



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 120031

(13) C2

(51) МПК

F26B 3/02 (2006.01)

F26B 3/04 (2006.01)

F26B 9/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2015 04277</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Юдін Олександр Ілларіонович (UA), Чалий Володимир Володимирович (UA), Юрасов Сергій Миколайович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>30.04.2015</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>25.09.2019</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>10.11.2016, Бюл.№ 21</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>Юдін Олександр Ілларіонович, вул. Полтавський шлях, 148/2, кв. 344, м. Харків, 61034 (UA)</b>
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.09.2019, Бюл.№ 18</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Стогній Євген Степанович, реєстр. №65</b>
	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 1513352 A1, 07.10.1989 RU 2019777 C1, 15.09.1994 RU 2463538 C1, 10.10.2012 UA 24201 A, 30.10.1998 RU 2544405 C1, 20.03.2015 SU 977908 A1, 30.11.1982 UA 73575 U, 25.09.2012 EP 1068802 A2, 17.01.2001

**(54) СПОСІБ КОНВЕКТИВНОГО СУШІННЯ ОВОЧІВ І ФРУКТІВ І УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ****(57) Реферат:**

Група винаходів належить до технологічних процесів переробки харчових продуктів, зокрема сушіння овочів і фруктів, і може бути використана при переробці сільськогосподарської продукції.

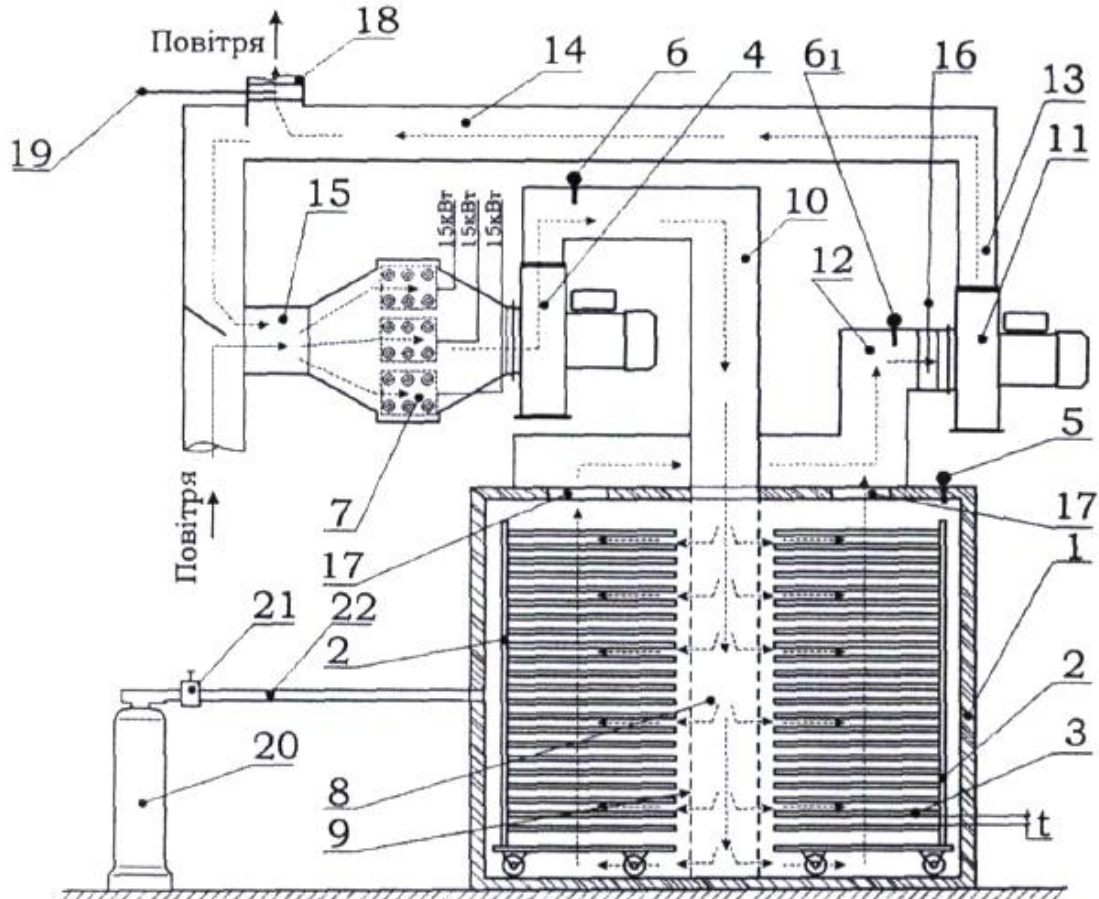
Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів характеризується тим, що рослинну сировину нарізають на шматочки, які розкладають щонайменше на один стелаж 2 із сітчастими піддонами 3, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажу 2. Стелаж 2 встановлюють у герметично ущільнену сушильну камеру 1, де забезпечують циркуляцію конвективного потоку сушильного агента, нагрітого до температури 35-95 °С, при цьому сушіння рослинної сировини ведуть у атмосфері сушильного агента, за який використовують повітря і/або інертний газ-азот. Сушіння ведуть при надлишковому тиску в сушильній камері 1, що створюється за допомогою нагнітаючого вентилятора 4, при цьому величину надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) встановлюють у межах 0,12-0,25 МПа в залежності від складу і початкової вологості рослинної сировини.

Для реалізації вказаного способу призначена установка для конвективного сушіння овочів і фруктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру 1, пов'язану з системою циркуляції сушильного агента, що забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері 1, щонайменше один теплогенеруючий пристрій і один стелаж 2 з сітчастими піддонами 3 для розміщення рослинної сировини, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажу 2. Установка містить нагнітаючий вентилятор 4, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також блок управління, який містить датчик тиску 5 і датчики температури 6, 6<sub>1</sub>. Стелаж 2 виконаний у вигляді візка для

UA 120031 C2

забезпечення швидкої установки і вилучення останнього з сушильної камери 1. Як теплогенеруючий пристрій в установці використаний теплогенератор 7, вбудований в систему циркуляції сушильного агента, при цьому в сушильній камері 1 вздовж її вертикальної осі змонтований циліндричний колектор 8 подачі нагрітого сушильного агента, з прорізами 9, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком ( $t$ ) вздовж вертикальної осі. Зазначений колектор 8 пов'язаний з вихідним патрубком 10 нагнітаючого вентилятора 4, а система циркуляції сушильного агента забезпечена витяжним вентилятором 11, вхідний патрубок 12 якого пов'язаний з порожниною сушильної камери 1, а вихідний патрубок 13 пов'язаний за допомогою трубопроводу 14 з входом теплогенератора 7.

Технічним результатом групи винаходів, що заявляється, є забезпечення високої якості і привабливого зовнішнього вигляду отриманого продукту із збереженням у ньому органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини.



Група винаходів, що заявляється, належить до технологічних процесів переробки харчових продуктів, зокрема сушіння овочів і фруктів, і може бути використана при переробці сільськогосподарської продукції, з метою підвищення термінів її зберігання.

Одним з недоліків традиційних способів сушіння овочів і фруктів (далі - рослинна сировина) на нагрітій поверхні або при охолодженні гарячим повітрям є нагрів підготовленої рослинної сировини до 100 °C і більше, що призводить до руйнування корисних речовин, що входять до її складу, зокрема мікроелементів і вітамінів, а також погіршення органолептичних властивостей отриманого продукту. При сушінні ж рослинної сировини в природних умовах, без примусового нагріву, процес затягується на декілька днів і за цей час в продукті встигають початися процеси інтенсивного розвитку мікрофлори (бродіння і гниття), що призводить до його псування.

Овочі і фрукти характеризуються великим вмістом води і порівняно малим вмістом сухих речовин. Основна частина води в рослинній сировині знаходиться в більш або менш вільній рухомій формі і тільки близько 5-7 % її пов'язано в клітинних колоїдах і міцно утримується. Це зумовлює достатню легкість висушування плодів і овочів до вологості 12-14 %, але ускладнює видалення залишкової вологи. Як правило, для ефективного збереження овочів і фруктів в сушеному вигляді потрібно знизити їх вологовміст до рівня 15-20 %.

Відомий спосіб конвективного сушіння високовологих матеріалів, зокрема овочів і фруктів, який характеризується тим, що сушіння ведуть у камері, зі встановленим у ній щонайменше одним перфорованим сітчастим піддоном для розміщення рослинної сировини, при одночасному впливі інфрачервоного випромінювання (далі - ІЧ-випромінювання) [див. авт. свід. СРСР № 1513352, МПК F26B 3/30, опубл. 07.10.1989 р.]. Сушіння рослинної сировини здійснюють шляхом одночасного впливу потоку повітря (сушильного агента) та ІЧ-випромінювання. Вплив ІЧ-випромінювання проводиться в дві стадії. На першій стадії сушіння максимум інтенсивності випромінювання забезпечується на одній із сторін рослинної сировини, розміщеної на піддоні, а мінімум - на іншій, а на другій стадії, навпаки, при цьому зміну інтенсивності опромінення сторін здійснюють при утворенні на стороні рослинної сировини, що піддається опроміненню, термоізолюючої кірки.

Недоліком відомого способу є низька продуктивність, яка обумовлена необхідністю послідовного поетапного опромінення рослинної сировини з різних сторін, що подовжує цикл сушіння рослинної сировини, завантаженого в сушильну камеру. Разом з тим знижується якість отриманого продукту із-за коагуляції білків в оброблюваній сировині і створення термоізолюючої кірки на поверхні отриманого продукту, що призводить до зниження органолептичних властивостей оброблюваної рослинної сировини.

Відомий спосіб конвективного сушіння овочів та фруктів, який характеризується тим, що сушіння ведуть у камері зі встановленим у ній щонайменш, одним піддоном для розміщення рослинної сировини, в імпульсному режимі нагрівання-охолодження, при цьому опромінення здійснюють ІЧ-випромінюванням [див. патент RU № 2043585, МПК F26B 3/30, опубл. 10.09.1995 р.]. Згідно з відомим способом рослинну сировину, що підлягає сушінню, укладають на піддони, які установлюють в сушильній камері на напрямних. Потім включають ІЧ-випромінювачі і сушать в імпульсному режимі нагрівання-охолодження до досягнення необхідної вологості 15-17 %, при цьому імпульсний режим нагрівання-охолодження надає жорсткий тепловий вплив на оброблювану сировину, що призводить до втрати товарного виду одержуваного продукту і погіршенню його органолептичних властивостей. Недоліком відомого способу є низька якість отриманого продукту.

Відомий спосіб конвективного сушіння сільськогосподарських продуктів, який здійснюють шляхом багаторазового переміщення повітря через герметично ущільнену теплоізольовану сушильну камеру, в якій встановлені касети з рослинною сировиною, що висушується, при цьому в сушильній камері забезпечується циркуляція конвективного потоку нагрітого сушильного агента, зі швидкістю 2,0-5,0 м/с [див. патент РФ № 2019777, МПК F26B 3/02, 9/06, опубл. 15.09.1994 р.].

Недоліком відомого способу є низька якість отриманого продукту, зумовлена нерівномірним прогріванням рослинної сировини, яка знаходиться в касетах, що призводить до різного ступеня висушування оброблюваної рослинної сировини в обсязі кожної зі згаданих касет.

Відомий спосіб конвективного сушіння овочів та фруктів, прийнятий за найближчий аналог, який характеризується тим, що рослинну сировину нарізають на шматочки, які розкладають щонайменше на один стелаж із сітчастими піддонами, встановленими з заданим кроком ( $t$ ) вздовж вертикальної осі стелажа, який потім встановлюють в герметично ущільнену сушильну камеру, де забезпечують циркуляцію конвективного потоку сушильного агента, нагрітого до температури 35-95 °C, при цьому сушіння рослинної сировини ведуть у атмосфері сушильного агента, за який використовують повітря і/або інертний газ-азот [див. проспект компанії

"Спектрум", 2014, [www.spektrum.ua](http://www.spektrum.ua)]. Нагрівання рослинної сировини в сушильній камері здійснюється за допомогою інфрачервоних випромінювачів (далі - ІЧ-випромінювачі), встановлених над кожним сітчастим піддоном.

Недоліком відомого способу є низька якість отриманого продукту. Це пояснюється тим, що при роботі інфрачервоних випромінювачів навколо них утворюються високотемпературні зони, які впливають на рослинну сировину, що знаходиться в безпосередній близькості до зазначених зон, значно інтенсивніше, ніж загальний фон (градієнт) температур, підтримуваний в сушильній камері в цілому. Це призводить до підгоряння рослинної сировини і погіршення органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту.

Задачею способу, що заявляється та входить в групу винаходів, є розробка способу конвективного сушіння овочів і фруктів, що забезпечує високу якість і гарний зовнішній (товарний) вигляд одержуваного продукту із збереженням органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини.

Для досягнення поставленої задачі у відомому способі конвективного сушіння овочів і фруктів, який характеризується тим, що рослинну сировину нарізають на шматочки, які розкладають щонайменше на один стелаж із сітчастими піддонами, встановленими з заданим кроком ( $t$ ) вздовж вертикальної осі стелажу, який потім встановлюють у герметично ущільнену сушильну камеру, де забезпечують циркуляцію конвективного потоку сушильного агента, нагрітого до температури 35-95 °С, при цьому сушіння рослинної сировини ведуть у атмосфері сушильного агента, за який використовують повітря і/або інертний газ-азот, згідно з винаходом, сушіння ведуть при надлишковому тиску в сушильній камері, що створюється за допомогою нагнітаючого вентилятора, при цьому величину надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) встановлюють у межах 0,12-0,25 МПа в залежності від складу і початкової вологості рослинної сировини.

При впливі на рослинну сировину надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ), при величині  $P_{\text{ск}}=0,12-0,25$  МПа, підвищується ефективність вилучення вологи з рослинної сировини. Разом з тим, при циркуляції в сушильній камері конвективного потоку сушильного агента, нагрітого до температури 35-95 °С, в ній створюється постійний градієнт температур і підтримується необхідний аеродинамічний режим, що забезпечує найбільш оптимальні умови сушіння рослинної сировини, при яких в отриманому продукті максимально зберігаються органолептичні властивості вихідної рослинної сировини.

У окремому варіанті використання способу, що заявляється, нагрівання сушильного агента здійснюють за допомогою теплогенератора, вбудованого в систему циркуляції сушильного агента, а процес сушіння ведуть в два етапи з поступовим зниженням температури від етапу до етапу. Це дозволяє забезпечити більш "м'який" вплив на оброблювану рослинну сировину в процесі сушіння і підвищити якість одержуваного продукту, а також дозволяє скоротити питому витрату електроенергії, необхідної для висушування рослинної сировини, завантаженої в сушильну камеру.

В іншому варіанті реалізації винаходу, при досягненні в сушильній камері температури сушильного агента і рослинної сировини 80-95 °С ведуть сушіння останньої при зазначеній температурі до вологості 40-45 % з подальшим зниженням температури сушильного агента до 50-65 °С, при якій забезпечують подальше зниження вологості рослинної сировини до 15-25 %. Вибір зазначених параметрів обумовлений найбільш оптимальним режимом сушіння з точки зору економії електроенергії при реалізації способу, що заявляється.

У окремому варіанті використання способу, що заявляється, потік сушильного агента, виведеного з сушильної камери, насичений вологою, що виділилася з рослинної сировини, направляють в систему циркуляції сушильного агента за допомогою витяжного вентилятора, вхідний патрубок якого пов'язаний з колектором відведення сушильного агента з сушильної камери, а вихідний патрубок пов'язаний за допомогою трубопроводу з входом теплогенератора. Зазначені в цьому варіанті ознаки способу, що заявляється, дозволяють забезпечити повторне використання нагрітого сушильного агента в циклі сушіння рослинної сировини, що сприяє зниженню енергоспоживання при реалізації способу, що заявляється.

В іншому варіанті використання способу, що заявляється, потік сушильного агента, який відводиться з сушильної камери, ділять в згаданому трубопроводі на дві частини, одну з яких скидають в атмосферу, а іншу повертають у теплогенератор для повторного використання в циклі сушіння рослинної сировини.

Ще в одному варіанті використання способу, що заявляється, витрату сушильного агента, що відводиться з сушильної камери і повертається в теплогенератор, регулюють за допомогою автоматичної засувки, керованою за допомогою системи управління, в межах від 20 м<sup>3</sup>/год. до 50 м<sup>3</sup>/год.

Технічним результатом способу, що заявляється, є забезпечення високої якості та гарного товарного вигляду одержуваного продукту із збереженням органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини.

Відома установка для конвективного сушіння сільськогосподарських продуктів, що містить теплоізольовану сушильну камеру, в якій встановлений нагрівальний блок і, щонайменше, одна сітчаста касета з рослинною сировиною, що висушується, систему циркуляції сушильного агента, відцентровий вентилятор, який розташований над касетами і подає сушильний агент крізь шар рослинної сировини, що знаходиться в кожній сітчастій касеті, датчики температури, що реєструють температуру сушильного агента [див. патент РФ № 2019777, МПК F26B 3/02, 9/06, опубл. 15.09.1994р.]. В сушильній камері здійснюється аеродинамічне нагрівання сушильного агента шляхом багаторазового його переміщення за допомогою відцентрового вентилятора по замкнутому контуру системи циркуляції сушильного агента.

Недоліками установки є її низька продуктивність і невисока якість одержуваного продукту. Це пояснюється тим, що в сушильній камері відбувається інтенсивний вплив нагрітого зволоженого повітря на рослинну сировину, яка висушується, що призводить до зниження ефективності відбору вологи з оброблюваної рослинної сировини. Це веде, з одного боку, до зниження продуктивності установки, оскільки волога своєчасно не видаляється з сушильного агента, що циркулює в сушильній камері і насиченого парами рослинної сировини, а, з іншого боку, до коагулювання білків і утворення кірки на поверхні оброблюваної рослинної сировини. Все це веде до погіршення органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту.

Разом з тим недоліком відомої установки також є незручність в експлуатації, обумовлена тим, що при завантаженні в сушильну камеру підготовленої до сушіння рослинної сировини необхідно встановлювати в камері окремо кожен піддон з рослинною сировиною.

Зазначені недоліки знижують ефективність сушіння рослинної сировини при використанні відомої установки.

Відома також установка для конвективного сушіння овочів і фруктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру циліндричної форми, в якій встановлено щонайменше один нагрівальний блок і один сітчастий піддон для розміщення рослинної сировини, систему циркуляції сушильного агента, що забезпечує циркуляцію сушильного агента в сушильній камері, насос для пониження тиску в сушильній камері, систему управління, яка містить датчики температури і тиску [див. деклараційний патент України № 24201, МПК A61K 35/78, F26B 9/06, опубл. 30.10.1998 р.].

Недоліком відомої установки є незручність в експлуатації, обумовлена тим, що при завантаженні в сушильну камеру підготовленої до сушіння рослинної сировини необхідно окремо по черзі встановлювати в сушильну камеру піддони з рослинною сировиною.

Недоліком відомої установки є також її низька продуктивність, із-за прикладання до рослинної сировини, що знаходиться в сушильній камері, тільки зниженого тиску без прикладання до рослинної сировини підвищеного тиску, що веде до зниження ефективності відбору вологи з оброблюваної рослинної сировини.

У той же час, за допомогою відомої установки не забезпечується одержання необхідної якості отриманого продукту, що призводить до погіршення органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту.

Відома установка для сушіння високовологих рослинних продуктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру, оснащену щонайменше одним теплогенеруючим пристроєм і сітчастими піддонами для розміщення рослинної сировини, встановленими з заданим кроком ( $t$ ) вздовж вертикальної осі сушильної камери, а також блок управління, що містить датчики температури [див. опис до патенту РФ № 2043585, МКИ F26B 3/30, опубл. 10.09.1995 р.]. Установка містить кілька рядів інфрачервоних випромінювачів, розташованих із заданим кроком ( $t$ ) між сітчастими піддонами. Недоліком відомої установки є низька якість отриманого продукту. Це пояснюється тим, що при роботі інфрачервоних випромінювачів навколо них утворюються високотемпературні зони, які нерівномірно впливають на рослинну сировину, яка розташована на сітчастих піддонах і знаходиться в безпосередній близькості до зазначених зон. Це призводить до підгоряння рослинної сировини і погіршення органолептичних якостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту. Також недоліком відомої установки є незручність в експлуатації, яка обумовлена тим, що при завантаженні в сушильну камеру підготовленої для сушіння рослинної сировини необхідно встановлювати окремо в камері кожен піддон з рослинною сировиною.

Відома установка для конвективного сушіння високовологих рослинних продуктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру, оснащену системою

циркуляції сушильного агента, яка забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері, щонайменше, один теплогенеруючий пристрій, сітчасті піддони для розміщення рослинної сировини, встановлені з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа, нагнітаючий вентилятор, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також систему управління, яка містить, датчики температури [див. патент РФ № 2463538, МКИ F26B 9/06, 3/30, опубл. 10.10.2012 р.]. Установа містить кілька рядів інфрачервоних випромінювачів, розташованих із заданим кроком (t) між сітчастими піддонами.

Недоліком відомої установки є низька якість отриманого продукту. Це пояснюється тим, що при роботі інфрачервоних випромінювачів навколо них утворюються високотемпературні зони, що впливають на рослинну сировину, яка розташована на сітчастих піддонах і знаходиться в безпосередній близькості до зазначених зон, значно інтенсивніше, ніж загальний фон температур, підтримуваний в сушильній камері в цілому. Це призводить до підгоряння рослинної сировини і погіршення органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту.

Разом з тим недоліком відомої установки є також незручність в експлуатації, яка обумовлена тим, що при завантаженні в сушильну камеру підготовленої для сушіння рослинної сировини необхідно встановлювати окремо в камері кожен піддон з рослинною сировиною.

Відома установка для конвективного сушіння овочів та фруктів, прийнята за найближчий аналог, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру, пов'язану з системою циркуляції сушильного агента, що забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері, щонайменше один теплогенеруючий пристрій і один стелаж з сітчастими піддонами для розміщення рослинної сировини, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа, нагнітаючий вентилятор, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також блок управління, який містить датчики тиску і температури, при цьому стелаж виконаний у вигляді візка для забезпечення швидкої установки і вилучення останнього з сушильної камери [див. проспект компанії "Спектрум", 2014, [www.spektrum.ua](http://www.spektrum.ua)]. Установка забезпечена вакуумною турбіною, що дає можливість створення розрядження в камері, для зниження температури сушіння рослинної сировини. Наявність стелажа з сітчастими піддонами для розміщення рослинної сировини, встановленого на візку, дозволяє забезпечити швидку установку і вилучення останнього з сушильної камери, тим самим створюючи більш зручні умови роботи оператора, який обслуговує зазначену установку.

Недоліками відомої установки є її висока вартість, що обумовлено необхідністю використання вакуумної турбіни, а також невисока якість отриманого продукту з-за його часткового підгоряння. Це пояснюється тим, що при роботі інфрачервоних випромінювачів навколо них утворюються високотемпературні зони, які впливають на рослинну сировину, що розташована на сітчастих піддонах і знаходиться в безпосередній близькості до зазначених зон, значно інтенсивніше, ніж загальний градієнт температур, підтримуваний в сушильній камері в цілому. Це призводить до локального підгоряння рослинної сировини і погіршення органолептичних властивостей і зовнішнього вигляду отриманого продукту.

Задачею групи винаходів, що заявляється, є створення установки, призначеної для конвективного сушіння овочів і фруктів, яка забезпечує високу якість і гарний зовнішній вигляд отриманого продукту із збереженням у ньому органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини, за рахунок висушування рослинної сировини в умовах впливу оптимальних температур і надлишкового тиску, прикладеного до оброблюваної рослинної сировини.

Поставлена задача, в частині заявленого пристрою, вирішується тим, що у відомій установці для конвективного сушіння овочів та фруктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру, пов'язану з системою циркуляції сушильного агента, що забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері, щонайменше один теплогенеруючий пристрій і один стелаж з сітчастими піддонами для розміщення рослинної сировини, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа, нагнітаючий вентилятор, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також блок управління, який містить датчики тиску і температури, при цьому стелаж виконаний у вигляді візка для забезпечення швидкої установки і вилучення останнього з сушильної камери, згідно з винаходом, як теплогенеруючий пристрій в установці використаний теплогенератор, вбудований в систему циркуляції сушильного агента, при цьому в сушильній камері вздовж вертикальної осі змонтований циліндричний колектор подачі нагрітого сушильного агента, з прорізами, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі, зазначений колектор пов'язаний з вихідним патрубком нагнітаючого вентилятора, а система циркуляції сушильного агента забезпечена витяжним вентилятором, вхідний патрубок якого

пов'язаний з порожниною сушильної камери, а вихідний патрубок пов'язаний за допомогою трубопроводу з входом теплогенератора.

5      Подача сушильного агента, нагрітого за допомогою теплогенератора, в сушильну камеру за допомогою циліндричного колектора, забезпеченого прорізами, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі, дозволяє забезпечити рівномірний розподіл потоку сушильного агента в порожнині сушильної камери.

Разом з тим, наявність в системі циркуляції сушильного агента витяжного вентилятора дозволяє регулювати величину надлишкового тиску, створюваного нагнітаючим вентилятором в сушильній камері.

10      У окремому варіанті виконання установки, в зоні примикання вхідного патрубка витяжного вентилятора до верхньої стінки сушильної камери встановлена автоматична засувка для регулювання потоку сушильного агента, що виводиться з сушильної камери. Наявність зазначеної автоматичної засувки дозволяє більш точно регулювати величину надлишкового тиску, створюваного нагнітаючим вентилятором в сушильній камері.

15      В іншому варіанті виконання установки, порожнина сушильної камери сполучається з вхідним патрубок витяжного вентилятора за допомогою вентиляційних отворів, площа сумарного прохідного перерізу яких визначається за наступною залежністю:

$$0,65 S_{\text{кп}} \leq S_{\text{сум.}} \leq 0,85 S_{\text{кп}},$$

де

20       $S_{\text{сум.}}$  - площа сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів, мм<sup>2</sup>;

$S_{\text{кп}}$  - площа прохідного перерізу колектора подачі сушильного агента, мм<sup>2</sup>.

Площа сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів може бути вибрана таким чином, щоб забезпечити створення необхідного надлишкового тиску нагнітаючим вентилятором в сушильній камері.

25      У наступному варіанті виконання установки, в трубопроводі, що примикає до вихідного патрубка витяжного вентилятора, виконано вихлопний отвір для скидання в атмосферу сушильного агента, виведеного з сушильної камери.

В іншому варіанті виконання установки, згаданий вихлопний отвір, що виконаний в трубопроводі, забезпечений автоматичним шибером для регулювання обсягу сушильного агента, що скидається в атмосферу.

30      В іншому варіанті виконання установки, вона забезпечена ємністю з інертним газом, яка приєднана до сушильної камери.

В іншому варіанті виконання установка забезпечена блоком управління, пов'язаним з датчиками температури, датчиком тиску, а також автоматичними шибером і засувкою.

35      Технічним результатом заявленої групи винаходів є забезпечення високої якості та гарного зовнішнього вигляду одержаного продукту (при високій продуктивності процесу сушіння) зі збереженням в отриманому продукті органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини.

На кресленні зображено загальний вигляд установки для конвективного сушіння овочів і

40      фруктів.

Установка для конвективного сушіння овочів та фруктів, що показана на кресленні, містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру 1, пов'язану з системою циркуляції сушильного агента, що забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері 1, щонайменше один теплогенеруючий пристрій і один стелаж 2 з сітчастими піддонами 3 для розміщення рослинної сировини, які встановлені з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа 2. Установка містить також нагнітаючий вентилятор 4, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також блок управління, що містить датчик тиску 5 і датчики температури 6, 6<sub>1</sub>, при цьому стелаж 2 виконаний у вигляді візка для забезпечення швидкої установки і вилучення останнього з сушильної камери 1. Як теплогенеруючий пристрій в установці використаний теплогенератор 7, вбудований в систему циркуляції сушильного агента, при цьому в сушильній камері 1 уздовж вертикальної осі змонтований циліндричний колектор 8 подачі нагрітого сушильного агента з прорізами 9, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі. Колектор 8 пов'язаний з вихідним патрубок 10 нагнітаючого вентилятора 4, а система циркуляції сушильного агента забезпечена витяжним вентилятором 11, вхідний патрубок 12 якого пов'язаний з порожниною сушильної камери 1, а вихідний патрубок 13 пов'язаний за допомогою трубопроводу 14 з входом 15 теплогенератора 7. Однією стороною вхідний патрубок 12 витяжного вентилятора 11 приєднаний до верхньої стінки сушильної камери 1. З іншого боку вхідного патрубка 12, в зоні примикання до витяжного вентилятора 11, встановлена автоматична засувка 16 для регулювання потоку сушильного агента, що виводиться з

сушильної камери 1. Наявність зазначеної автоматичної засувки 16 забезпечує можливість регулювання величини надлишкового тиску, який створюється нагнітаючим вентилятором 4 в сушильній камері 1.

Порожнина сушильної камери 1 сполучена з вхідним патрубком 12 витяжного вентилятора 11 за допомогою вентиляційних отворів 17, площа сумарного прохідного перерізу яких визначається за наступною залежністю:

$$0,65 S_{\text{кп}} \leq S_{\text{сум.}} \leq 0,85 S_{\text{кп}},$$

де

$S_{\text{сум}}$  - площа сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів 17,  $\text{мм}^2$ ;

$S_{\text{кп}}$  - площа прохідного перерізу колектора 8 подачі сушильного агента,  $\text{мм}^2$ .

Площа сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів 17 може бути вибрана таким чином, щоб забезпечити створення необхідного надлишкового тиску нагнітаючим вентилятором 4 в сушильній камері 1.

В трубопроводі 14, що примикає до вихідного патрубка 13 витяжного вентилятора 11, виконано вихлопний отвір 18 для скидання в атмосферу сушильного агента, виведеного з сушильної камери 1.

Вихлопний отвір 18, який виконаний в трубопроводі 14, забезпечений автоматичним шибером 19 для регулювання обсягу сушильного агента, що скидається в атмосферу.

Установка забезпечена ємністю 20 з інертним газом, яка приєднана через автоматичний клапан 21 до трубопроводу 22 підведення сушильного агента до сушильної камери 1.

Виконання стелажа 2 з сітчастими піддонами 3 для розміщення рослинної сировини у вигляді візка забезпечує його швидку установку і виймання з сушильної камери 1. При цьому розміщення сітчастих піддонів 3 вздовж вертикальної осі стелажа 2 з заданим кроком (t) дозволяє встановити їх у потрібне положення в сушильній камері 1, тобто навколо циліндричного колектора 8 подачі нагрітого сушильного агента, забезпеченого прорізами 9, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі.

Установка оснащена блоком управління, що містить датчик тиску 5 і датчики температури 6, 6<sub>1</sub>, при цьому блок керування пов'язаний з виконавчими механізмами, за які служать автоматична засувка 16 і автоматичний шибер 19.

Заявлений спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів реалізується за допомогою вищеописаної установки, робота якої здійснюється по кожному з можливих технологічних варіантів.

У першому випадку, з використанням повітря як сушильного агента, сушіння проводять таким чином.

Завантаження рослинної сировини на стелаж 2 здійснюють поза сушильної камери 1, шляхом розкладки підготовленої рослинної сировини на сітчастих піддонах 3, встановлених з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа 2. Піддони 3, що утворюють стелаж 2, мають у плані форму шестикутника, що дозволяє встановлювати в сушильній камері 1 одночасно чотири стелажі.

Після установки стелажів 2 в камері 1, останню герметично закривають і подають у неї за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 сушильний агент, що нагрівається за допомогою теплогенератора 7. Процес нагнітання повітря в сушильну камеру продовжують до створення в ній надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у межах 0,12-0,25 МПа, в залежності від складу і початкової вологості рослинної сировини.

Величину надлишкового тиску повітря в сушильній камері 1 контролюють за допомогою датчика тиску 5. Підвищення тиску проводять до тих пір, поки не встановлять необхідний тиск, заданий оператором установки. Після досягнення необхідного тиску в сушильній камері 1 спрацьовує датчик тиску 5, який подає команду в блок керування, в якому виробляється керуючий сигнал на автоматичне відкривання засувки 16 і включення витяжного вентилятора 11.

Процес сушіння в сушильній камері 1 починають після включення теплогенератора 7, який містить три нагрівальні секції, кожна з яких має потужність 15 кВт. Залежно від заданої програми сушіння забезпечують нагрівання сушильного агента до температури 35-95 °С.

Потім сушильний агент подають в циліндричний колектор 8, з якого через прорізи 9, що виконані в його бічній стінці, сушильний агент надходить в камеру 1. Зазначене виконання прорізів 9 в колекторі 8 дозволяє направити конвективний потік сушильного агента вздовж сітчастих піддонів 2, встановлених в камері 1, таким чином, щоб забезпечити рівномірне обдування рослинної сировини, що піддається сушінню. Шляхом регулювання прохідного перерізу вхідного патрубка 12 витяжного вентилятора 11, за допомогою автоматичної засувки 16, встановлюють необхідну витрату сушильного агента, який виводиться з сушильної камери 1,



що забезпечує підтримання надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у сушильній камері 1 на необхідному рівні (0,12-0,25 МПа). Далі через вихідний патрубок 13 витяжного вентилятора 11 сушильний агент, зволожений вологою, що витягується з рослинної сировини, надходить по трубопроводу 14 на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувається його висушування й нагрівання до температури 35-95 °С.

При досягненні в сушильній камері температури сушильного агента і рослинної сировини 80-95 °С сушку можна вести у два етапи, на першому з яких температуру в камері 1 підтримують на рівні 80-95 °С до досягнення вологості сировини 40-45 %. Потім знижують температуру сушильного агента до 50-65 °С і при цій температурі продовжують сушіння рослинної сировини до зниження його вологості до 15-25 %. Такий режим дозволяє забезпечити отримання більш якісного продукту з одночасним зниженням енерговитрат на здійснення сушіння.

В окремому варіанті використання способу, що заявляється, потік сушильного агента, який насичений вологою, що виділилася з рослинної сировини, виводиться з сушильної камери 1 та направляється до системи циркуляції сушильного агента за допомогою витяжного вентилятора 11, вхідний патрубок 12 якого пов'язаний з сушильною камерою 1, а вихідний патрубок 13 пов'язаний за допомогою трубопроводу 14 з входом 15 теплогенератора 7. Це дозволяє забезпечити повторне використання нагрітого сушильного агента в циклі сушіння рослинної сировини, що сприяє зниженню енергоспоживання при реалізації способу, що заявляється.

У окремому варіанті реалізації заявленого способу конвективного сушіння овочів і фруктів частина потоку сушильного агента, що переміщується по трубопроводу 14 і є насиченою вологою, отриманою з рослинної сировини, скидається в атмосферу через вихлопний отвір 18, оснащений автоматичним шибером 19. Це дозволяє зменшити навантаження на теплогенератор 7 і знизити енерговитрати, які витрачаються на висушування зволоженого сушильного агента.

У другому випадку, тобто з використанням інертного газу як сушильного агента, сушіння проводять наступним чином.

Як відомо, проведення процесу сушіння овочів і фруктів в атмосфері інертного газу перешкоджає окисленню рослинної сировини при її висушуванні. Це сприяє збереженню товарного вигляду кінцевого продукту і органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини в ньому.

Для під'єднання до сушильної камери 1 ємності 20, в якій знаходиться інертний газ, відкривають автоматичний клапан 21. В результаті цього стисний інертний газ, який знаходиться в ємності 20, по трубопроводу 22 підведення сушильного агента надходить у сушильну камеру 1, в якій попередньо встановлені стелажі 2 з рослинною сировиною, і починає заповнювати її до досягнення необхідного тиску, контрольованого датчиком тиску 5. Таким чином, інертний газ заповнює камеру 1, а також систему циркуляції сушильного агента, витісняючи при цьому повітря, яке знаходиться в ній. При цьому від блока керування надходить сигнал на поступове (плавне) закриття автоматичного шибера 19, що перешкоджає скиду інертного газу в атмосферу через вихлопний отвір 18. Коли тиск інертного газу в сушильній камері 1 зростає до величини ( $P_{\text{ск}}$ ), яка встановлюється оператором в діапазоні 0,12-0,25 МПа, від датчика тиску 5 надходить команда на блок керування, в якому виробляється керуючий сигнал на автоматичне відкривання засувки 16 і включення витяжного вентилятора 11.

Далі інертний газ, що заповнює сушильну камеру 1 і систему циркуляції, нагрівають за допомогою теплогенератора 7 до температури 35-95 °С. Потім, за допомогою нагнітаючого вентилятора 4, забезпечують нагнітання і переміщення інертного газу в сушильну камеру 1 для створення в ній надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у межах 0,12-0,25 МПа.

Величину надлишкового тиску інертного газу в сушильній камері 1 контролювали за допомогою датчика тиску 5. Процес сушіння в сушильній камері 1 починали після включення теплогенератора 7. При цьому інертний газ подавали в циліндричний колектор 8, з якого через прорізи 9 він надходив у сушильну камеру 1. Зазначене виконання прорізів 9 в колекторі 8 дозволило направити конвективний потік інертного газу вздовж сітчастих піддонів 2, встановлених в сушильній камері 1, таким чином, щоб забезпечити рівномірне обдування рослинної сировини, що піддається сушінню. Шляхом регулювання прохідного перерізу вхідного патрубка 12 витяжного вентилятора 11, за допомогою автоматичної засувки 16, встановлювали необхідну витрату інертного газу, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечувало підтримання надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у сушильній камері 1 на необхідному рівні 0,12-0,25 МПа.

Оскільки порожнина сушильної камери 1 сполучається з вхідним патрубок 12 за допомогою вентиляційних отворів 17, площа сумарного прохідного перерізу яких визначається за наступною залежністю:

$$0,65 S_{\text{кп}} \leq S_{\text{сум}} \leq 0,85 S_{\text{кп}}, \text{ то}$$

підтримання надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у сушильній камері 1 на необхідному рівні можна забезпечити за рахунок вибору величини  $S_{cym}$ , тобто площі сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів 17, в залежності від величини  $S_{кл}$ , тобто площі прохідного перерізу колектора 8. У цьому випадку, за рахунок регулювання за допомогою автоматичної засувки 16 прохідного перерізу вхідного патрубка 12 витяжного вентилятора 11, забезпечують плавне регулювання величини надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у камері 1.

Вищеописаний процес сушіння рослинної сировини дозволив забезпечити високу якість і гарний зовнішній вигляд отриманого продукту із збереженням в отриманому продукті органолептичних властивостей вихідної рослинної сировини.

Приклад 1. Як підготовлену рослинну сировину брали 160 кг буряку столового червоного, нарізаного на шматочки, з вихідною вологістю 86 %, які викладали шаром завтовшки 1,2-1,5 см на сітчасті піддони 3, розміщені на стелажі 2. Встановлювали кожен візок, зі встановленим на ньому стелажем 2, в сушильну камеру 1. Камеру 1 герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі до камери 1 сушильного агента. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{ck}$ ) до рівня 0,18 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. При цьому встановлювали необхідну витрату сушильного агента, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,18 МПа). Далі сушильний агент за допомогою витяжного вентилятора 11 переміщався по трубопроводу 14, де частину потоку сушильного агента, насиченого вологою, що виділилася з рослинної сировини, скидали в атмосферу через вихлопний отвір 18, забезпечений автоматичним шибером 19. Частина сушильного агента, яка залишилася в трубопроводі 14, спрямовувалася на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 80 °С. Потім сушильний агент надходив у камеру 1, де оброблювані шматочки буряку витримували при зазначеній температурі 5,4 години. Вихід отриманого продукту складав 42,2 кг. Кінцева вологість отриманого продукту дорівнювалася 16,3 %.

Приклад 2. Як підготовлену рослинну сировину брали 200 кг картоплі з вихідною вологістю 86 %, нарізаної на шматочки, які розкладали шаром завтовшки 1,2-1,5 см на сітчасті піддони 3, розміщені на стелажі 2. Потім стелаж 2, виконаний у вигляді візка, встановлювали в сушильній камері 1. Камеру 1 герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі в камеру 1 сушильного агента. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{ck}$ ) до рівня 0,20 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ), в камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. Шляхом регулювання прохідного перерізу вхідного патрубка 12 витяжного вентилятора 11, за допомогою автоматичної засувки 16, встановлювали необхідну витрату сушильного агента, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,20 МПа). Сушильний агент в сушильній камері 1 насичувався вологою, що виділилася з рослинної сировини, і потім надходив до системи циркуляції сушильного агента, а саме у вхідний патрубок 12 витяжного вентилятора 11. Далі сушильний агент за допомогою витяжного вентилятора 11 переміщався по трубопроводу 14 на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 90 °С. Потім сушильний агент надходив у камеру 1, де здійснювався процес сушіння рослинної сировини. Оброблювані шматочки картоплі витримували при зазначеній температурі 3,5 години. Вихід отриманого продукту складав 54,7 кг. Кінцева вологість отриманого продукту дорівнювалася 17,5 %.

Приклад 3. Для сушіння використовували кисло-солодкі яблука літніх і осінніх сортів з вмістом сухих речовин не менше 12 %. Відомо, що кращими сортами, придатними для сушіння, є Білий налив, Пармен золотий, Джонатан, Пепін, Кандиль-синап та ін Як підготовлену рослинну сировину брали 150 кг яблук сорту Джонатан з вихідною вологістю 86 %, нарізаних на шматочки, які укладали на сітчастих піддонах 3, розміщених на стелажі 2, в один шар. Після установки стелажу 2 в сушильній камері 1, останню герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі в камеру 1 сушильного агента. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{ck}$ ) до рівня 0,22 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. При цьому встановлювали необхідну витрату сушильного агента, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{ck}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,22 МПа). Далі сушильний агент за допомогою витяжного вентилятора 11

переміщався по трубопроводу 14, на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 95 °С. Потім сушильний агент надходив у камеру 1, де здійснювався процес сушіння рослинної сировини. Оброблювані шматочки яблука витримували при зазначеній температурі 5,3 години. Вихід отриманого продукту складав 38,5 кг.

5 Кінцева вологість отриманого продукту становила 15,9 %.

Приклад 4. Відомо, що кращими сортами слив, придатними для сушіння, є Угорка ажанська, Угорка молдавська, Угорка італійська, Анна Шпет та ін. Як підготовлену рослинну сировину брали 80 кг слив сорту Угорка молдавська з вихідною вологістю 85 %, половинки яких укладали на сітчастих піддонах 3, розміщених на стелажі 2 в один шар. Після установки стелажів 2 в сушильній камері 1, останню герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі в камеру 1 сушильного агента. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{\text{ск}}$ ) до рівня 0,16 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. При цьому встановлювали необхідну витрату сушильного агента, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,16 МПа). Далі сушильний агент за допомогою витяжного вентилятора 11 переміщався по трубопроводу 14 на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 80 °С. Потім сушильний агент надходив у камеру 1, де здійснювався процес сушіння рослинної сировини.

10 Сушіння рослинної сировини здійснювали в два етапи, на першому з яких температуру в камері 1 підтримували на рівні 80 °С до досягнення вологості сировини 40-45 %. При температурі 80 °С рослинну сировину витримували 3,1 години, потім знижували температуру сушильного агента до 55 °С і при цій температурі продовжували сушіння рослинної сировини ще протягом 2 годин. Таким чином, сумарний час сушіння рослинної сировини в камері 1 складав 5,1 години. Вихід отриманого продукту складав 27,2 кг. Кінцева вологість отриманого продукту становила 25,5 %.

15 20 25

Приклад 5. Кращими сортами абрикос, придатними для сушіння, є Хурман великоплідний, Хасак, а також половинки суміші зазначених сортів. Для збереження смаку і натурального кольору плоди абрикосів для сушіння сульфитували розчинами сірчистої кислоти. Після сульфитації абрикоси направляли на сушіння. Як підготовлену рослинну сировину брали 90 кг половинок суміші зазначених сортів з вихідною вологістю 92 %, розділених на половинки, які укладали на сітчастих піддонах 3, розміщених на стелажі 2 в один шар. Після установки візка зі стелажем 2 в сушильній камері 1, останню герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі в камеру 1 сушильного агента. Як сушильний агент використовували інертний газ (азот). Для подачі інертного газу в сушильну камеру 1 відкривали автоматичний клапан 21, через який інертний газ з ємності 20 надходив по трубопроводу 22 в сушильну камеру 1 і заповнював її, витісняючи при цьому повітря, що знаходилося в останній. При цьому інертний газ надходив і в систему циркуляції сушильного агента до того часу, доки від блока управління не надходив сигнал на поступове (плавне) автоматичне закриття шиберу 19, що перешкоджало скиду інертного газу в атмосферу через вихлопний отвір 18. Потім включався витяжний вентилятор 11, за допомогою якого забезпечувалась подача інертного газу на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 92 °С. Потім сушильний агент, у вигляді інертного газу, надходив в камеру 1, де здійснювався процес сушіння рослинної сировини. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{\text{ск}}$ ) до рівня 0,19 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. При цьому встановлювали необхідну витрату сушильного агента, який виводився з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,19 МПа). Оброблювані половинки абрикос витримували при зазначеній температурі 6,0 годин. Вихід отриманого продукту складав 30,3 кг. Кінцева вологість отриманого продукту становила 18,0 %.

30 35 40 45 50

Приклад 6. Як підготовлену рослинну сировину брали 50 кг грибів шампінйонів, з вихідною вологістю 89 %, нарізаних шматочками, які укладали на сітчастих піддонах 3, розміщених на стелажі 2 в один шар товщиною 1-1,5 см. Після установки стелажів 2 в сушильній камері 1, останню герметично закривали і починали процес сушіння рослинної сировини шляхом подачі в камеру 1 сушильного агента. При цьому за допомогою нагнітаючого вентилятора 4 в сушильній камері 1 піднімали надлишковий тиск ( $P_{\text{ск}}$ ) до рівня 0,20 МПа. При досягненні необхідного надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у камері 1 забезпечувалось рівномірне обдування рослинної сировини, що піддавалась сушінню. При цьому встановлювали необхідну витрату сушильного агента, виведеного з сушильної камери 1, що забезпечило підтримання надлишкового тиску ( $P_{\text{ск}}$ ) у сушильній камері 1 на заданому рівні (0,20 МПа). Далі сушильний агент за допомогою

55 60

витяжного вентилятора 11 подавався по трубопроводу 14 на вхід 15 теплогенератора 7, де відбувалося його висушування й нагрівання до температури 80 °С. Потім сушильний агент надходив у камеру 1, де здійснювався процес сушіння рослинної сировини. Сушіння рослинної сировини здійснювали в два етапи, на першому з яких температуру в камері 1 підтримували на рівні 80 °С до досягнення вологості сировини 40-45 %. При температурі 80 °С рослинну сировину витримували 3,5 години, потім знижували температуру сушильного агента до 55 °С і при цій температурі продовжували сушіння рослинної сировини ще протягом 2 годин. Таким чином, сумарний час сушіння рослинної сировини в камері 1 складав 5,5 години. Вихід отриманого продукту складав 8,6 кг. Кінцева вологість отриманого продукту дорівнювалась 15,6 %.

Наступні приклади отримання сушених овочів і фруктів з використанням заявленого способу та установки для конвективного сушіння здійснювалися таким же чином, як і в наведених прикладах 1-6.

Результати проведених досліджень відображені в Таблиці, яка додається до цього опису.

Таблиця

№ п/п	Тип рослинної сировини	Вологість сировини, %	Температура сушильного агента, °С	Надлишковий тиск, МПа (Р <sub>ск</sub> )	Вологість отриманого продукту, %	Час сушіння, год.	Кількість рослинної сировини, кг	Вихід отриманого продукту, кг
1	Буряк столовий червоний	83	90	0,19	15,8	4,50	160	43,6
2		81	65	0,24	15,2	5,8	160	45,5
3		85	91	0,12	15,4	6,5	160	43,1
4		84	95	0,25	16,1	4,3	160	43,9
5		86	80	0,18	16,3	5,4	160	42,4
1	Картопля	86	90	0,20	17,5	3,5	200	54,7
2		88	95	0,16	17,9	3,7	200	54,2
3		87	73	0,18	17,2	4,5	200	54,4
4		84	67	0,24	16,9	3,4	200	55,2
5		82	55	0,25	16,8	3,9	200	55,4
1	Яблука – сорт Джонатан	86	95	0,22	15,9	5,3	150	38,5
2		88	90	0,25	15,6	5,4	150	37,6
3		84	65	0,18	15,8	7,1	150	38,2
4		87	75	0,16	16,4	6,7	150	37,9
5		88	85	0,15	16,5	5,7	150	37,3
1	Слива – сорт Угорка молдавська	85	80	0,16	25,5	5,1	80	27,2
2		86	95	0,24	24,1	5,1	80	27,1
3		88	90	0,22	24,6	5,2	80	26,8
4		89	75	0,14	25,8	5,5	80	26,9
5		86	60	0,18	25,5	7,3	80	26,4
1	Абрикос (суміш сортів)	92	92	0,19	18,0	6,0	90	30,3
2		86	90	0,25	17,7	5,5	90	30,6
3		88	85	0,24	18,4	6,6	90	30,2
4		85	80	0,20	17,7	6,2	90	31,7
5		86	75	0,16	17,8	7,4	90	31,5
1	Гриби (шампінйони)	89	80	0,20	15,6	5,5	50	8,6
2		88	90	0,25	15,1	5,7	50	9,2
3		90	95	0,19	15,7	6,0	50	8,5
4		92	75	0,13	15,8	7,4	50	8,2

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів, який включає рослинну сировину, що нарізають на шматочки, які розкладають щонайменше на один стелаж із сітчастими піддонами, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа, який потім встановлюють у герметично ущільнену сушильну камеру, де забезпечують циркуляцію конвективного потоку сушильного агента, нагрітого до температури 35-95 °С, при цьому сушіння рослинної сировини ведуть у атмосфері сушильного агента, за який використовують повітря і/або інертний газ-азот, який **відрізняється** тим, що сушіння ведуть при надлишковому тиску в сушильній камері, що створюється за допомогою нагнітаючого вентилятора, при цьому величину надлишкового тиску ( $P_{ск}$ ) встановлюють у межах 0,12-0,25 МПа в залежності від складу і початкової вологості рослинної сировини.

2. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів за п. 1, який **відрізняється** тим, що нагрівання сушильного агента здійснюють за допомогою теплогенератора, вбудованого в систему циркуляції сушильного агента, а процес сушіння ведуть в два етапи з поступовим зниженням температури від етапу до етапу.

3. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів за п. 2, який **відрізняється** тим, що при досягненні в сушильній камері температури сушильного агента 80-95 °С ведуть сушіння рослинної сировини при цій температурі до вологості 40-45 % з подальшим зниженням температури сушильного агента до 50-65 °С і подальшому зниженні вологості рослинної сировини до 15-25 %.

4. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів за одним з пунктів 1-3, який **відрізняється** тим, що потік сушильного агента, виведеного з сушильної камери, насичений вологою, що виділилася з рослинної сировини, направляють в систему циркуляції сушильного агента за допомогою витяжного вентилятора, вхідний патрубок якого пов'язаний з сушильною камерою, а вихідний патрубок пов'язаний за допомогою трубопроводу зі входом теплогенератора.

5. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів за п. 4, який **відрізняється** тим, що потік сушильного агента, який відводиться з сушильної камери, ділять в згаданому трубопроводі на дві частини, одну з яких скидають в атмосферу, а іншу повертають у теплогенератор для повторного використання в циклі сушіння рослинної сировини.

6. Спосіб конвективного сушіння овочів і фруктів за одним з пунктів 4 або 5, який **відрізняється** тим, що витрату сушильного агента, що відводиться з сушильної камери і повертається в теплогенератор, регулюють за допомогою автоматичної засувки, керованої за допомогою блока управління, в межах від 20 м<sup>3</sup>/год. до 50 м<sup>3</sup>/год.

7. Установка для конвективного сушіння овочів і фруктів, яка містить герметично ущільнену вертикально розташовану сушильну камеру, пов'язану з системою циркуляції сушильного агента, що забезпечує створення конвективного потоку сушильного агента в сушильній камері, щонайменше один теплогенеруючий пристрій і один стелаж з сітчастими піддонами для розміщення рослинної сировини, встановленими з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі стелажа, нагнітаючий вентилятор, що входить в систему циркуляції сушильного агента, а також блок управління, який містить датчики тиску і температури, при цьому стелаж виконаний у вигляді візка для забезпечення швидкої установки і вилучення останнього з сушильної камери, яка **відрізняється** тим, що як теплогенеруючий пристрій в установці використаний теплогенератор, вбудований в систему циркуляції сушильного агента, при цьому в сушильній камері вздовж вертикальної осі змонтований циліндричний колектор подачі нагрітого сушильного агента, з прорізами, виконаними в його бічній стінці з заданим кроком (t) вздовж вертикальної осі, зазначений колектор пов'язаний з вихідним патрубком нагнітаючого вентилятора, а система циркуляції сушильного агента забезпечена витяжним вентилятором, вхідний патрубок якого пов'язаний з порожниною сушильної камери, а вихідний патрубок пов'язаний за допомогою трубопроводу з входом теплогенератора.

8. Установка за п. 7, яка **відрізняється** тим, що в зоні примикання вхідного патрубку витяжного вентилятора до верхньої стінки сушильної камери встановлена автоматична засувка для регулювання потоку сушильного агента, що виводиться з сушильної камери.

9. Установка за п. 7, яка **відрізняється** тим, що порожнина сушильної камери сполучається з вхідним патрубком витяжного вентилятора за допомогою вентиляційних отворів, площа сумарного прохідного перерізу яких визначається за наступною залежністю:

$$0,65 S_{кп} \leq S_{сум.} \leq 0,85 S_{кп},$$

де

$S_{сум.}$  - площа сумарного прохідного перерізу вентиляційних отворів, мм;

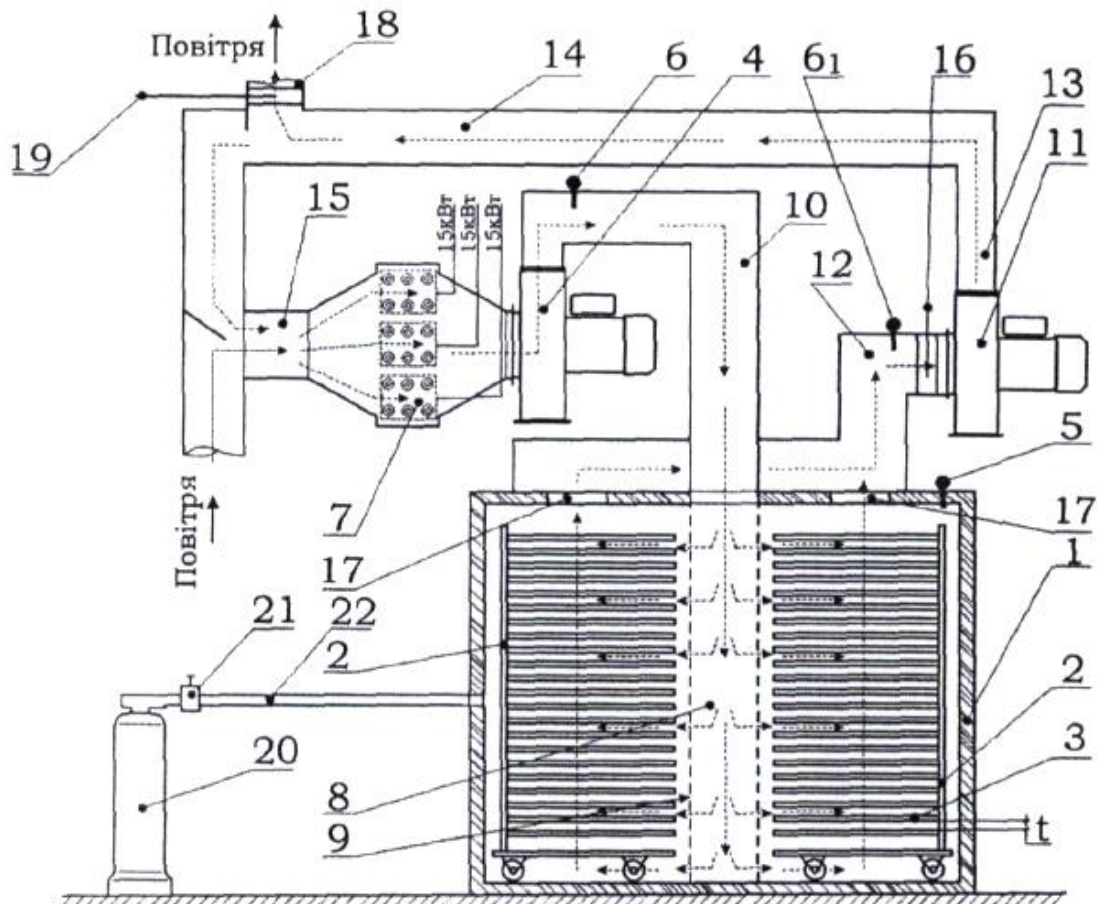
$S_{кп}$  - площа прохідного перерізу колектора подачі сушильного агента, мм.

10. Установка за одним з пунктів 7-9, яка **відрізняється** тим, що в трубопроводі, що примикає до вихідного патрубка витяжного вентилятора, виконано вихлопний отвір для скидання в атмосферу сушильного агента, виведеного з сушильної камери.

11. Установка за п. 10, яка **відрізняється** тим, що згаданий вихлопний отвір, що виконаний в трубопроводі, забезпечений автоматичним шибером для регулювання обсягу сушильного агента, що скидається в атмосферу.

12. Установка за одним з пунктів 7-11, яка **відрізняється** тим, що вона забезпечена ємністю з інертним газом, яка приєднана до сушильної камери.

13. Установка за одним з пунктів 7-12, яка **відрізняється** тим, що вона забезпечена блоком управління, пов'язаним з датчиками температури, датчиком тиску, а також автоматичними шибером і засувкою.



Комп'ютерна верстка В. Юкін

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601