



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 069 826** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 26 В 3/347, 9/06**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 94010334/06, 23.03.1994
(46) Дата публикации: 27.11.1996
(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 577372, кл. F 26 В 3/347, 1977.

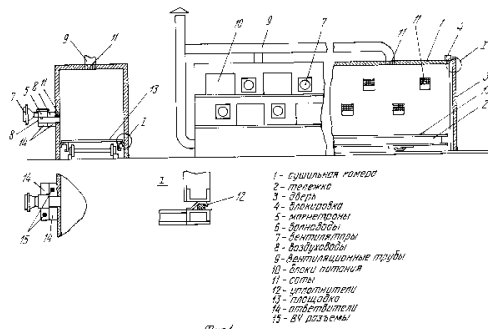
(71) Заявитель:
Гутман А.Л.,
Демиденко В.Т.,
Бомбин А.М.,
Иванников Л.Н.,
Сенякин Ю.В.
(72) Изобретатель: Гутман А.Л.,
Демиденко В.Т., Бомбин А.М., Иванников
Л.Н., Сенякин Ю.В., Саушкин В.В., Вдовин
И.В., Лисицын В.И., Демидов А.В., Крутов
Н.Г., Мордвинова Ю.А.
(73) Патентообладатель:
Бомбин Альберт Михайлович,
Гутман Абрам Львович,
Демиденко Владимир Тихонович

(71) Заявитель (прод.):
Саушкин В.В., Вдовин И.В., Лисицын В.И., Демидов А.В., Крутов Н.Г., Мордвинова Ю.А.

(54) **УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ**

(57) Реферат:
Использование: в деревообрабатывающей и других отраслях промышленности. Сущность изобретения: установка дополнительно содержит процессор, датчик измерения вредного потока СВЧ-энергии, подключенный к волноводам 6 посредством ответвителей 14 падающей и отраженной мощности, измеритель мощности СВЧ, причем камера 1 снабжена конечным выключателем 4 и уплотнительными элементами, установленными вдоль боковых стенок, а магнетроны 5 размещены на боковых стенках камеры 1 в шахматном порядке, при этом устройство загрузки и выгрузки выполнено в виде тележки 2 с

площадкой из листового металла, взаимодействующей с уплотнительными элементами 12 камеры 1. 2 ил.



RU 2 069 826 C1

RU 2 069 826 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 069 826** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **F 26 B 3/347, 9/06**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94010334/06, 23.03.1994

(46) Date of publication: 27.11.1996

(71) Applicant:
 Gutman A.L.,
 Demidenko V.T.,
 Bombin A.M.,
 Ivannikov L.N.,
 Senjakin Ju.V.

(72) Inventor: Gutman A.L.,
 Demidenko V.T., Bombin A.M., Ivannikov
 L.N., Senjakin Ju.V., Saushkin V.V., Vdovin
 I.V., Lisitsyn V.I., Demidov A.V., Krutov
 N.G., Mordvinova Ju.A.

(73) Proprietor:
 Bombin Al'bert Mikhajlovich,
 Gutman Abram L'vovich,
 Demidenko Vladimir Tikhonovich

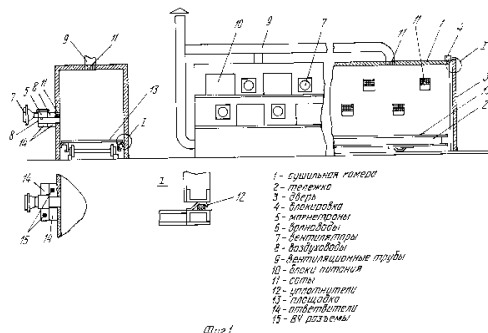
(71) Applicant (cont.):
 Saushkin V.V., Vdovin I.V., Lisitsyn V.I., Demidov A.V., Krutov N.G., Mordvinova Ju.A.

(54) **WOOD DRYING SET**

(57) Abstract:

FIELD: wood-working industry and other branches of industry. SUBSTANCE: drying set is additionally provided with processor, SHF energy harmful effect measuring sensor connected with waveguides 6 by means of couplers 14, SHF power meter; chamber 1 is provided with limit switch 4 and sealing members fitted along side walls; magnetrons 5 are located on side walls of chamber 1 in staggered order; loading and unloading device is made in form of truck 2 provided with platform made of sheet metal which is engageable with sealing members 12 of chamber 1. EFFECT: enhanced efficiency. 2

dwg



RU 2 069 826 C1

RU 2 069 826 C1

Изобретение относится к сушильному оборудованию и может быть использовано в деревообрабатывающей и других отраслях промышленности для сушки древесины и других капиллярно-пористых материалов.

Известно устройство для сушки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (СВЧ), содержащее камеру, волноводы, подключенные к магнетронам с системой охлаждения и воздуховыводящим коллектором, устройство загрузки и выгрузки материала (Авторское свидетельство СССР N 577372, F 26 В 3/347, опубл. 1977 г.).

Недостатки прототипа:

отсутствуют технические меры по локализации СВЧ-энергии вокруг объекта сушки, что может представлять биологическую опасность для живых существ;

отсутствует блокировочное устройство, предотвращающее включение установки при нахождении обслуживающего персонала в зоне СВЧ-излучения;

отсутствуют технические меры, обеспечивающие максимальное проникновение СВЧ-энергии в высушиваемый материал;

отсутствует гибкая система управления работой магнетронов, что не позволяет осуществлять управление процессом сушки для удовлетворения заданного режима и качества сушки;

охлаждающий агент (воздух) работающих магнетронов не используется в качестве дополнительного источника энергии для сушки материала, что снижает КПД установки;

отсутствуют технические меры по обеспечению нормального режима работы СВЧ-генераторов.

Задачей заявляемого технического решения является устранение отмеченных недостатков прототипа при обеспечении высокого качества сушки древесины любых пород.

Задача локализации СВЧ-излучения вокруг высушиваемого материала решается тем, что сушка проводится в электрически герметизированной закрытой камере, исключающей выход СВЧ-энергии за ее пределы. При этом использованы электрические уплотнители и сотовые фильтры.

В целях обеспечения безопасности обслуживающего персонала на входной двери камеры установлен концевой выключатель, включенный в цепь управления силового магнитного пускателя. При открытой двери камеры включение установки и подача в камеру СВЧ-излучения невозможны.

Для обеспечения максимального проникновения СВЧ-энергии в высушиваемый материал доски формируются штабель с промежутками между каждым рядом. Кроме того, ширина D сушильной камеры и расстояние l от плоскости излучателей (боковых стенок камеры) до штабеля связаны соотношением

$$D = 2(\Delta + l); \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\frac{z}{\epsilon' \left(\sqrt{1 + \text{tg}^2 \delta} - 1 \right)} \right]^{1/2}; \quad (2)$$

где Δ — эффективная глубина проникновения излучения в штабель; l — длина

волны излучения; ϵ' и $\text{tg} \delta$ — диэлектрическая проницаемость и фактор диэлектрических потерь материала.

Значения ϵ' и $\text{tg} \delta$ для древесины разных пород, влажности и температуры известны (см. Торговников Г. И./ЦНИИМЭ. СВЧ-нагрев в технологии древесных материалов: обзорн. информ. М. ВНИИПИЭМлеспром, 1988.-вып. 10, с. 6). Минимальная величина l определяется из условия равномерности поля на боковой поверхности штабеля

$$l = \frac{Na}{2\lambda}; \quad (3)$$

где N — высота штабеля; a — высота волновода; l — длина волны излучения.

(см. Литвиненко Е.И. Основы радиооптики. Киев: Высшая школа, 1974).

Таким образом, выбирая соответствующую величину l, а следовательно, и ширину штабеля, можно обеспечить максимальное проникновение СВЧ-излучения в высушиваемый материал.

Применение процессора в качестве системы управления работой установки позволяет осуществлять гибкое регулирование средней СВЧ-мощности, поступающей в штабель. Это дает возможность выдерживать заданный температурный режим сушки, что способствует обеспечению необходимого качества сушки.

Рекуперация тепла воздуха после охлаждения работающих магнетронов позволяет увеличивать КПД установки на 15-20%

В целях обеспечения нормального режима работы магнетронов, перед началом сушки уточняется значение l, зависящее от породы, влажности, сортамента древесины, от способа укладки штабеля и других причин. Для этого измерителем мощности, подключенным к ответвителям, измеряется мощность падающей $P_{\text{пад}}$ и отраженной $P_{\text{отр}}$ волн и рассчитывается коэффициент стоячей волны (КСВ)

$$r = \frac{1 + \sqrt{P_{\text{отр.}} / P_{\text{пад.}}}}{1 - \sqrt{P_{\text{отр.}} / P_{\text{пад.}}}}; \quad (4)$$

Работа магнетрона соответствует нормальному режиму, если значение r меньше допустимого КСВ для данного типа магнетронов. В противном случае увеличивают величину l, т.е. уменьшают ширину штабеля.

Указанные технические меры устраняют недостатки прототипа и позволяют реализовать сушку с высоким качеством.

На фигуре 1 приведена схема установки для сушки древесины. Она представляет собой прямоугольную камеру 1, в которой расположена тележка 2 с высушиваемым материалом. Ширина камеры определяется по формуле (1). Доступ в камеру осуществляется через дверь 3, снабженную концевым выключателем 4, предотвращающим включение СВЧ-излучения при открытой двери. Источником СВЧ-энергии являются магнетроны 5 мощностью по 700 Вт. Магнетроны располагаются на волноводах 6, по которым СВЧ-энергия поступает в камеру 1. Охлаждение магнетронов осуществляется

вентилятором 7. Для увеличения КПД установки горячий воздух после охлаждения магнетронов по воздуховодам 8 подается в камеру 1. Влажный воздух из камеры через вентиляционные трубы 9 выводится наружу. Электропитание каждого магнетрона осуществляется своим блоком питания 10, включающимся блоком силового управления. Работой всех блоков питания руководит один на все СВЧ-модули блок управления, содержащий процессор, работающий по заданной программе сушки.

Блок-схема установки показана на фиг. 2. СВЧ-модули расположены на боковых стенках камеры 1 (фиг. 1) в два ряда в шахматном порядке, что позволяет максимально использовать СВЧ-энергию и исключить влияние излучения на магнетроны, расположенные на противоположной стенке. Для предотвращения выхода излучения за пределы камеры используются сотовые фильтры 11 и уплотнители 12. Сотовые фильтры 11 представляют собой запердельные волноводы, и они установлены в проемах воздуховодов 8 и вентиляционных труб 9. Уплотнители 12 представляют собой бронзовую пластину, под которой расположена резиновая прокладка. Уплотнители 12 расположены по периметру дверного проема и на боковых стенках камеры с внутренней стороны на уровне грузовой площадки 13 тележки 2.

Устройство для измерения величины обратного потока СВЧ-энергии и контроля излучаемой генератором мощности выполнено в виде волноводных направленных ответвителей 14 падающей и отраженной мощности с величиной переходного ослабления порядка 30 дБ, установленных на одном СВЧ-модуле в средней части камеры. Направленные ответвители имеют высокочастотные разъемы 15 для подключения измерителя мощности.

Установка для сушки древесины работает следующим образом. На тележку 2 укладывают высушиваемый материал (доски) с промежутком 15-20 мм между каждым рядом, что обеспечивает проникновение электромагнитной энергии вглубь штабеля и вентиляцию материала при сушке. Тележку 2 со штабелем закатывают в камеру 1 и закрывают дверь 3. При этом уплотнители 12, расположенные на боковых стенках камеры, прилегают к площадке 13 тележки 2, а уплотнители 12, расположенные по периметру проема, прилегают к двери 3, что обеспечивает локализацию СВЧ-энергии внутри камеры. При закрывании двери 3, кроме того, срабатывает концевой выключатель 4, обеспечивая возможность подачи напряжения на блоки питания 10 магнетронов 5.

Перед началом сушки проводится контроль коэффициента стоячей волны Γ . Для этого с пульта управления включается шесть магнетронов, в том числе и имеющиеся в волноводном тракте ответвители 14 для измерения падающей и отраженной мощности. Причем пять магнетронов расположены на одной стенке камеры: три в верхнем ряду (средний с ответвителями) и два в нижнем ряду. Шестой магнетрон включается на противоположной стенке камеры в нижнем ряду между проекциями

двух включенных магнетронов на противоположной стенке. К ВЧ-разъемам 15 ответвителей 14 подключается измеритель поглощенной мощности типа МЗ-51 и измеряется мощность падающей $P_{\text{пад}}$ и отраженной $P_{\text{отр}}$ волн и по формуле (4) рассчитывают коэффициент стоячей волны Γ . Если величина Γ будет меньше допустимого для данного типа магнетронов, то можно начинать процесс сушки (или его продолжать). В противном случае необходимо уменьшить ширину штабеля, при этом увеличивается величина l . Естественно, значение l может быть только больше по сравнению со значением, рассчитанным по формуле (3), т. к. последнее удовлетворяет условиям равномерного облучения боковых поверхностей штабеля. После уточнения величины l установка готова к началу процесса сушки. При включении пульта управления процессор выдает команды блокам силового управления на включение блоков питания 10 каждого магнетрона 5. После запуска магнетронов СВЧ-энергия по волноводам 6 подается в камеру 1. Сюда же вентилятором 5 по воздуховодам 8 нагнетается горячий воздух от охлаждения работающих магнетронов. Начинается разогрев и сушка материала. Выделяющаяся влага вместе с воздухом выходит через вентиляционные трубы 9 наружу.

Блок управления, выполненный на базе процессора ЭВМ, позволяет проводить сушку по заданной программе, учитывающей начальную и конечную влажности, породу древесины, степень загрузки камеры, необходимую температуру материала на разных этапах и т.д. Управление средней мощностью, поступающей в камеру, осуществляется изменением скважности и последовательности работы магнетронов.

По окончании процесса сушки дверь камеры открывается и высушенный материал на тележке выкатывается из камеры. Как только открывается дверь, срабатывает концевой выключатель и исключается возможность включения излучения, что обеспечивает безопасность обслуживающего персонала.

Формула изобретения:

Установка для сушки древесины, содержащая камеру, волноводы, подключенные к магнетронам СВЧ с системой охлаждения и воздухоподводящим коллектором, устройство загрузки и выгрузки материала, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит процессор, датчик измерения вредного потока СВЧ-энергии, подключенный к волноводам посредством ответвителей падающей и отраженной мощности, измеритель мощности СВЧ, причем камера снабжена конечным выключателем и уплотнительными элементами, установленными вдоль ее боковых стенок, а магнетроны размещены на боковых стенках камеры в шахматном порядке, при этом устройство загрузки и выгрузки выполнено в виде тележки с площадкой из листового металла, взаимодействующей с уплотнительными элементами камеры, причем ширина последней определяется из соотношения

$$D = 2(d_3 + \Delta_{\text{min}}),$$

где d_3 — эффективная глубина

проникновения СВЧ-энергии в штабель;
 Δ_{\min} минимальное расстояние от
плоскости излучения до штабеля, которое
определяется из условий создания
равномерного поля на боковой поверхности
штабеля

$$\Delta_{\min} = \frac{Na}{2\lambda},$$

где N высота штабеля;
a высота волновода;
 λ длина волны.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

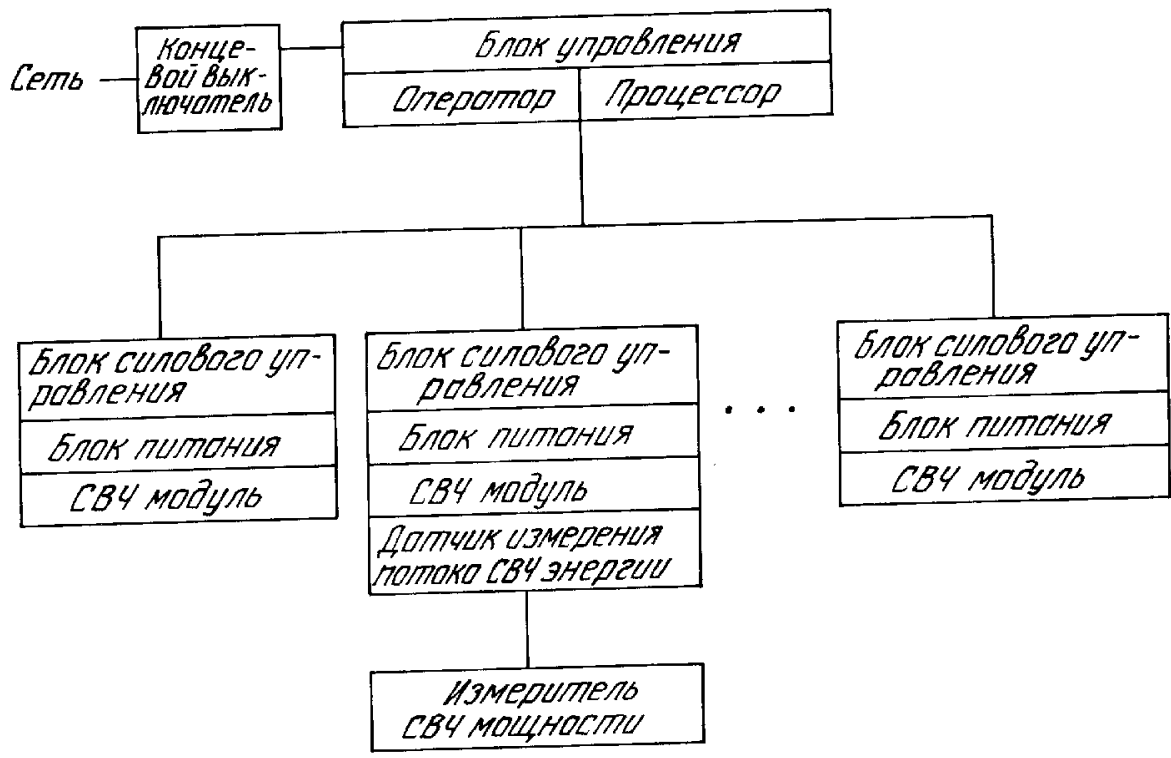
55

60

-5-

RU 2069826 C1

RU 2069826 C1



Фиг. 2

RU 2069826 C1

RU 2069826 C1