



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 85613

(13) C2

(51) МПК (2009)

H05B 6/64

C02F 1/469

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

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

1

(21) а200703727

(22) 03.04.2007

(24) 10.02.2009

(46) 10.02.2009, Бюл.№ 3, 2009 р.

(72) СИДОРУК ЮРІЙ КІНДРАТОВИЧ, UA

(73) СИДОРУК ЮРІЙ КІНДРАТОВИЧ, UA

(56) UA 56817, 15.05.2003

RU 2101884, 10.01.1998

RU 2087083, 10.08.1997

RU 2087084, 10.08.1997

RU 2118886, 20.09.1998

US 4896005, 23.01.1990

US 3745291, 10.07.1973

US 6050178, 18.04.2000

DE 2157352, 25.05.1972

2

(57) Мікрохвильовий пристрій для знезараження води, рідкого мулу, пастеризації молока та інших рідких речовин, який містить прямокутний хвилевід та радіопрозорі трубки, співмірні з розмірами хвилеводу, що перетинають хвилевід під кутом до широкої стінки, який відрізняється тим, що містить дві або більше розташовані паралельно радіопрозорі трубки, зміщені одна відносно іншої на відстань однієї четвертої частини довжини хвилі в хвилеводі в напрямку подовжньої осі хвилеводу, хвилевід розділений на дві однакові частини подовжньою, паралельною широкій стінці прямокутного хвилеводу, металевою вставкою, а на обох кінцях хвилеводу розміщені генератори мікрохвильової енергії.

Винахід відноситься до пристроїв знезараження води, рідкого мулу та пастеризації молока, пива, вина і інших рідких продуктів з застосуванням мікрохвильової електромагнітної енергії і може бути використаний 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 хвилевод вводяться радіопрозорі трубки для протікання через них рідини, що нагрівається.

В пристрої [1] в прямокутний хвилевод 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 хвилевод 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 хвилевод 1 під кутом до широкої стінки Фіг.1. 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. Велики

(13) C2

(11) 85613

(19) UA

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 електромагнітного 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 хвилевод 1, Фіг.2, металеві вставки 3 та використання двох генераторів мікрохвильової енергії 4.

Товста металева вставка 3 розташована паралельно широкій стінці хвилеводу таким чином, що стандартний хвилевод 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 хвилевод 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 а.

Оптимальна відстань між трубками 2 Фіг.2 визначається як відстань між осями трубок в напрям-

ку 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 цією метою кінці металеві вставки виконуються по формі піраміди, або ступінчастої форми.

Перелік фігур креслення

Фіг.1 «НВЧ - поглинач». Схема аналога

Фіг.2 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 аналогу так і на лабораторному макеті запропонованого пристрою.

Обидва макети були побудовані на хвилеводі з поперечним перетином 90x45, як джерело мікрохвильової енергії використовувалися магнетрони потужністю мікрохвильової енергії 1кВт, довжина електромагнітної хвилі 122мм. Довжина електромагнітної хвилі в хвилеводі, яка розраховується за формулою

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

де λ_0 (мм) = $\frac{3 \cdot 10^{10}}{f}$, f - частота електромагніт-

ної хвилі, $\lambda_{\text{кр}} = 2a$, де a - розмір широкої стінки хвилеводу, дорівнює 166 мм. 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.

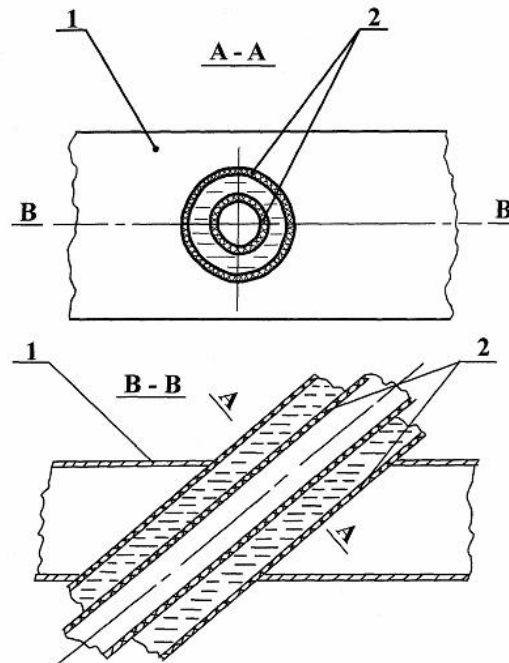
В обох макетах площа поперечного перетину трубок, заповнених рідиною, була однаковою і складала 62,8мм². В цьому випадку при однаковій швидкості проходження рідини в обох пристроях за одиницю часу оброблялася однакова кількість рідини.

В аналогу 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 3 с при температурі вихідного молока 55°C. Температура вхідного молока в обох

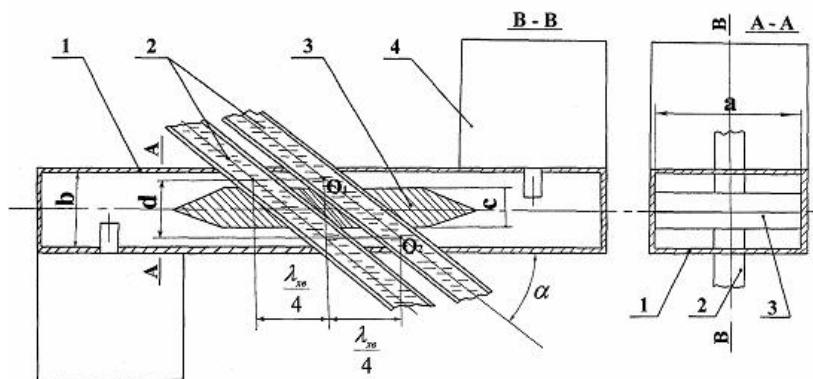
варіантах становила 35°C. Таким чином в пристрої, що пропонується при однакових затратах енергії пастеризується чи знезаражується рідини в 1,6 раза більше або при однакових об'ємах пастеризації чи знезараженні витрачається в 1,6 разів менше енергії.

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, HO IP 1/22 «НВЧ - поглинач».



Фиг. 1



Фиг. 2