини, або розпилення у спеціальному режимі (приклад, якщо необхідно процедуру розпилення проводити періодично з регульованою кількістю рідини, розпиленою за один період, а також регульованими інтервалами актами розпилення). Це пов'язано з тим, що процес розпилення регулюється роботою ультразвукового перетворювача, процес подачі рідини регулюється перепадом гідростатичного тиску, переривання подачі рідини - третім елементом пристрою - краном. Отже, робота усіх елементів пристрою відбувається незалежно.

На даному рівні техніки відомі також пристрої, у яких ультразвуковий перетворювач безпосередньо механічно поєднаний з капіляром, що забезпечує коливання капіляра з частотою ультразвука (Ас. СССР № 1007752 по кл. B05B17/06, опубл. 30.03.83, бюл. № 12; J. Blaisot, M. Leadoux, D. Ducret, J. Vendel. A new monosized drop generator, Journ. of Aerosol Science, May 1994, v. 25, Supplement 1, p. 231-232). У пристрої, який прийнято нами за прототип (Ас. СССР № 1007752 по кл. B05B17/06, опубл. 30.03.83, бюл. № 12), ультразвуковий перетворювач поєднаний з капіляром таким чином, що коливання капіляра відбуваються перпендикулярно його осі. Рідина, яку розпилюють

(19) UA (11) 36999 (13) A

заповнює резервуар, який знаходиться над рівнем капілярного перерізу. Під дією гідростатичного тиску рідина подається до перерізу капіляра, коливання поверхні рідини на перерізі зумовлюють відлив крапель рідини. У такому пристрої значно підвищена якість розпилення, дисперсність крапель визначається діаметром капіляра та частотою ультразвукового перетворювача. Але залишається проблема забезпечення регулярної та рівномірної подачі рідини у зону розпилення у режимі безперервної роботи. Якщо на початку роботи рівень рідини у резервуарі встановлено таким чином, щоб забезпечити однаковість швидкості розпилення і швидкості подачі рідини, то з часом зменшується рівень і швидкість подачі рідини. Це може неконтрольованим чином впливати на режим розпилення, навіть зумовити припинення процесу розпилення. Друга проблема, яка існує у цьому пристрої, - це забезпечення подачі рідини до зони розпилення у тому самому режимі, у якому працює ультразвуковий перетворювач. Тобто необхідно, щоб у режимі регульованого або періодичного розпилення подача рідини припинялась одночасно з припиненням процесу розпилення, а зміна швидкості розпилення супроводжувалась такою самою зміною швидкості подачі рідини.

В основу винаходу поставлено задачу шляхом використання додаткового вібруючого капіляра, який виконує роль вібраційного насоса, забезпечити регулярну та рівномірну подачу рідини у зону розпилення у такому ж режимі, і з такою же швидкістю, з якою відбувається процес розпилення.

Ця задача вирішується тим, що з ультразвуковим перетворювачем 1 механічно поєднано стандартний експоненційний концентратор 2, на якому змонтовано систему двох капілярів 3 і 4. Для цього в тілі концентратора виконано дві циліндричні порожнини: вісь однієї порожнини співпадає з віссю концентратора, вісь другої порожнини повернена під кутом до горизонту; осі порожнин перетинаються по вісі концентратора. У порожнинах закріплено вказані капіляри таким чином, щоб рідина вільно рухалась через систему капілярів, якщо існує перепад тиску на їх кінцях. Перетворювач електрично з'єднано з генератором ультразвукової частоти 5. Напругу, яка визначає амплітуду коливань перетворювача, змінюють регулятором 6.

Порівняно з прототипом, даний пристрій має крім капіляра 4, на перерізі якого відбувається розпилення рідини, додатковий капіляр 3, коливання якого відбуваються уздовж осі ультразвукового перетворювача та концентратора. Резервуар з рідиною знаходиться на нижчому рівні, ніж переріз капіляра 4, з якого відбувається розпилення. Тому між капілярами 3 і 4, а також між капілярами та резервуаром з рідиною відсутні додаткові елементи (наприклад, кран або компресор), які регулюють подачу рідини до зони розпилення. Експерименти довели, що вібраційний рух капіляра 3 веде до виникнення додаткового перепаду тиску між верхнім та нижнім перерізами капіляра 3, це зумовлює підйом рідини по капіляру. Отже, капіляр 3, який виконує вібраційний рух, є своєрідним ультразвуковим насосом, у якому швидкість потоку рідини регулюється амплітудою коливань перетворювача, тобто визначається регулятором 6.

На фігурі показано пристрій для розпилення рідини: 1 - ультразвуковий перетворювач з резонансною частотою в діапазоні 18-22 кГц; може бути магнітострикційним або п'єзокерамічним; 2 - стандартний експоненційний концентратор, який механічно приєднується до перетворювача; у концентраторі виконано дві циліндричні порожнини, вісь однієї порожнини співпадає з віссю концентратора; 3 - капіляр, один кінець якого уставлено у виконану порожнину і таким чином приєднано до концентратора; другий кінець капіляра занурено у рідину; вібрації цього капіляра зумовлюють формування потоку та підйом рідини по капіляру вище рівня рідини у резервуарі та вище рівня стандартного капілярного підйому; 4 - капіляр, який уставлено у другу порожнину перетворювача та закріплено; на перерізі цього капіляра утворюються аерозольні краплини; орієнтація цього капіляра зумовлює напрямок руху аерозольних частинок; 5 - генератор коливань, напругу з якого подають на перетворювач 1; 6 - регулятор напруги на перетворювачі, який одночасно регулює швидкість розпилення рідини та швидкість подачі рідини до зони розпилення; 7 - резервуар, який заповнює рідина.

Підготовка до роботи та робота пристрою відбуваються таким чином. Рідина, яку необхідно розпилити, заповнює резервуар 7. Капіляр 3 занурюють у рідину так, щоб його нижній переріз знаходився у рідині, а поверхня концентратора не контактувала з рідиною і знаходилась у повітрі. На перетворювач подають напругу, амплітуда якої задана регулятором 6. Відбуваються коливання капіляра 3 такі, що переміщення його перерізу співпадає з напрямком переміщення поверхні концентратора. Рідина заповнює капілярну систему, і підходить до перерізу капіляру 4. У цей момент на поверхні рідини практично миттєво формується стаціонарна структура поверхневих, так званих капілярних хвиль. Від гребенів капілярної хвилі відриваються краплини рідини, і, таким чином, починається процес розпилення. Швидкість цього процесу визначається амплітудою коливань перетворювача та регулюється регулятором 6.

Лабораторні іспити показали, що існує достатньо широкий інтервал значень напруги на перетворювачі, коли швидкість розпилення та швидкість підкачки рідини до зони розпилення однакові, та ж зазначено вище, регулюються одним елементом - регулятором напруги 6. Підкреслимо, що процес первинного заповнення капілярної системи достатньо тривалий, оскільки у робочих режимах при формуванні  $(1,5-6,0) \cdot 10^3$  крапель на секунду швидкість переміщення меніска у капілярній системі складає 0,1-0,4 мм/с (капіляри 3 і 4, які було використано, мали довжину приблизно 1,5-2 см). Щоб його скоротити, можна заповнити капілярну систему однократним використанням тривіального способу (наприклад, зниженням тиску на вільному перерізі капіляра 4). Після такої підготовки пристрій може працювати в режимі безперервного розпилення, і швидкість подачі рідини буде дорівнювати швидкості розпилення. Оскільки форма меніска з часом змінюватись не буде, параметри потоку сформованих крапель теж будуть незмінними. Зміна амплітуди коливань перетворювача приведе до одночасної зміни і швидкості розпилення, і швидкості подачі рідини, тобто такий при-

стрій дозволяє реалізувати спеціальні режими розпилювання, з використанням модульованих ультразвукових коливань (наприклад, П-імпульсами різної тривалості і скважності).

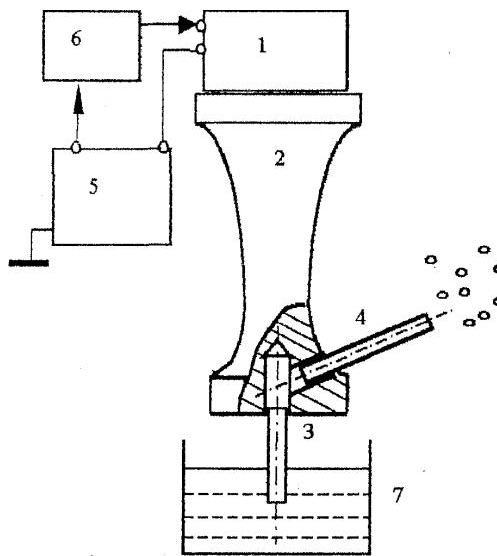
Запропонований пристрій дозволяє розпилювати рідини з різними фізичними властивостями: зокрема, нами було проведено розпилення бензину, керосину, фреону, чотирихлористого вуглецю, води та водних розчинів різних речовин.

Таким чином, даний пристрій дозволяє вирішити поставлену технічну задачу. У такому пристрої забезпечено рівномірну подачу рідини у зону розпилення, швидкість подачі залишається постійною незалежно від рівня рідини у резервуарі, якщо незмінна амплітуда коливань перетворювача. (Очевидно, необхідно тільки контролювати, щоб переріз капіляра весь час було занурено у рідину.) У цьому пристрої вирішена також і задача забез-

печення однакової швидкості подачі рідини у зону розпилення та швидкості розпилення. Це дозволяє одним елементом пристрою, регулятором напруги на перетворювачі, в однаковому режимі змінювати швидкість розпилення та швидкість подачі рідини до зони розпилення.

Даний пристрій дозволяє оптимізувати процес розпилення, а саме - підвищити якість розпилення у режимі безперервного процесу, а також забезпечити спеціальні регульовані режими розпилення.

Ще одним технічним результатом є можливість роботи запропонованого пристрою в умовах невагомості або перегрузок. Це зумовлено саме тим, що подача рідини забезпечується вібраційним рухом зануреного в рідину додаткового капіляра, а не гідростатичним тиском рідини у резервуарі над перерізом капіляра (який суттєво залежить від прискорення вільного падіння).



Фіг.

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---