



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112348

(13) C2

(51) МПК

F26B 3/30 (2006.01)

F26B 3/04 (2006.01)

F26B 9/06 (2006.01)

F26B 21/04 (2006.01)

F26B 21/08 (2006.01)

F26B 21/10 (2006.01)

F26B 21/12 (2006.01)

A23B 7/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

- (21) Номер заявки: **а 2014 11435**  
(22) Дата подання заявки: **20.10.2014**  
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.08.2016**  
(41) Публікація відомостей про заявку: **10.04.2015, Бюл.№ 7**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.08.2016, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):  
**Дубковецький Ігор Володимирович (UA),  
Малежик Іван Федорович (UA),  
Бурлака Тетяна Василівна (UA),  
Стрельченко Людмила Василівна (UA)**

(73) Власник(и):  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,  
вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601  
(UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:  
Веселовська Т. Є. Інтенсифікація сушіння яблучних вичавок та удосконалення процесів їх промислового використання: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.12 / Т.Є. Веселовська; НУХТ. - К., 2010. – С. 3-5  
MD 3377 G2, 31.03.2008  
RU 2265169 C2, 27.11.2005  
RU 2352880 C2, 20.04.2009  
Лыков А.В. Теория сушки. / Лыков А.В. – М.: Энергия, 1968. – С. 282-283  
RU 2216257 C2, 20.11.2003  
RU 103608 U1, 20.04.2011  
JP H05317785 A, 03.12.1993  
CN 2327967 Y, 07.07.1999  
RU 2034489 C1, 10.05.1995

**(54) РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНА СУШИЛЬНА УСТАНОВКА****(57) Реферат:**

Винахід належить до радіаційно-конвективної сушильної установки, яка включає корпус з сушильною камерою, в якій розміщені радіаційно-інфрачервоні випромінювачі, причому корпус виготовлений з полірованого алюмінію з коефіцієнтом відбивання променів 0,86, а також додатково встановлені вентилятор, зовнішній конвективний калорифер, блок автоматичного регулювання температури, блок автоматичного регулювання швидкості руху теплоносія та подачі свіжого повітря за допомогою шибера, термометр з термопарами для вимірювання зміни температури в поперечному перерізі продукту, вузол реєстрації ваги матеріалу у вигляді аналітичних ваг, що розташовані в нижній частині корпусу і з'єднані через штангу з коробчастим сітчастим кошиком, блок автоматичного регулювання відносної вологості, який з'єднаний з

UA 112348 C2

зовнішнім конвективним калорифером і радіаційно-інфрачервоними випромінювачами з довжиною хвилі в діапазоні 1,2-4 мкм і щільністю потоку 2-15 кВт/м, що встановлені на вертикальних направляючих з можливістю переміщення та фіксації у різних положеннях, причому радіаційно-інфрачервоні вузли складаються з "світлих" і "темних" випромінювачів, які виконані з можливістю роботи в імпульсному режимі нагрів-охолодження при співвідношенні включення і паузи 1:3.

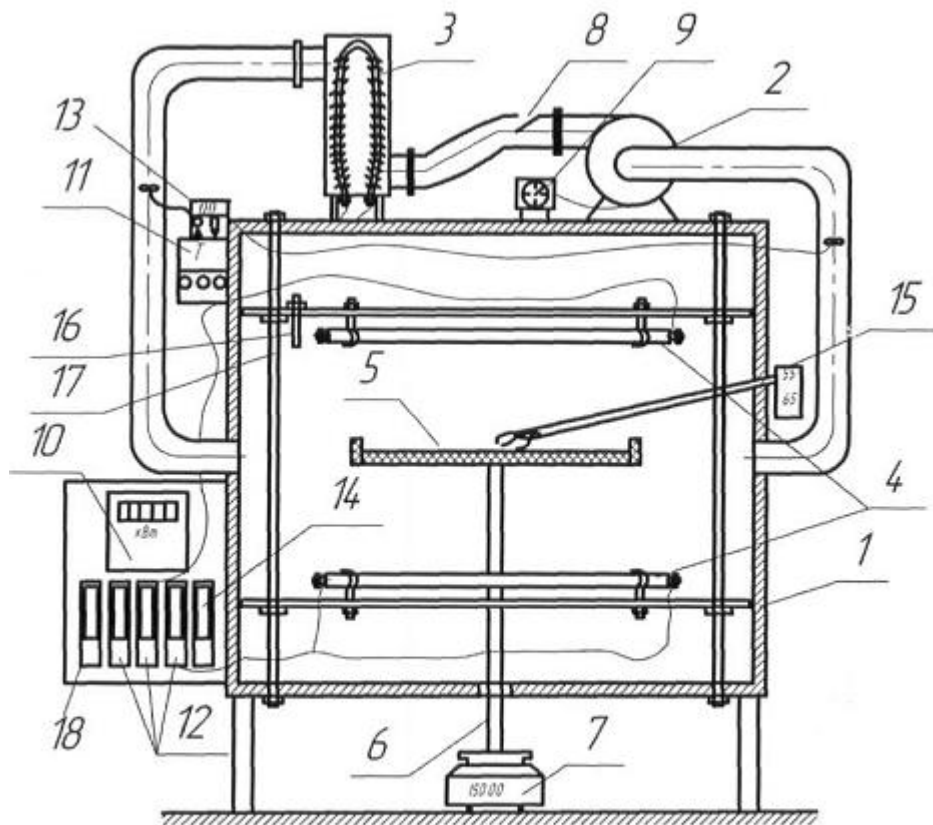


Схема сушильної установки

Fig. 1

Винахід належить до харчової промисловості, а саме до пристроїв для сушіння високовологих матеріалів, таких як овочі, фрукти, ягоди, городня і дикоросла зелень, гриби, м'ясо і т.д.

Найбільш близька до запропонованої сушарки є радіаційна сушарка для рослинних харчових продуктів за патентом РФ RU 2034489 С1, Опубл. 10.05.95, Бюл. № 13, що має корпус, всередині якого розміщені лотки для висушуваного сировини, радіаційні інфрачервоних (далі - ІЧ) випромінювачі середньої області спектра, різного конструктивного виконання відбивачі, щілини для проходу повітря знизу вгору сушарки.

Недоліками відомої сушарки є те, що енергія ІЧ-випромінювання поглинається в основному поверхнею матеріалу, що висушується, і щоб не допустити його розтріскування і деформацію, що погіршують якість готового продукту, доводиться зменшувати кількість енергії, що підводиться, що знижує інтенсивність сушіння і погіршує економічні і тимчасові показники процесу. Погіршує ці ж показники і безперервний підвід енергії ІЧ-випромінювання, що створює в поверхневому і приповерхневому шарах, що висушуються, особливо навпроти ІЧ-випромінювачів, градієнт температур, спрямований всередину нарізаного шматочками продукту. Це перешкоджає тепломасопереносу, тобто погіршує умови переміщення вологи з внутрішніх шарів до зовнішніх.

У основу винаходу поставлено задачу підвищення якості кінцевого продукту, скорочення енерговитрат і прискорення процесу сушіння.

Поставлена задача вирішується тим, що радіаційно-конвективна сушильна установка, що включає додатково встановлений зовнішній конвективний калорифер, блоки автоматичного регулювання відносної вологості, швидкості руху теплоносія, регульовальний пристрій положення вузлів інфрачервоних генераторів.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак винаходу і очікуваним технічним результатом полягає в наступному. Зовнішній конвективний калорифер призводить до зменшення відносної вологості повітря, що подається в камеру при цьому збільшується рушійна сила процесу.

При висушуванні високовологих матеріалів при одночасному конвективному і ІЧ-енергопідведенні в імпульсному режимі нагрів-охолодження дозволяють не допустити розтріскування і деформацію матеріалу і зменшує в поверхневому і приповерхневому шарах градієнт температур, спрямований всередину нарізаного шматочками продукту, що поліпшує умови переміщення вологи з внутрішніх шарів до зовнішніх. При цьому зменшуються енерговитрати і прискорюється процес сушіння. Блок автоматичного регулювання відносної вологості дозволить здійснювати контроль за зміною кількості вологи не тільки в продукті, а й в теплоносії. Всередині камери сушіння по вертикальних направляючих можуть переміщуватися та фіксуватися у різних положеннях вузли ІЧ генераторів, що дає змогу змінювати величину опроміненості зразків. Блок автоматичного регулювання швидкості руху повітря дозволить контролювати кількість теплоносія, що підводиться до продукту.

На кресленні показано радіаційно-конвективну сушильну установку, що являє собою камеру 1, виготовлену з листів полірованого алюмінію, який має високий коефіцієнт відбивання ІЧ променів 0,86, що покращує умови створення рівномірності опромінення об'єкта сушіння. Потік повітря переміщується під дією лопатей вентилятора 2, проходить послідовно через зовнішній калорифер 3 і сушильну камеру 1, у якій контактує з матеріалом, підводячи до нього теплоту і відводячи випарувану вологу.

Матеріал (сировина), що піддається сушінню, заздалегідь готують шляхом миття, подрібнення, формування шару розкладанням на спеціальній сітці-підставці у коробчастому сітчастому кошику 5, який встановлюють в корпус сушильної шафи 1, і подальшого опромінення радіаційно-інфрачервоними випромінювачами 4.

Всередині камери сушіння по вертикальних направляючих 17 можуть переміщуватися та фіксуватися у різних положеннях вузли ІЧ генераторів, що дає змогу змінювати величину опроміненості зразків і об'єм робочої камери. Конструкція вузла ІЧ випромінювачів дозволяє застосовувати для сушіння продуктів, як "світлі", так і "темні" ІЧ генератори.

В установці передбачено комбінований радіаційно-конвективний спосіб сушіння харчових продуктів. Для цього нагріте повітря в калорифері подається над об'єктом сушіння з певною швидкістю, величина якої регулюється блоком автоматичного регулювання швидкості руху теплоносія 9 електровентилятора 2. Вимикання вентилятора здійснюють вимикачем 14.

Вузол реєстрації зменшення ваги матеріалу, що висушується, являє собою видозмінену конструкцію аналітичних ваг 7, що з'єднані через штангу 6 з коробчастим сітчастим кошиком 5.

На блоці автоматичного регулювання температури 11 встановлюють температуру теплоносія і діапазон включення і виключення ТЕНів, за допомогою якого змінюється час

опромінення продукту. Витрати енергії на кілограм готової продукції, чи кілограм випареної води здійснюють за допомогою лічильник 10. Рециркуляцію повітря проводять за допомогою шибер 8. Зміну відносної вологості повітря на вході і виході з сушильної камери фіксують і регулюють за допомогою блоку автоматичного регулювання відносної вологості 13.

5 Знеструмлювати калорифер і ІЧ-генератори можна автоматичними вимикачами 12. Вимірювання зміну температури в поперечному перерізі продукту здійснюють термометром з термопарами 15.

Сушіння проводять в імпульсному режимі нагрів-охолодження, при цьому нагрів здійснюють ІЧ-променями і зовнішнім конвективним теном до заданої вологості з довжиною хвилі в

10 діапазоні 1,2-4 мкм з щільністю потоку 2-15 кВт/м<sup>2</sup>. Після досягнення гранично встановленої температури сушіння ІЧ-випромінювачі і зовнішній калорифер відключаються і переводяться в режим імпульсного включення. Тривалості імпульсного включення і паузи співвідносяться як 1:1, 1:2, 1:3 і т.п. залежать від виду матеріалу і встановленої за датчиком граничної температури в сушильній камері.

15 Температура фіксується контактним датчиком температури 16 і направляється сигнал на реле 18 на включення чи відключення ІЧ генераторів. Як тільки температура сушки досягне вказаного значення, випромінювачі 4 відключаються, і матеріал починає охолоджуватись. При охолодженні матеріалу до граничного значення температури автоматично включаються випромінювачі 4, і процес сушіння продовжується аналогічно описаному вище до досягнення

20 матеріалом заданої вологості.

Протягом 10-15 хв прогріваємо установку. Для цього необхідно задати температуру на контролері пульту управління 11, відкрити на заданий ступінь шибер 8, послідовно увімкнути вентилятор 2, калорифер 3 і ІЧ-генератори 4. Висушуваний матеріал подрібнити завтовшки 2-5 мм.

25 Далі необхідно увімкнути калорифер 3, ІЧ-генератори 4 і вентилятор 2, вийняти з камери 1 кошик 5, завантажити в нього стружки матеріалу і закріпити у сушильній камері на штанзі 6; щільно закрити сушильну камеру.

Процес сушіння проводять до досягнення матеріалом рівноважного вологовмісту  $w_{к2}^c$ .

30 Послідовно вимкнути електроживлення калорифера 3 і ІЧ-генераторів 4 і вентилятора 2, вийняти з камери кошик 5.

Технічний результат полягає в повному збереженні якості висушеного продукту, скороченні енерговитрат в порівнянні з конвективним і інфрачервоним сушінням.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

35 Радіаційно-конвективна сушильна установка, яка включає корпус з сушильною камерою, в якій розміщені радіаційно-інфрачервоні випромінювачі, яка **відрізняється** тим, що корпус виготовлений з полірованого алюмінію з коефіцієнтом відбивання променів 0,86, а також

40 додатково встановлені вентилятор, зовнішній конвективний калорифер, блок автоматичного регулювання температури, блок автоматичного регулювання швидкості руху теплоносія та подачі свіжого повітря за допомогою шибер, термометр з термопарами для вимірювання зміни температури в поперечному перерізі продукту, вузол реєстрації ваги матеріалу у вигляді аналітичних ваг, що розташовані в нижній частині корпусу і з'єднані через штангу з коробчастим

45 сітчастим кошиком, блок автоматичного регулювання відносної вологості, який з'єднаний з зовнішнім конвективним калорифером і радіаційно-інфрачервоними випромінювачами з довжиною хвилі в діапазоні 1,2-4 мкм і щільністю потоку 2-15 кВт/м, що встановлені на вертикальних направляючих з можливістю переміщення та фіксації у різних положеннях, причому радіаційно-інфрачервоні вузли складаються з "світлих" і "темних" випромінювачів, які виконані з можливістю роботи в імпульсному режимі нагрів-охолодження при співвідношенні

50 включення і паузи 1:3.

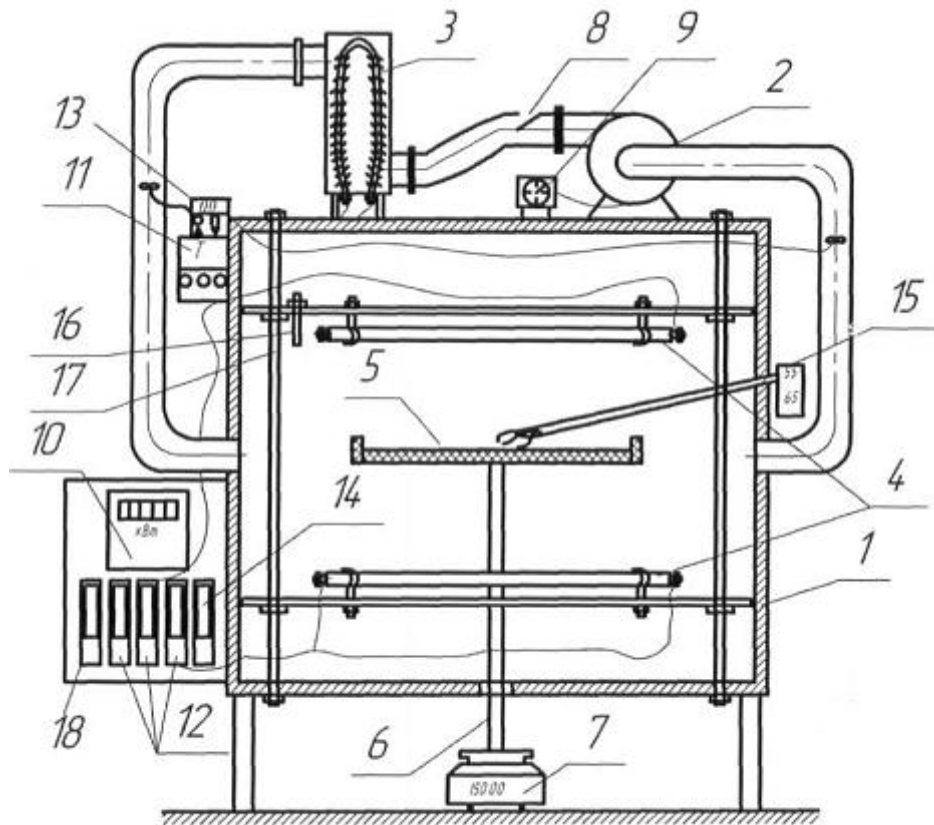


Схема сушильної установки

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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