

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **238222**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429119**

(22) Data zgłoszenia: **03.03.2019**

(51) Int.Cl.

F26B 3/347 (2006.01)

F26B 3/18 (2006.01)

(54)

Sposób suszenia surowca drzewnego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

07.09.2020 BUP 19/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

26.07.2021 WUP 17/21

(73) Uprawniony z patentu:

**COALMEX SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Krosno, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ALEKSANDRA SZMYD, Krosno, PL
PIOTR SZAJNA, Krosno, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Paweł Lechowicz

PL 238222 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób suszenia surowca drzewnego o bardzo drobnych frakcjach (tzw. mączki drzewnej będącej pochodną włókien drzewnych oraz włókien roślinnych), o bardzo niskiej wilgotności, stosowanej w formowanych wyrobach.

Znane jest rozwiązanie ujawnione w opisie wzoru użytkowego nr CN103940207, w którym przedstawiono opis urządzenia do suszenia drewna za pomocą mikrofal. Urządzenie do suszenia zawiera zagłębienie grzejne i próżniowe urządzenie pompujące, w którym próżniowe urządzenie pompujące jest połączone z wnęką grzejną. Z uwagi na to, że próżniowe urządzenie pompujące jest umieszczone w urządzeniu do suszenia drewna, cały proces suszenia drewna jest w stanie próżni, a potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa spowodowane wysoką temperaturą w komorze grzewczej są wyeliminowane. Wynalazek dalej ujawnia sposób suszenia drewna. Zapewniona jest równomierność wilgoci w drewnie, a prawdopodobieństwo pęknięcia i deformacji drewna jest znacznie obniżone.

Z kolei w opisie patentowym nr Ru02114361 opisano metodę suszenia drewna za pomocą fal mikrofalowych. Zgodnie z opisem, drewno układane jest w poziomych rzędach przy odstępach między deskami lub graniakami. Rzędy są ułożone jeden na drugim przez poprzeczne przekładki, po czym złożony stos drewna jest napromieniowany promieniowaniem mikrofalowym. Szczeliny między deskami lub graniakami w rzędach i odległości między rzędami w poziomach są mniejszą niż jedna czwarta długości fali ($\lambda/4$) promieniowania mikrofalowego. Powierzchnie drewna poddawane są promieniowaniu pod kątem Brewstera (Q) przy polaryzacji promieniowania równoległej do płaszczyzny padania prostopadłej do powierzchni poddanej promieniowaniu. Jej wartość jest określona wzorem:

$$Q = \arctg \sqrt{\varepsilon \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{v1/v2}}$$

gdzie:

ε – oznacza dielektryczną przenikalność elektryczną drewna;

$v1$ – to objętość powietrza w stosie;

$v2$ – to objętość znanej wielkości ε .

Podczas procesu suszenia kąt padania utrzymuje się równy kątowi Brewstera, zmieniając kierunek napromieniania.

Jeśli wielkość ε nie jest znana, jedna powierzchnia stosu jest poddawana promieniowaniu pod kątem padania w zakresie od 50 do 70 stopni. Bezwzględna wielkość kąta promieniowania i odbioru w podanym przedziale zmienia się, próbując uzyskać minimalną (zerową) wielkość natężenia odbitego promieniowania podczas całego okresu suszenia.

W opisie patentowym nr WO/2018/214248 przedstawiono procedurę suszenia drewna za pomocą mikrofal w próżni. Proces suszenia próżniowego drewna litego używanego na podłogę z użyciem mikrofal, obejmuje następujące etapy: umieszczenie drewna w urządzeniu do obróbki mikrofalowej i uruchomienie urządzenia, następnie wejście na etap przyspieszonego suszenia, w którym przeprowadza się pierwszą obróbkę promieniowania mikrofalowego na drewnie, gdy zawartość wilgoci w drewnie jest większa niż 40–50%. Po tym etapie, następuje etap suszenia o stałej wartości, gdzie wykonuje się drugie promieniowanie mikrofalowe na drewnie, gdy wilgotność drewna wynosi od 25% do 45%; a następnie wchodzi się w fazę spowolnionego suszenia i wykonanie trzeciego promieniowania mikrofalowego na drewnie, gdy wilgotność drewna jest mniejsza niż 20–25%. Kolejnym etapem jest chłodzenie drewna, a tym samym zakończenie obróbki mikrofalowej.

W innym opisie patentowym nr FR2651874 przedstawiono urządzenie do suszenia kawałków drewna, w szczególności kawałków klejonego drewna kompozytowego za pomocą mikrofal. Zawiera ono tunel wykonany z materiału niemagnetycznego, podajnik do przenoszenia kawałków drewna do tunelu, jak również wzdłuż niego oraz co najmniej jeden generator mikrofalowy wraz z towarzyszącym mu falowodem przymocowanym do tunelu. Urządzenie do ciągłego suszenia według wynalazku, zawiera tunel o zasadniczo prostokątnym przekroju wykonanym z materiału niemagnetycznego, środki do przenoszenia kawałków drewna wewnątrz tunelu i wzdłuż jego osi wzdłużnej, co najmniej jeden generator mikrofalowy z powiązaniem falowodem zintegrowanym z tunelem i otwierającym się do wspomnianego tunelu, środki do wydobywania powietrza z tunelu. Środki przenoszące obejmują niemagnetyczne rolki nośne umieszczone poziomo na dnie tunelu i rolki dociskowe umieszczone w górnej części tunelu, osadzone na wale podpartym przez łożyska umieszczone w każdym rzędzie. Dwie płyty, górna i dolna,

odbijające fale mikrofalowe, są rozmieszczone równolegle do górnej i dolnej powierzchni tunelu, odpowiednio powyżej i poniżej osi rolek podporowych i rolek dociskowych. Elementy do usuwania powietrza, zawierającego parę wodną wytworzoną przez suszenie, zawierają co najmniej jeden wentylator umieszczony przed generatorami mikrofal. Przyspieszony system suszenia zwłaszcza drewna, wykorzystujący energię mikrofalową, został przedstawiony w opisie patentowym nr DE000019940002. Proces charakteryzuje się tym, że wymagana do tego energia jest całkowicie lub częściowo zasilana promieniowaniem mikrofalowym, na przykład 2,450 GHz, a suszenie może również prowadzić do konserwacji drewna.

Z kolei mikrofalowa metoda suszenia próżniowego drewna okrągłego z bambusa została przedstawiona w opisie patentowym CN107144096. Sposób obejmuje następujące etapy: zbieranie próbek; przetwarzanie próbek; sortowanie próbek; przeprowadzenie przygotowania próżni, przy czym stopień próżni utrzymuje się w zakresie od -0,6 do -0,9 MPa; przeprowadzenie wzrostu temperatury, w szczególności uruchomienie układu mikrofalowego i ogrzewanie próbek we wgłębieniu, przy czym szybkość ogrzewania wynosi 1–5°C/min, a temperaturę zwiększa się do 80–90°C; przeprowadzanie konserwacji cieplnej, w szczególności utrzymywanie temperatury i poziomu próżni w jamie mikrofalowej jako stałej, przy czym czas trwania wynosi 1–3 godziny; przeprowadzanie chłodzenia; i przeprowadzanie redukcji próżni.

Powyższe rozwiązania są trudne do realizacji i niebezpieczne. Podczas suszenia następuje efekt unoszenia się drobnych frakcji materiału i wyrzutu pyłów na zewnątrz suszarki, a tym samym występuje niebezpieczeństwo wybuchu i zagrożenia pożarowego. Dodatkowo, drobne frakcje są szybciej wysuszone niż większe cząstki, a to skutkuje przebarwieniami drzewa. Ponadto, suszenie z zastosowaniem mikrofal w warunkach wypełniania komory suszarki gazami, np. azotem jest uciążliwe i kosztowne. Do tego dochodzi dodatkowo różnica wilgotności poszczególnych frakcji znajdujących się w komorze, zatem występuje zjawisko niejednorodności wysuszonego materiału.

Celem wynalazku jest stworzenie sposobu suszenia surowca drzewnego z wykorzystaniem mikrofal, dzięki któremu możliwe będzie suszenie włókien drzewnych oraz włókien roślinnych o bardzo drobnych frakcjach do końcowej bardzo niskiej wilgotności ok. 1% w całej suszonej objętości. Dodatkowo, zastosowanie mikrofal pozwoli skrócić czas suszenia, co przełoży się na zmniejszenie kosztów operacji. Ponadto, mączka drzewna podczas operacji suszenia nie powinna zmienić swojej barwy, a także nie wystąpi zjawisko karbonizacji.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym sposób suszenia surowca drzewnego wykorzystujący promieniowanie mikrofalowe oraz próżnię charakteryzuje się tym, że jest to proces ciągły w którym w pierwszej fazie, rozdrobniona mączka wprowadzana jest przez załadowniczy zbiornik do klatkowego podajnika z próżniowym uszczelnieniem komór lub śluzy próżniowej, a następnie wprowadzana jest do ślimakowego podajnika z ogrzewanymi ściankami do temperatury w zakresie od 40°C do 80°C, przy czym z wnętrza ślimakowego podajnika wypompowane jest powietrze do ciśnienia w zakresie od 40 hPa do 300 hPa, po czym w drugiej fazie materiał wstępnie osuszony i podgrzany kontaktowo od ścianek ślimakowego podajnika wprowadzany jest do wykonanego z materiału dielektrycznego wnętrza bębna, z obniżonym ciśnieniem w zakresie od 40 hPa do 300 hPa i następnie jest ogrzewany energią mikrofalową emitowaną z umieszczonych na zewnątrz bębna dielektrycznych mikrofalowych promienników, połączonych z mikrofalowymi generatorami o częstotliwości w zakresie od 600 MHz do 4 GHz rozmieszczonymi wzdłuż dielektrycznego bębna, przy czym promienniki emitują fale elektromagnetyczne spolaryzowane i polaryzacje fal emitowanych przez sąsiadujące z sobą promienniki są wzajemnie prostopadłe, a w trakcie procesu nagrzewania mikrofalami wewnątrz bębna w sposób ciągły przeprowadzone są pomiary temperatury mączki drzewnej, poprzez pirometryczne czujniki temperatury, które osadzone są wewnątrz „rurek podkrytycznych” będącymi metalowymi rurkami o średnicy nie większej niż 1/10 długości fali elektromagnetycznej, odizolowujących czujniki od pola elektromagnetycznego, po czym wysuszony w dielektrycznym bębnie materiał o wilgotności niższej lub równej 1%, przesypany jest do drugiego klatkowego podajnika lub/i do śluzy próżniowej i przenoszony do zbiornika końcowego.

Korzystnie, gdy sposób suszenia surowca drzewnego prowadzony jest automatycznie poprzez automatycznie regulowaną moc mikrofal i temperaturę surowca oraz czas przebywania surowca w bębnie poprzez regulowanie jego prędkości obrotowej.

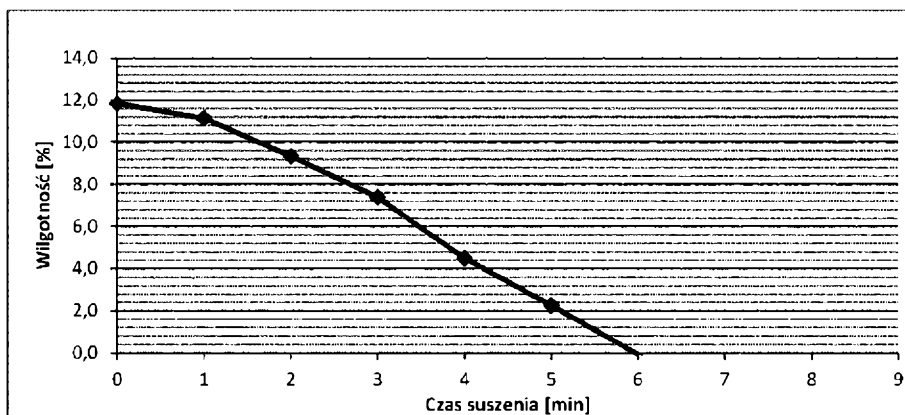
Zaletą takiego rozwiązania jest stworzenie sposobu suszenia surowca drzewnego, w którym zastosowano mikrofałe oraz próżnię, w którym możliwe jest suszenie mączki drzewnej o bardzo drobnych frakcjach do końcowej bardzo niskiej wilgotności ok. 1% w całej suszonej objętości. Uzyskana wilgot-

ność mączki dotyczy całego urobku opuszczającego bęben, i posiada stałą jednorodną wartość. Użytkany suchy materiał jest w całości równomiernie i jednakowo wysuszony. Dodatkowo, zastosowanie mikrofal skraca czas suszenia, co przekłada się na zmniejszenie kosztów operacji. Ponadto, mączka drzewna podczas operacji suszenia nie wykazuje zmiany swojej barwy, zachowując swój oryginalny kolor, a także nie występuje niepożądane zjawisko karbonizacji.

Przykład wykonania sposobu suszenia wg wynalazku przedstawiono na fig. 1 ukazującej schemat blokowy procesu suszenia i opisano poniżej.

Sposób suszenia surowca drzewnego o wilgotności początkowej >11% realizowany jest w komorze suszarniczej. Instalacja składa się ze zbiornika **1** z wilgotnym materiałem wraz z podajnikiem kłatkowym **2**, śluzu próżniowej, transportera ślimakowego **3** z podgrzewanymi ściankami i obniżonym wewnątrz ciśnieniem oraz komory procesowej **4** z również obniżonym wewnątrz ciśnieniem i bębniem przemieszczającym materiał, a także układu śluzowego **8** do transportu wysuszonego materiału. Jako wkład zostało przygotowane złożo mączki dębowej w ilości 100 kg. Komora procesowa wyposażona jest w urządzenia kontrolno-pomiarowe wilgotności równowagowej i temperatury powietrza. W pierwszej fazie, rozdrobniona i przesuszona mączka wprowadzana jest przez zbiornik załadowniczy **1** do podajnika kłatkowego **2** z próżniowym uszczelnieniem komór, a następnie wprowadzana jest do podajnika ślimakowego **3** z ogrzewanymi ściankami. Temperatura ścianek wynosi 60°C, a ciśnienie wewnątrz podajnika ślimakowego **3** wynosi 45 hPa. W drugiej fazie materiał wstępnie osuszony i podgrzany kontaktowo od ścianek podajnika ślimakowego **3** wprowadzony został do wykonanego z materiału dielektrycznego wnętrza bębna **4**, z obniżonym ciśnieniem do wartości 45 hPa i następnie ogrzewany energią mikrofalową o mocy 200 W emitowaną z umieszczonych na zewnątrz bębna dielektrycznego **4** promienników mikrofalowych **5**, połączonych z generatorami mikrofalowymi **6** o częstotliwości 2,45 GHz. Promienniki **5** rozmieszczone są wzdłuż bębna dielektrycznego **4**, przy czym promienniki **5** emitują fale elektromagnetyczne spolaryzowane i polaryzacje sąsiadujących z sobą promienników są wzajemnie prostopadłe. W trakcie procesu nagrzewania mikrofalami wewnątrz bębna **4** w sposób ciągły przeprowadzone były pomiary temperatury mączki drzewnej, poprzez pirometryczne czujniki temperatury **7**. Osadzone są one wewnątrz tzw. „rurek podkrytycznych” odizolowujących czujniki **7** od pola elektromagnetycznego. Po osiągnięciu 1% wilgotności mączka drzewna została przesypana do drugiego podajnika kłatkowego **8** i przeniesiona do zbiornika końcowego. Podczas całego procesu suszenia w trakcie jego trwania, przeprowadzono siedem pomiarów metodą wagosuszarkową, a ich wyniki przedstawiono w poniższej tabeli i na wykresie.

czas[min]	masa[g]	wilgotność [%]
0	152	11,8
1	150,8	11,1
2	147,8	9,3
3	144,7	7,4
4	140,3	4,5
5	137,1	2,3
6	133,9	0,1



Sposób według wynalazku może być stosowany do suszenia w suszarniach, drobnych frakcji np. drzewa, powstałych z włókien drzewnych, włókien roślinnych lub wiórów drzewnych, jak też innych materiałów wyposażonych w pompę próżniową i generator mikrofal, w których konieczne jest osiągnięcie bardzo małej wilgotności w całej suszonej objętości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób suszenia surowca drzewnego wykorzystujący promieniowanie mikrofalowe oraz próżnię **znamienny tym**, że jest to proces ciągły w którym w pierwszej fazie, rozdrobniona mączka wprowadzana jest przez załadowniczy zbiornik (1) do klatkowego podajnika (2) z próżniowym uszczelnieniem komór lub śluzy próżniowej, a następnie wprowadzana jest do ślimakowego podajnika (3) z ogrzewanymi ściankami do temperatury w zakresie od 40°C do 80°C, przy czym z wnętrza ślimakowego podajnika (3) wypompowane jest powietrze do ciśnienia w zakresie od 40 hPa do 300 hPa, po czym w drugiej fazie materiał wstępnie osuszony i podgrzany kontaktowo od ścianek ślimakowego podajnika (3) wprowadzany jest do wykonanego z materiału dielektrycznego wnętrza bębna (4), z obniżonym ciśnieniem w zakresie od 40 hPa do 300 hPa i następnie jest ogrzewany energią mikrofalową emitowaną z umieszczonych na zewnątrz bębna dielektrycznego mikrofalowych promienników (5), połączonych z mikrofalowymi generatorami (6) o częstotliwości w zakresie od 600 MHz do 4 GHz rozmieszczonymi wzdłuż dielektrycznego bębna (4), przy czym promienniki (5) emitują fale elektromagnetyczne spolaryzowane i polaryzacje fal emitowanych przez sąsiadujące z sobą promienniki (5) są wzajemnie prostopadłe, a w trakcie procesu nagrzewania mikrofalami wewnątrz bębna (4) w sposób ciągły przeprowadzone są pomiary temperatury mączki drzewnej, poprzez pirometryczne czujniki temperatury (7), które osadzone są wewnątrz „rurek podkrytycznych” będącymi metalowymi rurkami o średnicy nie większej niż 1/10 długości fali elektromagnetycznej, odizolowujących czujniki (7) od pola elektromagnetycznego, po czym wysuszony w dielektrycznym bębnie (4) materiał o wilgotności niższej lub równej 1%, przesypywany jest do drugiego klatkowego podajnika (8) lub/i do śluzy próżniowej i przenoszony do zbiornika końcowego.
2. Sposób suszenia surowca drzewnego według zastrz. 1 **znamienny tym**, że proces prowadzony jest automatycznie poprzez automatycznie regulowaną moc mikrofal i temperaturę surowca oraz czas przebywania surowca w bębnie poprzez regulowanie jego prędkości obrotowej.

Rysunek

Fig.1

