

О.Г. МЕДВІДЬ, В.В. ОЛІЙНИКОВА, А.І. БАБИЧ
(Київський національний університет технологій та дизайну)

Аналіз обладнання з НВЧ-нагрівом

Рассмотрено широкое применение разных видов оборудования с СВЧ -нагревом. Показаны широкие перспективы для промышленного применения СВЧ-техники и технологии для многих областей деятельности человека.

Ключевые слова: НВЧ-энергия, НВЧ-установки, микроволновые сушилки, вулканизация, сушка, деструкция, обеззараживание.

In the article considers the wide application of different types of equipment with ultra-high frequency heating. The wide perspectives were opened for the industrial application ultra-high frequency equipment and technology and for many sphere of human activity.

Keywords: microwave energy, microwave installation, microwave drying, vulcanization, drying, destruction, decontamination.

Наукові дослідження впливу мікрохвильової енергії на різні матеріали та предмети відкрили широкі перспективи для промислового застосування НВЧ-енергії у різних галузях промисловості, а також НВЧ-техніки і технології.

У близькому минулому мікрохвильовий нагрів не надто привертв увагу. Однак стрімке зростання енерговитрат, вартості енергії, підвищення вимог до охорони навколишнього середовища поступово змінювали ситуацію.

Розглянемо види обладнання, в яких застосовують СВЧ-енергію у різних галузях промисловості [6].

СВЧ-технології застосовують у промисловості для сушіння зернових і олійних культур.

Застосування мікрохвильової зерносушильної установки дасть змогу скоротити собівартість обробки продуктів сушіння, а також зменшити використання таких дорогих енергоносіїв як дизельне паливо і газ.

НВЧ-зерносушильну установку призначено для видалення вологи із сипучих матеріалів (пшениця, насіння, кукурудза тощо) і застосовується для отримання насіння зернових і олійних культур заданої вологості.

Для висушування продукту використовують енергію НВЧ-поля.

Конструктивно даний пристрій являє собою прямоточну зерносушильну установку вертикального типу, модульної конструкції.

Кожен окремих модуль є функціонально закінченим зерносушильним пристроєм, що забезпечує продуктивність до 5 м³ на годину. Збільшення продуктивності установки досягається збільшенням кількості модулів (до 2-х чи 4-х штук), при цьому продуктивність можна збільшити до 20 м³ на годину.

Модуль установки складається з таких основних блоків: засипний бункер, активна зона, сушильна зона, блок керування, висипний бункер, шнек, система обдування.

Технологічний процес сушіння полягає в такому.

Продукт сушіння подають в активну зону через засипний бункер. Проходячи через активну зону зверху вниз, продукт розігрівається струмами НВЧ на 25–35°C вище температури навколишнього середовища. У цей момент відбувається інтенсивне видалення вологи на поверхні продукту.

Дана технологія дає змогу застосовувати рециркуляцію продукту в сушильній установці і є екологічно чистою, бо відсутні продукти згоряння палива.



Рис. 1 – НВЧ-установка для сушіння зернових і олійних культур

Обладнання із застосуванням НВЧ-енергії широко застосовують і в харчовій промисловості для сушіння харчових продуктів.

Обладнання для НВЧ-сушіння та стерилізації застосовують для сушіння різних харчових продуктів.

Функції та особливості машини:

- ✓ Під дією електромагнітного поля в мікрохвильовій печі харчові продукти висушуються і зневоднюються дуже швидко
- ✓ Рівномірна і повна стерилізація за низьких температур
- ✓ Продукти харчування зберігають натуральний вигляд і смак
- ✓ Обладнання є простим у керуванні, виготовляється із застосуванням передових технологій
- ✓ Машина має автоматизовану систему контролю температури (система керування «Raytek»), автоматичний контроль НВЧ-імпульсу системи, контроль часу нагрівання, автоматичну систему сигналізації, систему спостереження [1].

Машини для мікрохвильового сушіння застосовують у хімічній промисловості.

Обладнання для НВЧ-сушіння хімічних матеріалів використовують для сушіння хімічних порошків, пасти, гранульованих матеріалів, різних хімічних речовин тощо.

Порівняно з іншими сучасними методами, характеризується швидкістю, високою ефективністю, низькими витратами енергії. Сушіння виконується ретельно, продукція може бути висушена до вологості 0,01%.

Мікрохвилі можуть збільшувати енергію активації хімічної реакції, підвищити її швидкість. Час сушіння – від 6 до 15 хв, температура сушіння – від 80 до 90°C. Пристрій з автоматичною системою контролю температури та мікрохвильової потужності, містить системи передачі частотного регулювання та контролю якості продукції. Має автоматичну систему сигналізації та відеоспостереження.

Технічні параметри:

1. Тип, розмір: SH-120кВт
2. Мікрохвильова потужність: > 120кВт (регульована)
3. Вхідна повна потужність: < 180KVA
4. Робоча напруга пристрою: трифазна 380В ± 10%
5. Мікрохвильові частоти: 50 Гц ± 2450МНЗ
6. Габаритні розміри: 18050x1250x2100мм
7. Місткість: 2 т на годину (від сухого стану до вмісту вологи 1%–2%).

Обладнання для сушіння керамічних виробів.

Використовують для сушіння керамічних форм для виготовлення стільників, побутових керамічних виробів, фарфору для високовольтної ізоляції, штучного мармуру.



Рис. 2 – Машина для НВЧ-сушіння риби, креветок, овочів, фруктів, горіхів тощо



Рис. 3 – Мікрохвильова сушарка для хімічних матеріалів



Рис. 4 – Машина для сушіння керамічних виробів

Мікрохвильова сушарка для керамічних виробів має такі переваги:

- ✓ Кінцевий продукт високої якості, не розтріскується;
- ✓ Легко контрольований процес
- ✓ Низьке споживання електроенергії
- ✓ Займає малу площу
- ✓ Вимагає мало зусиль, можливість автоматизації процесу
- ✓ Короткий час обробки

Обладнання із застосуванням мікрохвиль використовується у гумовій промисловості, особливо широко – для НВЧ- вулканізації гуми.

Технологічні лінії вулканізації з НВЧ-нагрівом призначені для безперервної вулканізації гумових профілів прямокутного, круглого і складного перетину з полярних гумових сумішей, отриманих методом шприцювання через формувальні елементи на черв'ячних машинах – екструдерах. Для інтенсивного об'ємного нагрівання заготовок використовують НВЧ-енергію електромагнітних коливань [4].

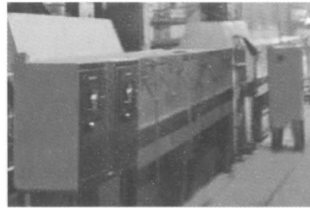


Рис. 5 – Лінії вулканізації з НВЧ-нагрівом

Технологічна лінія в базовій комплектації складається з НВЧ-модуля комбінованого нагріву, модулів теплового нагріву, установки охолодження і сушіння. До складу лінії може входити установка мірного різання профілю. Генерація потужності в НВЧ-модулі здійснюється електровакуумними приладами – магнетронами з частотою генерації 2450 МГц повітряного або водяного охолодження, сумарною НВЧ-потужністю до 15 кВт. Теплове нагрівання оброблюваного профілю здійснюється за допомогою електрокалофера.

Як транспортувальний елемент використовують конвеєрну стрічку з високоміцної склотканини з фторопластовим (тефлоновим) покриттям, що допускає робочі температури до 260°C. Приводи транспортерів виконані на базі мотор-редукторів, керованих частотними перетворювачами з високочутливими датчиками положення. Керування устаткуванням автоматизоване, з можливістю переходу на ручний режим керування. Безпека роботи та запобігання аварійним ситуаціям забезпечує система захисту і блокування. Залежно від виробничих площ споживача і потрібної продуктивності устаткування робоча довжина технологічної лінії з урахуванням зони обслуговування може бути від 35 до 55 м [3].

ТАБЛИЦЯ 1 – Технічні характеристики лінії вулканізації з НВЧ-нагрівом

Параметри	Значення
Продуктивність, кг/год	300– 500
Швидкість конвеєра, м/хв	1–30
Кількість НВЧ-секцій, шт.	3–5
Загальна НВЧ-потужність, кВт	9–15
Температура (max), °C	250
Встановлена потужність електрообладнання, кВт	70–160

ТАБЛИЦЯ 2 – Технічні характеристики машини Zhejiang Baiha Rubber

Характеристика	Значення
Частота мікрохвилі, MHz	2450
Сила мікрохвилі, KW	0–10 (регульована)
Швидкість мікрохвилі, M	0–28 (регульована)
Автоматичний контроль температури, °C	0–290



Рис. 6 – Машина Zhejiang Baiha Rubber для НВЧ-вулканізації гуми

ТАБЛИЦЯ 3 – Технічні характеристики машини Baiha

Характеристика	Значення
Частота мікрохвилі, MHz	2450 ± 50
Сила мікрохвилі, KW	120 (регульована)
Сила вхідного сигналу	AC 380V, 50Hz
Охолодження магнетрона	Водяне

Цю машину в основному використовують для безперервної НВЧ- вулканізації гумових прокладок, шлангів та решти гумових та пластикових виробів [2].

Дану машину застосовують для НВЧ-вулканізації гуми та виготовлення гумових покришок [5].

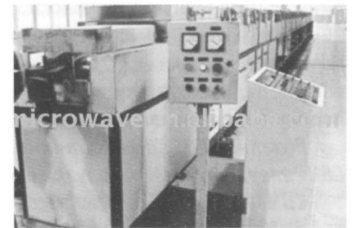


Рис. 7 – Машина Baiha для НВЧ-вулканізації гуми

Пристрої із застосуванням НВЧ-енергії також широко використовують у медицині.

Зокрема, прилади з використанням НВЧ-енергії застосовують у мікрохвильовій терапії, що є одним з методів фізіотерапевтичного лікування, який полягає у впливі на органи і тканини електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ) [8].

Генерація електромагнітного поля провадиться за допомогою спеціального вакуумного приладу магнетрона, який поєднує в собі функціональні можливості коливального контуру і електронної лампи. Між зарядженими по різному полюсами магнетрона виникає рух електронів, що виходять від катода. Рух електронів прискорюється під впливом електричного поля, а магнітне поле, створене спеціально введеною до складу магнетрона магнітом, спрямовує рух електронів, завдяки чому вони потрапляють в органи-мішені. Електричні хвилі, надходячи в клітини і тканини, перетворюють електричну енергію на теплову, створюючи обігрівальний ефект.

Фізіологічний вплив мікрохвиль пов'язаний з викликаними магнітним полем невеликими механічними коливаннями тканин (осциляторний ефект) і неспецифічним нагріванням їх. Виділення тепла відбувається переважно у тканинах, багатих на воду, внаслідок поглинання молекулами води енергії мікрохвиль.



Рис. 8 – Апарат Thermatur m20 (Німеччина) для мікрохвильової терапії

Завдяки осциляторному ефекту мікрохвилі надають: протизапальну, антиалергічну, імуностимулюючу дію.

Крім того, мікрохвилі, місцево впливаючи на нервові закінчення, здатні стимулювати роботу вегетативної нервової системи, діючи у такий спосіб і на функції організму в цілому. При цьому можливий терапевтичний ефект: зниження артеріального тиску, зменшення частоти серцевих скорочень і уповільнення внутрішньо серцевої провідності.

Під впливом мікрохвиль спостерігається посилення вироблення деяких гормонів. Тепловий вплив мікрохвиль (апарат Thermatut m20, Німеччина) прискорює обмінні процеси, лімфо-і кровообіг. Це значно покращує живлення тканин, сприяє швидкому виведенню продуктів розпаду. Тепловий ефект лежить в основі болезаспокійливої та антиспазматичної дії мікрохвиль.

Комплекс для контактної НВЧ-деструкції тканин.



Рис. 9 – Зовнішній вигляд комплексу для контактної НВЧ-деструкції тканин

Вперше створено вітчизняний прилад для термічного контактного руйнування пухлин локальним впливом енергії надвисоких частот. Під час конструювання апаратного комплексу використано результати математичного моделювання та стендових випробувань.

Для оцінювання ефективності запропонованого пристрою проведено експеримент на великих лабораторних тваринах з подальшим дослідженням зони впливу методами світлової та електронної мікроскопії. У разі впливу енергії НВЧ на тканини печінки і нирок встановлено три характерні зони руйнування тканини. Перша зона – безпосередньо навколо робочого електрода, зона повного руйнування, друга – видалення з переважанням судинних порушень і некрозу печінкової тканини.

Третя зона – зовнішня, характеризувалася порушенням цілісності внутрішньоклітинних органел і епітелію капілярів, часто несумісних з подальшою життєдіяльністю клітин. Позитивними властивостями запропонованого методу локальної гіпертермії енергією НВЧ є короткий термін впливу, програмованість форми і розмірів зони руйнування, повторюваність. Метод може бути ефективно використаний в клініці для контактної гіпертермічної деструкції пухлин печінки та нирок.

Третя зона – зовнішня, характеризувалася порушенням цілісності внутрішньоклітинних органел і епітелію капілярів, часто несумісних з подальшою життєдіяльністю клітин. Позитивними властивостями запропонованого методу локальної гіпертермії енергією НВЧ є короткий термін впливу, програмованість форми і розмірів зони руйнування, повторюваність. Метод може бути ефективно використаний в клініці для контактної гіпертермічної деструкції пухлин печінки та нирок.

НВЧ-установка УОМО-1/150-«О-ЦНТ» із знезараження медичних відходів



Рис. 10 – НВЧ-установка УОМО-1/150-«О-ЦНТ» із знезараження медичних відходів

Дану НВЧ-установку призначено для знезараження медичних відходів класів Б (небезпечних) і В (надзвичайно небезпечних). Установку випускають у двох модифікаціях: з однією чи двома дверима, а також з стельовою витяжкою для видалення з камери знезараженої пари і без витяжки.

Універсальним і найбільш надійним способом знезараження різних матеріалів є променеві методи. Принцип знезараження – мікрохвильовий вплив випромінювання на інфіковані матеріали, внаслідок чого відбувається загибель всіх мікроорганізмів [7].

Універсальним і найбільш надійним способом знезараження різних матеріалів є променеві методи. Принцип знезараження – мікрохвильовий вплив випромінювання на інфіковані матеріали, внаслідок чого відбувається загибель всіх мікроорганізмів [7].

Застосування НВЧ- енергії для виробництва високоякісних спиртів.

Призначення:

- ✓ Перегонка бражного матеріалу (із зерна, картоплі тощо) на ректифікований спирт
- ✓ Перегонка виноматеріалів на коньячний, яблучний, плодовий спирти, які повністю відповідають вимогам ДСТУ.

Установка являє собою пристрій, який надає промисловий принципово новий комбінований спосіб нагрівання і пароутворення за допомогою НВЧ та інфрачервоної енергії, що забезпечують тонку фракційну дистиляцію і низький вміст шкідливих домішок в кінцевому продукті. Технологічний процес перегонки повністю автоматизовано.

Переваги:

- ✓ Екологічна чистота, що досягається використанням тільки одного виду енергії (електричної)
- ✓ Відсутність накопу, сторонніх барвників і запахів у спирті, завдяки відсутності локального теплоносія
- ✓ Стабільно висока якість отримуваних спиртів

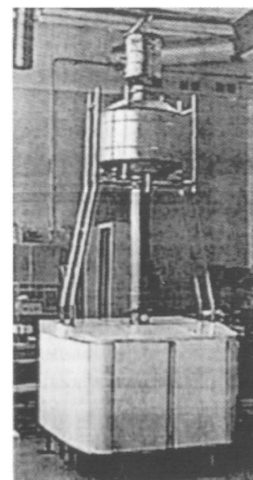


Рис. 11 – НВЧ-установка для виробництва високоякісних спиртів (ректифікований, коньячний, плодовий)

ТАБЛИЦЯ 4 – Основні технічні характеристики

Характеристика	Значення
Продуктивність установки, ректифікований спирт, л/год:	30
Обсяг рідини, л	250–300
Споживана потужність від мережі: 380 В, 50Гц, кВт	30
Питомі витрати електроенергії, кВт / л	1-2
Витрата охолодної води, л/хв	30
Габаритні розміри, мм	1400x1300x4800
Маса, кг	450

НВЧ-обладнання та способи його застосування впроваджено у багатьох галузях промисловості та сферах діяльності людини. Однак у взуттєвій галузі провадять тільки початкові дослідження, хоча спосіб виготовлення взуття із застосуванням НВЧ- енергії є перспективний і дасть змогу значно поліпшити якість взуття та підвищити продуктивність праці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://www.jnyuehong.com/en>
2. baiha.en.alibaba.com
3. <http://www.electronics.ru>
4. <http://www.ptechology.ru/MainPart/PishaTech/PishaTech15.html>
5. industrialmicrowave.en.alibaba.com
6. <http://flagman.co.ua/p180090-svch-ustanovka-dlya.html>
7. <http://www.slav-med.ru/catalog/util/svch-obez.php>
8. <http://www.omega-kiev.com.ua/content/view/140/160/>

Одержано 20.02.2012