



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25505 (13) U
(51) МПК (2006)
H05B 6/64
C02F 1/469

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МІКРОХВИЛЬОВИЙ ПРИСТРІЙ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ, РІДКОГО МУЛУ, ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА ТА ІНШИХ РІДКИХ РЕЧОВИН

1

(21) u200703728
(22) 03.04.2007
(24) 10.08.2007
(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.
(72) Сидорук Юрій Кіндратович
(73) Сидорук Юрій Кіндратович
(57) Мікрохвильовий пристрій для знезараження води, рідкого мулу, пастеризації молока та інших рідких речовин, що містить хвилевід та радіопрозорі трубки, співмірні з розмірами хвилеводу, що перетинають хвилевід під кутом до широкої стінки,

2

який відрізняється тим, що замість двох концентричних використовуються дві або більше паралельних радіопрозорих трубок, зміщених одна відносно одної на відстань однієї четвертої частини довжини хвилі в хвилеводі в напрямку подовжньої осі хвилеводу, хвилевід розділено на дві однакові частини подовжньою, паралельною широкої стінці хвилеводу, металевою вставкою, і на обох кінцях хвилеводу розміщені генератори мікрохвильової енергії.

Корисна модель відноситься до пристроїв знезараження води, рідкого мулу та пастеризації молока, пива, вина і інших рідких продуктів з застосуванням мікрохвильової електромагнітної енергії і може бути використана в технології мікрохвильової обробки рідкої суміші проточним способом.

Відомі різні варіанти пристроїв, які використовуються для нагрівання рідини: води, молока та інших в тому числі з метою знезараження та пастеризації, в яких тим чи іншим способом в хвилевід вводяться радіопрозорі трубки для протікання через них рідини, що нагрівається.

В пристрої [1] в прямокутний хвилевід перпендикулярно вузькій стінці вводиться певна кількість тонких діелектричних трубок, розміщених таким способом, щоб узгодити відрізок хвилеводу, заповнений трубками з незаповненою частиною хвилеводу. В пристроях, описаних в [2] та [3] використовується одна діелектрична трубка, яка входить в хвилевід під кутом $45^\circ \pm 2^\circ$ до його широкої стінки.

Найбільш близьким до пристрою, що пропонується, є пристрій [4], в якому дві концентрично розташовані одна в одній трубки перетинають прямокутний хвилевід 1 під кутом до широкої стінки (додаток). Недоліками вказаних пристроїв є низька ефективність знезараження та недостатня узгодженість трубок, по яких протікає рідина, з хвилеводом.

Щоб довести сказане розглянемо механізм знищення хвороботворної мікрофлори: мікробів,

бактерій, яйця глистів, спор грибків та інших. Відомо, що при звичайному нагріванні мікроорганізми гинуть тільки при досягненні середовищем заданих температур і при певній витримці цих температур в часі. При цьому щільність енергії в зоні нагрівання не має особливого значення. При менших щільностях потужності середовище нагрівається повільніше і для нагрівання до заданих температур необхідно довше нагрівати, а сумарні затрати енергії залишаються незмінними. В випадку змінних або імпульсних процесів температура середовища пропорційна середньому значенню затраченої енергії.

Якщо рідке середовище знаходиться в електричному або електромагнітному полі, то в мікроорганізмах під дією електричного поля відбувається розподіл зарядів в напрямку дії поля, в наслідок чого біоб'єкт поляризується і витягується в напрямку дії поля, тобто на мікроорганізм діють сили, які розтягують його. При досить значних напруженостях поля мікроорганізм розривається. Великі шматки зруйнованого мікроорганізму розриваються на ще дрібніші і так до повного руйнування. Цей процес підтверджено експериментально.

Так як сила поля, що діє на мікроорганізм, пропорційна напруженості електричного поля, а напруженість електричного поля пропорційна квадратному кореню з щільності потужності, то для підвищення ефективності руйнування мікроорганізмів необхідно підвищувати концентрацію елект-

(13) U

(11) 25505

(19) UA

ромагнітного поля в зоні взаємодії його з рідиною, тобто в зоні трубок.

Чим вище щільність енергії, тим ефективніше руйнація при незмінних загальних затратах енергії. Ефект руйнування збільшується при імпульсному або змінному характері поля, хоча загальна (середня) затрата енергії і відповідна їй температура значно нижча температури знезараження чи пастеризації.

В пристрої, що пропонується, підвищення щільності вирішується двома заходами: введенням в прямокутний хвилевід 1, Фіг.2, металеві вставки 3 та використання двох генераторів мікрохвильової енергії 4 (Фіг.2).

Товста металева вставка 3 розташована паралельно широкій стінці хвилеводу таким чином, що стандартний хвилевід розділяється на два хвилеводи з значно меншою висотою вузької стінки. Рекомендується вибирати товщину вставки

$c = \frac{b}{2}$, де b - розмір вузької стінки хвилеводу. Тоді розмір вузької стінки кожного новоутвореного хвилеводу буде дорівнювати $\frac{b}{4}$. В такому випадку

щільність потужності в кожному новоутвореному хвилеводі збільшується вдвічі. При збільшенні товщини c металеві вставки щільність потужності збільшується. Але, коли c наближається до b , то може наступити пробій хвилеводу. Це явище обмежує розмір c і відповідно, щільність потужності в новоутворених хвилеводах.

Застосування двох генераторів мікрохвильової енергії 4 Фіг. 2, розташованих на протилежних кінцях відрізка хвилеводу 1, підвищують загальну потужність, що поступає в хвилевід в двічі і, відповідно, в двічі підвищується щільність потужності в зоні взаємодії електромагнітної хвилі з рідиною. Крім того, симетрично розташовані відносно зони взаємодії генератори, дають можливість рівномірно розподіляти енергію електромагнітної хвилі по зоні взаємодії. Щоб уникнути взаємного зв'язку і, відповідно, взаємного впливу між генераторами, кількість трубок і їх діаметри підбираються таким чином, щоб електромагнітна хвиля кожного генератора повністю поглиналася в зоні взаємодії.

Для повного використання енергії і, відповідно, підвищення загальноенергетичної і знезаражуючої ефективності необхідно виконати всі вимоги по узгодженню системи взаємодії з хвилеводом.

В пристрої, що пропонується, ця проблема вирішується вибором оптимальних значень відстані між радіопрозорими трубками і кута нахилу трубок α .

Оптимальна відстань між трубками 2 (Фіг.2) визначається як відстань між осями трубок в напрямку подовжньої осі хвилеводу і дорівнює $\frac{\lambda_{\text{хв}}}{4}$,

де $\lambda_{\text{хв}}$ - довжина хвилі в хвилеводі.

Кут нахилу трубок α вибирається так, щоб відстань між точками O_1 і O_2 , які розташовані на осі трубки посередині верхнього та нижнього хвилеводів також дорівнювала $\frac{\lambda_{\text{хв}}}{4}$. При цій умові

$$\alpha = \arctg \frac{2(b+c)}{\lambda_{\text{хв}}} \quad (1)$$

Металева вставка 3 (Фіг.2) також має бути узгоджена. З цієї метою кінці металеві вставки виконуються по формі піраміди, або ступінчастої форми.

Перелік фігур креслення

Додаток - «НВЧ-поглинач». Схема аналога.

Фіг. - Мікрохвильовий пристрій для знезараження води, рідкого мулу, пастеризації молока та інших рідких речовин.

Можливість здійснення пристрою, що пропонується доводиться тим, що в ньому використовуються добре перевірені наукові положення, а також результатами експерименту, проведеними як на аналозі, так і на лабораторному макеті запропонованого пристрою.

Обидва макети були побудовані на хвилеводі з поперечним перерізом 90х45, як джерело мікрохвильової енергії використовувалися магнетрони потужністю мікрохвильової енергії 1кВт, довжина електромагнітної хвилі 122мм. Довжина електромагнітної хвилі в хвилеводі, яка розраховується за

$$\text{формулою} \quad \lambda_{\text{хв}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_{\text{кр}}}\right)^2}}, \quad \text{де} \quad \lambda_0$$

$$(\text{мм}) = \frac{3 \cdot 10^{10}}{f}, \quad f - \text{частота електромагнітної хвилі,}$$

$\lambda_{\text{кр}} = 2a$, де a - розмір широкої стінки хвилеводу, дорівнює 166мм. Радіопрозорі трубки виготовлялися з кварцевого скла. Розміри трубок: внутрішній діаметр зовнішньої трубки аналога 30мм, зовнішній діаметр внутрішньої трубки 10мм, внутрішній діаметр трубок пристрою, що пропонується 20мм. В останньому пристрої використовувалися дві паралельно розташовані трубки. Кут нахилу трубок аналога 20°, кут нахилу трубок в пристрої, що пропонується, розрахований за формулою (1) склав $\approx 40^\circ$, при товщині металеві вставки 23мм.

В обох макетах площа поперечного перерізу трубок, заповнених рідиною, була однаковою і складала 62,8мм². В цьому випадку при однаковій швидкості проходження рідини в обох пристроях за одиницю часу оброблялася однакова кількість рідини.

В аналозі стовідсоткова пастеризація молока наступала при часі обробки 5с, при цьому вихідна температура молока становила 67°C; в пристрої, що пропонується повна пастеризація наступала при часі обробки 3с при температурі вихідного молока 55°C. Температура вхідного молока в обох варіантах становила 35°C. Таким чином в пристрої, що пропонується при однакових затратах енергії пастеризується чи знезаражується рідини в 1,6 раза більше або при однакових об'ємах пастеризації чи знезараженні витрачається в 1,6 разів менше енергії.

Література

1. Патент РФ №2087084 МПК6 H05B6/64.

2. Патент SU 2087083 МПК6 H05B6/64 «СВЧ нагріватель жидкости».

3. Патент РФ №2101884 МПК H05B6/64, F24C7/02.

4. Патент UA 56817 A H05B6/64, H01P1/22 «НВЧ - поглинач».

