

УДК 662.638/818:674.08

О.В. Дьяконов¹, В.І. Д'яконов², О.Ю. Нікітченко², В.С. Волошин²¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Встановлено, що гнучкі можливості надвисокої частоти технології використовуються при переробці рослинної сировини в наступних технологічних процесах: сушка, зниження мікробної контамінації (знезараження), виробництво соків і екстракції. Розповсюдження високочастотного методу нагрівання пояснюється цілим рядом його гнучких особливостей. Перш за все, при високочастотному нагріванні з'являється можливість забезпечення високих швидкостей підвищення температури в матеріалі.

Ключові слова: рослинна сировина, переробка, електромагнітне поле, надвисока частота, сушіння.

Постановка проблеми

Процеси сушіння рослинних відходів для надання їм необхідних фізико-технічних і експлуатаційних характеристик є досить енергоємними і тривалими. З різноманіття методу реалізації цього процесу найбільш ефективним з точки зору продуктивності, енергозбереження, екологічної чистоти, якості готового продукту є сушка енергією електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ).

Мета та методика дослідження

Метою дослідження є удосконалення існуючих НВЧ технологій переробки рослинної сировини. Для проведення досліджень використано комплекс методів наукового дослідження: порівняльний, теоретичний і статичний.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В останні роки в Україні і за кордоном ведуться інтенсивні дослідження і розробки, спрямовані на перетворення біомаси з потенційних паливно-енергетичних ресурсів в реально використовувані і конкурентоспроможні палива [1,2].

Відомо, що сушка рослинної сировини вимагає великих енергетичних витрат. Використання НВЧ пристроїв дозволяє скоротити витрату енергії на обробку рослинної сировини, внаслідок скорочення часу сушки при збереженні високої якості продукції.

Виклад основного матеріалу

Розповсюдження високочастотного методу сушіння рослинних відходів пояснюється цілим рядом його гнучких особливостей. Перш за все, при високочастотному нагріванні з'являється можливість

забезпечення високих швидкостей підвищення температури в матеріалі та дозволяє виконувати вибірковий нагрів при обробці неоднорідних матеріалів, що понижує енергетичні витрати процесу в цілому. Це явище використовується, наприклад, у процесах склеювання, вирівнювання вологості та ін.

При сушінні, очищенні, полімеризації у зв'язку зі зменшенням коефіцієнта втрат матеріалу, що нагрівається, швидкість підняття температури автоматично знижується до кінця процесу, при цьому зменшується можливість недопустимого перегрівання продукту. Процес безінерційний. Технологічні процеси з використанням швидкісного високочастотного нагріву легко механізувати і автоматизувати.

Впровадження високочастотного методу нагріву значно покращує санітарно – гігієнічні умови праці, але певним недоліком ЕМ технології брикетування є нагальна необхідність екранування виключно в зоні взаємодії поля з речовиною та недопущення його витоку більше гранично - допустимих рівнів.

У більшості випадків нагрів будь-яких фізичних тіл виконується шляхом передачі тепла із зовні всередину за рахунок теплопровідності.

При раціональному підборі частоти коливань та параметрів камер, де відбувається перетворення НВЧ – енергії в теплову, можна отримати відносно рівномірне виділення тепла по об'єму тіла.

Ефективність перетворення енергії електричного поля в тепло виростає прямо пропорційно частоті коливань та квадрату напруженості електричного поля. При цьому слід відмітити простоту подачі НВЧ – енергії практично до будь-якої частини маси, що нагрівається.

Перевагою НВЧ – нагріву (сушіння) є також принципово високий к. к. д. перетворення НВЧ – енергії в теплову, яка виділяється в об'ємі тіл, що нагріваються. Теоретичне значення цього к. к. д. близько 100 %. Теплові втрати в провідних трактах звичайно невеликі, і стінки хвилеводів і робочих камер залишаються практично холодними, що створює комфортні умови для обслуговуючого персоналу.

Важливою перевагою НВЧ – нагріву є можливість виконання і практичного застосування нових незвичайних методів нагріву, наприклад, вибіркового, рівномірного, надчистого і саморегульованого.

У США запропоновано використання НВЧ енергії в процесі сушіння рослинної сировини в комбінації з іншими видами сушки [2-4]. Запатентований спосіб передбачає використання мікрохвильової енергії для підвищення температури в сировині. Температура кипіння вологи знижується через знижений тиск в спеціальній вакуумній камері і вільна водяна пара конденсується в атмосфері зниженого тиску [3]. Встановлено, що мікрохвильове випромінювання з метою видалення вологи найкраще використовувати тільки після того, як вміст вологи в сировині вже істотно знизився під дією конвективного нагріву. Це дозволяє гнучко збільшити швидкість сушіння і підтримувати низькі температури поверхні.

У США запатентована енергозберігаюча гнучка сушарка для вологої рослинної сировини. Принцип дії сушарки полягає у використанні двигуна внутрішнього згорання, який одночасно забезпечує конвективне сушіння сировини і приводить в дію генератор, який виробляє електрику для НВЧ пристрою. Вологий продукт подається через першу зону, в якій його сушать за допомогою конвекції, а потім через другу зону, в якій його досушують із застосуванням НВЧ-випромінювання [4].

Запатентована універсальна сушильна установка комбінованої дії, що поєднує конвективну і НВЧ сушку. Установка складається з робочої камери, завантажувального і розвантажувального пристрою, випромінювача НВЧ енергії. [5].

НВЧ-енергія використовується також для сушіння рослинної сировини і вторинних ресурсів, що утворюються при її переробці, з метою отримання порошків, харчових і біологічних активних добавок. Запатентований спосіб виробництва порошку з цукрових буряків, який передбачає термообробку подрібненого буряка НВЧ випромінюванням при температурі 100оС протягом 15 хв. з подальшим диспергування до частинок розміром 600-1000 мкм та обробку маси інфрачервоними променями при щільності падаючого потоку променів 18,5-23,5 кВт / м² з досягненням температури в центрі шару маси 85-92оС. Реалізація цього способу дозволяє запобіг-

ти потемніння та знижує мікробіологічну забрудненість порошку.

Недоліком способу є висока температура НВЧ-нагрівання, яка веде до карамелізації цукру, а, отже до зниження якості готового продукту [6]. Відомий спосіб виробництва інстант-порошку з рослинної сировини, що передбачає сушку в полі НВЧ до залишкової вологості близько 20% при потужності поля НВЧ, що забезпечує нагрів сировини до температури всередині шматочків 80-90 ° С протягом не менше 1 години, з подальшою досушкою конвективним методом до залишкової вологості 4-6% і подрібнення [7].

Недоліками даного способу являються тривала дія на рослинну сировину високої температури, а також необхідність здійснення додаткового досушування конвективним методом, що неминує призведе до значної втрати термолабільних біологічно активних речовин в процесі сушіння, а, отже, до зниження їх вмісту в висушеному продукті.

Запатентована лінія отримання порошку з ягід та іншої рослинної сировини. Порошок отримують шляхом сушки сировини в два етапи, на першому - здійснюють попереднє видалення вологи в НВЧ агрегаті при температурі 80-90 ° С протягом 10-30 хвилин, а на другому етапі його досушування активним вентиляванням, що забезпечує скорочення часу сушіння [8].

Недоліком цієї лінії, є висока температура нагріву сировини в НВЧ агрегаті, а також необхідність досушування в сушарці активного вентилявання, що призведе до протікання небажаних окислювальних процесів.

Розроблено технологію виробництва та запатентовані біологічні активні добавки (БАД) до їжі, отримані з вторинних ресурсів, що утворюються при переробці фруктів і овочів [9, 10].

У патенті [9] БАД до їжі є порошок з вичавок гарбуза, отриманий шляхом їх обробки енергією НВЧ з частотою 2450МГц при питомій потужності 450-600 Вт / дм³ протягом 40-60 секунд з метою переведення пов'язаної вологи в вільну, яка легко випаровується при подальшій сушці обробленої сировини. У патенті [10] запропоновано порошок з вичавок яблук, отриманий шляхом їх обробки енергією НВЧ з частотою 2450 МГц при питомій потужності 180-300 Вт / дм³ протягом 30-90 секунд з метою переведення пов'язаної вологи, що міститься у вичавках, у вільну, з подальшою сушкою матеріалу. Таким чином, можна зробити висновок, що застосування енергії НВЧ є найбільш ефективним на технологічній стадії підготовки рослинної сировини до сушіння, що дозволяє скоротити втрати біологічних речовин.

Запатентований [11-13] спосіб знезараження ядер грецького горіха, насіння маку, кунжуту, що

передбачає їх обробку енергією НВЧ з частотою 2450 МГц при питомій потужності 300-600 Вт / дм³, на протязі 30-90 секунд, до кінцевої температури продукту 55-80 °С.

Реалізація даного способу дозволяє підвищити ступінь знезараження рослинної сировини [11].

Запатентований також спосіб знезараження фруктів, який передбачає промивання сухофруктів водою і обробку їх у ЕМП. Сухофрукти з вологістю 12-25% обробляють енергією НВЧ з частотою 2450 МГц при потужності 450 Вт / дм³ протягом 58-60 секунд до кінцевої температури продукту 75-80 °С.

Перевага запропонованого способу полягає в одностадійній обробці сухофруктів НВЧ-енергією, скорочення часу на знезараження сухофруктів [12].

Запатентований спосіб зниження мікробної контамінації (знезараження) сушених продуктів, лікарських трав, спецій шляхом обробки їх мікрохвильовим випромінюванням, що передбачає два етапи: на першому етапі роблять нагрівання мікрохвильовим випромінюванням до температури 85-140 °С при атмосферному тиску в присутності води в дрібнодисперсному стані, а на другому етапі проводять охолодження до температури 30-50 °С за рахунок випаровування при зниженні тиску до 1-10 мм рт.ст. протягом 5-20 хв., вводять при цьому інертні гази.

Знезараження продуктів здійснюють в радіо прозорій і повітрянопроникній тарі [13]. Енергія НВЧ використовується при виробництві соків з рослинної сировини [14,15]. Здатність енергії НВЧ змінювати клітинну проникність рослинної сировини використовується також в процесі екстракції [16,17].

У Канаді запатентована технологія добування екстрагуючих речовин з такої рослинної сировини, як м'ята, хвоя, часник і т. д., що передбачає використання гнучкої НВЧ технології. [16].

У багатьох технологічних процесах з метою збільшення продуктивності, оброблюваний діелектричний матеріал з використанням енергії електромагнітного поля транспортують уздовж електродинамічної системи за допомогою конвеєра в напрямку поширення хвилі, що біжить. У таких НВЧ пристроях енергія електромагнітного поля надвисоких частот поширюється в напрямку руху оброблюваного матеріалу.

Конвейерна сушарка MDBT передбачає використання мікрохвильової енергії для підвищення температури до 230 °С. Може використовуватися для видалення води з рослинних відходів. Переваги - відсутність часу на прогрів конвеєра і швидкий розігрів матеріалу, скорочення часу і енергоспоживання в процесі сушіння або нагрівання, безперервна організація процесу і висока гомогенність нагріву.



Рис.1. Конвейерна сушарка MDBT

Термообробка полімерних композиційних матеріалів на основі рослинних відходів є на сьогоднішній день одним з найбільш ефективних застосувань мікрохвильових технологій. З огляду на малу власну теплопровідність полімерних композиційних матеріалів, а також необхідність об'ємного рівномірного їх нагрівання, використання НВЧ енергії для цих цілей є найбільш ефективним способом отримання виробів належної якості. Крім того, в цьому випадку досягається суттєвий економічний ефект у порівнянні з традиційно застосовуваними технологіями нагріву [16].

Оцінка ефективності НВЧ технологічного процесу виробництва різних конструкційних матеріалів проводиться за такими параметрами: механічна міцність; час обробки; зміна мікроструктури матеріалу; температурна стійкість матеріалів; коефіцієнт корисної дії технологічного процесу; керованість процесу.

Особлива увага при НВЧ нагріванні приділяється малому розкиду температури в матеріалі, що в підсумку визначає внутрішню структуру і якісні характеристики одержуваних виробів, зокрема, з полімерних матеріалів, склопластику та інших матеріалів.

Висока ефективність застосування НВЧ технологій для термообробки полімерних матеріалів, зокрема полімеризація виробів зі склопластику, багато в чому обумовлена низькою теплопровідністю матеріалу і необхідністю отримання високої рівномірності нагріву по всьому об'єму матеріалу, що забезпечує повноту реакції полімеризації і максимальну міцність одержуваних виробів.

Роботи [18,19] присвячені вивченню поведінки полімерних матеріалів в НВЧ полях. У цих роботах проведена оцінка застосування НВЧ технологій для термообробки склопластиків, пошуку нових варіантів режимів нагріву полімерних матеріалів, отримання матеріалів з новими властивостями, недосяжними при застосуванні традиційних технологій.

Особливий інтерес представляє собою область застосування НВЧ енергії для отримання нових матеріалів [18]. Найбільш перспективні конструкції НВЧ пристроїв термообробки діелектричних матеріалів, що знайшли своє застосування в різних галузях промисловості описані в роботах [18,19]

Аналіз сучасних тенденцій розвитку НВЧ технологій показує, що основні наукові дослідження спрямовані на зниження розкиду температури в матеріалах з малою теплопровідністю і збільшеними розмірами поперечних перерізів оброблюваних матеріалів по відношенню до обраної довжини хвилі джерела НВЧ енергії.

Аналіз наукових публікацій в цій області дозволяє зробити наступні висновки:

- Існуючі методи розрахунку і проектування НВЧ пристроїв для термообробки матеріалів в полі біжучої хвилі не враховують залежність діелектричних властивостей матеріалу від температури і вологості. З цієї причини вибір довжини електродинамічної системи, коефіцієнта корисної дії НВЧ пристрою і величини потужності, що підводиться та коригуються в процесі експериментів, що тягне за собою збільшення часу і коштів на їх розробку;

- Розміри оброблюваного матеріалу визначаються при заданій довжині джерела НВЧ енергії параметрами електродинамічної системи і, якщо розміри об'єкта по радіусі перевищують ($0 > 0,15 \bullet \lambda$), то рівномірність нагріву матеріалу забезпечити відомими конструкціями електродинамічних систем не вдається [18, 19].

Для круглих хвильовидних систем на хвилі типу E_{01} розподіл температури по діаметру матеріалу має вигляд:

$$T(r) \sim T(0) \times [J_0(\gamma \times r)]^2, \quad (1)$$

де $T(0)$ - температура в матеріалі на осі хвильоводу.

$$\gamma^2 = k^2 \times \epsilon' - \beta^2, \quad (2)$$

Максимальний розкид температури по радіусу матеріалу визначається у вигляді:

$$\Delta T(r_d) \sim T(0) \times [1 - J_0^2(\gamma \times r_d)]. \quad (3)$$

Для уповільнюючих систем, розподіл температури по радіусу стержня визначається:

$$T(r) \sim T(r_d) \times e^{-2 \times k \times k_{\text{зм}} \times \sqrt{1 - \frac{\epsilon}{k_{\text{зм}}^2}} \times r}, \quad (4)$$

де $T(r_d)$ - температура на поверхні стержня.

Максимальний розкид температури по радіусу матеріалу визначається у вигляді:

$$T(r) \sim T(r_d) \times (1 - e^{-2 \times k \times k_{\text{зм}} \times \sqrt{1 - \frac{\epsilon}{k_{\text{зм}}^2}} \times r_d}). \quad (5)$$

На практиці досягнуто результатів рівномірного нагріву по діаметру з максимальним розкидом температури не більше 10% за умови, що значення діаметра оброблюваного матеріалу ($0 < 0,15 \lambda$). Таким чином, необхідно розробляти нові конструкції НВЧ пристроїв рівномірного нагріву матеріалів у вигляді

стрижнів і труб, які мають діаметри ($0 > 0,3 \lambda$), в два рази більші значення, ніж досягнуті в даний час.

Висновки

Застосування НВЧ технологій є найбільш ефективним на технологічній стадії сушки рослинної сировини.

Розповсюдження високочастотного методу нагрівання (формування брикета) пояснюється цілим рядом його гнучких особливостей, дешевизною та технологічністю. Заміна джерела енергії виконується за декілька хвилин.

Перевагою НВЧ – нагріву є високий к. к. д. перетворення НВЧ – енергії в теплову, яка виділяється в об'ємі тіл, що нагріваються. Теоретичне значення цього к. к. д. близько 100 %.

Міцність брикетів пов'язана з малим розкидом температури в матеріалі при виготовленні не більше 10% за умови, що значення діаметра оброблюваного матеріалу ($0 < 0,15 \lambda$).

Література

1. Пат. 117937 Україна, МПК C10L 5/40. Гнучка технологічна лінія для виготовлення паливних брикетів [Текст] / Дьяконов О. В., Дьяконов В. І., Полянський О. С., Горобець В. М. Коваленко О. І.; Заявник і патенто власник Харківський нац. ун-т міського господарства імені О. М. Бекетова, — №201701568; заявл. 20.02.2017; опубл. 10.07.2017, Бюл. № 13. с. 6.
2. Пат. US4015341, США, МПК A23B 9/04F26B 3/28, F26B 5/04, A23B 9/08, F26B 17/12. Процесс сушки семян [Текст] / Mc Kinney Howard F, Higginbotham Nathan L.; Заявитель и патентообладатель Mc Donnell Douglas Corporation, - No 05643507; заявл. 22.12.1975; опубл. 05.04.1977.
3. Пат. US4045639, США, МПК F26B 17/02, F26B 17/00, F26B 5/04, СВЧ и вакуумная Сушила [Текст] / Meisel Nicolas, заявитель и патентообладатель, Food Processing Systems Corporation, - No 05637420; заявл. 03.12.1975; опубл. 30.08.1977.
4. Пат. US4622757, США, МПК A23L 3/40, A23L 3/005, F26B 17/00, A23L 3/01, A23L 3/54, F26B 17/04, F26B 3/00, F26B 3/32, F26B 3/34, Генератор СВЧ- энергии для сушки пици [Текст] / Bernstein Samuel, Ushimaru Kenji, заявитель и патентообладатель Energy International, Inc., - No 06685462; заявл. 24.12.1984; опубл. 18.11.1986.
5. Пат. ru02078522, МПК 6 A6A 23N, 6A 23B, Универсальная сушильная установка комбинированного действия, [Текст] / Громыко В. Н., Ашмарин В. А., заявитель и патентообладатель Громыко В. Н., - No 93045184/13; заявл. 14.09.1993; опубл. 10.05.1997.
6. Пат. ru02223667, МПК 7A, 7A23L, 7A 23L, Способ производства порошка сахарной свеклы [Текст] / Корячкина С. Я. Заявитель и патентообладатель Корячкина С. Я. - No 2001112882/13; заявл. 15.05.2001; опубл. 20.02.2004.
7. Пат. ru02315534, МПК A23L 3/01, Способ производства инстант-порошка из растительного сырья [Текст] / Ломачинский В. В., Мегердичев Е. Я., Квасенков О. И. заявитель и патентообладатель Ломачинский В. В., - No 2006118179/13; заявл. 29.05.2006; опубл. 27.01.2008.

8. Пат. ru02102894, МПК 6 А6А 23В Линия для получения порошка из ягод и других сырьевых растительных материалов [Текст] / Семин А.Н., Топорков Н.В., заявитель и патентообладатель, Уральская государственная Сельскохозяйственная академия, - No 96111659/13; заявл. 11.06.1996; опубл. 27.01.1998.
9. Пат. 2554991, МПК А23L 1/30, А23L 1/212, А23L 1/025, Биологически активная добавка к пище, [Текст] / Лисовой В. В., Корнен Н. Н. и др., Заявитель и патентообладатель Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, - No 2014120105/13; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.07.2015
10. Пат. 2562517, МПК А23L 1/30, А23L 1/212, А23L 1/025, Биологически активная добавка к пище, [Текст] / Лисовой В. В., Корнен Н. Н. и др., заявитель и патентообладатель Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, - No 2014120106/13; заявл. 19.05.2014; опубл. 10.09.2015.
11. Пат. 2312505, МПК А23В, 7/01 Способ беззараживания ядер исемян растительного сырья для использования в пищевой промышленности, [Текст] / Цугленок Н. В. Цугленок Г. И. и др., заявитель и патентообладатель Красноярский государственный аграрный университет, - No 2006113812/13; заявл. 24.04.2006; опубл. 20.12.2007.
12. Пат.2248128, МПК 7А, 7А, 23В. Способ обеззараживания сухофруктов, [Текст] / Цугленок Н.В. Юсупова Г. Г. и др. Заявитель и патентообладатель Красноярский Государственный аграрный университет, No 2003122140/13; заявл. 15.07.2003; опубл. 20.03.2005.
13. Пат. 2005135281, МПК А23L3/26 Способ обеззараживания сушеных продуктов, лекарственных трав, специй [Текст] / Иванов В. А. заявитель и Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Ингредиент», - No 2005135281/13; заявл. 14.11.2005; опубл. 20.05.2007.
14. Пат. WO / 2000/001254, WO, МПК А23L 2/04, А23L 2/48, А23L 2/70. Способ получения сока из растительного сырья, [Текст] / Goloveshko V., Voynov M. и др., заявитель и Патентообладатель Goloveshko V., Voynov M. И др., - No PCT/UA1998/000019; заявл. 16.12.1998; опубл. 13.01.2000.
15. Пат. 2143813, МПК 7А 23L, 7А7, А 23В, Способ безотходной переработки замороженных ягод [Текст]/ Дмитриева Г.С., Кирсанов Ю.А. заявитель и Патентообладатель ЗАО «Евдокия-Д», - No 98120720/13; заявл. 17.11.1998; опубл.10.01.2000.
16. Пат. 0398798, EP, МПК G01, N1/44, C11, B9/02., А23L, C11B, Экстракция с помощью микроволн [Текст] / Rare Joseph J.R., Sigouin, MichellapointE, Jacques, заявитель и Патентообладатель Her majesty the queen in right of canada – No 90401290; заявл.15.05.1990; опубл. 22.11.1990.
17. Пат. 1546194, Китай, МПК B01D 11/02, B01J 19/12, Экстракция с помощью СВЧ [Текст] / Tang Huazhao, заявитель и патентообладатель Guizhou Jiacheng Pharmaceutical Co., Ltd, - No 200310111183.6; заявл. 12.12.2003; опубл. 17.11.2004.
18. Лоик, Д.А. Исследование и разработка СВЧ устройств термообработки материалов в режиме безычей волны. [Текст] / Д.А. Лоик // Автореферат диссертации Москва, 2009. - 36 с.
19. Назаров, И.В. Измерение распределения температурного поля по сечению материалов в поле безычей СВЧ волны [Текст] / И.В. Назаров, М.В. Нефедов, В.Н. Нефедов, Т.А. Потапова, А.В. Мамонтов // Метрология, 2006. - №3.- С. 9-20.

References

1. Dyakonov, O. V., Dyakonov, V. I., Polyansky, OS, Vorobets, V.M., Kovalenko, O. I. (2017) *Stalemate. 117937Ukraine, IPC S10L 5/40. Flexible technological line for the production of fuel briquettes*. Applicant and patent holder Kharkiv National University. University of Urals named after O.M. Beketova - №201701568; stated. Feb 20, 2017; Bul. No. 13. с.6.
2. Mc Kinney Howard, F. & Higginbotham Nathan, L. ; (1977) *Stalemate. US4015341, USA, IPC A23B 9 / 04F26B 3/28, F26B 5/04, A23B 9/08, F26B 17/12. The process of drying seeds* Applicant and patent attorney Mc Donnell Douglas Corporation, - No. 05643507; stated. 22.12.1975.
3. Meisel, Nicolas (1977) *Stalemate. US4045639, USA, IGC F26B 17/02, F26B 17/00, F26B 5/04, Microwave and Vacuum Dryers*. Applicant and Patent Owner, Food Processing Systems Corporation, - No. 05637420; stated. 03/12/1975.
4. Bernstein Samuel, Ushimaru Kenji (1986) *Stalemate. US4622757, USA, IPC A23L 3/40, A23L 3/005, F26B 17/00, A23L 3/01, A23L 3/54, F26B 17/04, F26B 3/00, F26B 3/32, F26B 3/34, Microwave Generator for Food Drying*. Applicant and Patent Owner, Energy International, Inc. - from 06685462; stated. 24.12.1984.
5. Gromyko, VN & Ashmarin, VA, (1997) *Stalemate. ru02078522, IPC 6 A6A 23N, 6A 23B, Universal Combined Combination Dryer*. Applicant and Patent Owner Gromyko VN - No 93045184/13; stated. September 14, 1993.
6. Koryachkina, S.Ya. (2004) *Pat. ru02223667, IPC 7A, 7A23L, 7A 23L, Sugar Beet Powder Production Method*. Applicant and the patent holder Koryachkina S.Ya. - No. 2001112882/13; stated 05.05.2001.
7. Lomachinsky, VV, Meherdichev, E. Ya., Kvasenkov, O. I. (2008) *Pat. ru012315534, IPC A23L 3/01, Method of production of instant-powder from vegetable raw materials*. Applicant and Patent Lomachinsky V.V. - No. 2006118179 / 13; stated. May 29, 2006.
8. Semin, AN & Toporkov, NV (1998) *Pat. ru02102894, IPC 6 A6A 23B Line for the production of powder from berries and other raw vegetable materials*. Applicant and Patent Owner, Ural State Agricultural Academy, - No. 96111659/13; stated. June 11, 1996.
9. Lisova, V.V., Kornen, N.N. et al. (2015) *Pat 2554991, IPC A23L 1/30, A23L 1/212, A23L 1/025, Biologically active additive to food*. The applicant and the patent holder of the Krasnodar Research Institute for the Storage and Processing of Agricultural Products, - No 2014120105/13;stated. 05.19.2014.
10. Lisova, V.V., Kornen, N.N., et al. (2015) *Pat 2562517, IPC A23L 1/30, A23L 1/212, A23L 1/025, Biologically active additive to food*. Applicant and patent holder Krasnodar Research Institute for Storage and processing of agricultural products - No 2014120106/13; stated. 05.19.2014.
11. Tsuglenok, NV, Tsuglenok, G.I. et al. (2007) *Pat 2312505, IPC A23B, 7/01 The method of non-infection of coriander seeds of vegetable raw materials for use in the food industry*. The applicant and the patent holder Krasnoyarsk State Agrarian University, - No. 2006113812 /13; stated. Apr 24, 2006.
12. Tsuglenok, N.V. & Yusupova, G. G. (2005) *Pat.2248128., IPC 7A, 7A, 23B. Method of decontamination of dried fruits*. Applicant and patent holder Krasnoyarsk State Agrarian University, No 2003122140/13; stated. July 15, 2003.
13. Ivanov, VA (2007) *Pat 2005135281, IPC A23L3 / 26 Method of disinfection of dried products, medicinal herbs, spices*. Applicant and Patent Owner Limited Liability Company "Ingredient" - No 2005135281/13; stated. 14.11.2005.

14. Goloveshko, V. & Voinov, M. (2000) *Pat. WO / 2000/001254, WO, IPC A23L 2/04, A23L 2/48, A23L 2/70. Intake of Juice of Invasive Raw Materials*. Applicant and Patent Owner Goloveshko V., Voinov M.I., etc. - No PCT / UA1998 / 000019; stated. 16.12.1998.
15. Dmitrieva, GS & Kirsanov, Yu.A. (2000) *Pat. 2143813, IPC 7A 23L, 7A7, A23B, Method of non-waste processing of freezers of berries*. Applicant and patent holder of Evdokia-D CJSC, - No. 98120720/13; stated. 17.11.1998.
16. Pare Jocelyn, JR, Sigouin, MichellapointE, Jacques (1990) *Pat 0398798, EP, MPK G01, NI / 44, C11, B9 / 02, A23L, C11B, Microwave Extraction*. Applicant and Patent Owner Her majesty the queen in the right of Canada - No 90401290; declared 05.05.1990.
17. Tang, Huazhao (2004) *Pat 1546194, China, IPC B01D 11/02, B01J 19/12, Microwave Extraction*. Applicant, Patent Owner, Guizhou Jiacheng Pharmaceutical Co., Ltd, - No. 200310111183.6; stated. 12.12.2003.
18. Loik, D.A. (2009) Research and development of microwave devices of heat treatment of materials in running wave mode. *The dissertation Author's abstract of Moscow*, 36.
19. Nazarov, IV, Nefedov, MV, Nefedov, VN, Potapova, T.A., Mammoth, AV. (2006) Measurement of the distribution of the temperature field by the cross section of materials in the field of a traveling microwave wave. *Metrology*, 3, 9-20.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Харченко В. Ф., Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: ВОЛОШИН Вадим Сергійович
студент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – vadim.volshyn@ukr.net

Автор: ДЬЯКОНОВ Олексій Васильович
пошукач
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
E-mail – v.dyakonov@gmail.ru

Автор: Д'ЯКОНОВ Василь Іванович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – v.dyakonov@gmail.ru

Автор: НІКІТЧЕНКО Ольга Юріївна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – olganikitchenko369@gmail.com

SUBSTANTIATION OF THE DIRECTION OF IMPROVEMENT OF EXISTING MICROWAVE TECHNOLOGIES FOR THE PROCESSING OF PLANT RAW MATERIALS

O.V. Dyakonov¹, V.I. Dyakonov², O.Y. Nikitchenko², V.S. Voloshin²

¹Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine

²O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

It is set that flexible possibilities Microwave technologies are used for processing of digester in next technological processes: drying, decline of microbial (disinfestation), production of juices and extraction. Distribution of high-frequency method of heating is explained by quite a few him flexible features. Foremost, at the high-frequency heating possibility of providing of high-rate of increase of temperature appears in material. In the article the considered possibility to execute the selective heating at treatment of heterogeneous materials, that lowers the power charges of process on the whole. It is set that application Microwave technologies gives an opportunity to get the prepared product of top quality and food value. At drying in connection with reduction of coefficient of losses of material that is heated, speed of raising of temperature automatically goes down to the end of process, possibility of the impermissible overburning of product diminishes here. Technological processes with the use of the speed high-frequency heating it easily to mechanize and automatize.

Introduction of high-frequency method of heating considerably improves sanitary are hygienical terms of labour, but the certain lack of ЕМП of technology of briquetting is an urgent necessity of screening of ЕМП exceptionally for the zone of cooperation of the field with a substance and non-admission of his source anymore of possible levels. At the rational selection of frequency of vibrations and parameters of chambers, where transformation is Microwave are energies in thermal, it is possible to get relatively the even selection of heat on the volume of body.

In many technological processes with the aim of increase of the productivity, the processed dielectric material with the use of energy of the electromagnetic field is transported along the electrodynamic system by means of conveyer in direction of distribution of wave that hurries. In such Microwave devices energy of the electromagnetic field of hyperfrequencies spreads in direction of motion of the processed material.

Conveyor the dryer of MДBT envisages the use of microwave energy for the increase of temperature to 230 °C. Can be used for moving away of water from vegetable wastes. Advantages are absence of time on warming up of conveyer and rapid warming-up of material, reduction of time and energy consumption in the process of drying or heating, continuous organization of process and high homogeneity of heating.

Keywords: digester, processing, electromagnetic field, hyperfrequency, drying