

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

87817

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

MKP F26b 7/00

Zgłoszono: 21.08.73 (P. 164774)

Pierwszeństwo: _____

Int. Cl.² F26B 7/00

Zgłoszenie ogłoszono: 02.09.74

Opis patentowy opublikowano: 30.06.1977

CZYTELNIJA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: Bror Olof Häger, Djursholm (Szwecja)

Sposób suszenia wyrobów z drewna i innych przedmiotów wykonywanych z materiałów włóknistych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób suszenia wyrobów z drewna i innych przedmiotów wykonanych z materiałów włóknistych w postaci bloku, zwłaszcza sposób bardzo szybkiego suszenia, a przy tym łagodnego.

W procesie przyspieszonego suszenia drewna występują dwa na pozór sprzeczne kryteria. Po pierwsze istnieje potrzeba wydajnego doprowadzania ciepła w celu odparowania wody, lecz z drugiej strony istotnym warunkiem jest to, by ogrzewanie drewna przeprowadzane było z różnych powodów, na tyle łagodnie, aby nie wystąpiło jego uszkodzenie. Pogodzenie tych dwu kryteriów napotyka w praktyce na poważne trudności.

W procesie suszenia drewna w tradycyjnych urządzeniach, za pomocą powietrza, konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności, by nie doprowadzić do zniszczenia suszonego materiału. Szczególnie ważne jest by prędkość suszenia powierzchni drewna nie była zbyt duża w porównaniu z prędkością suszenia wewnętrznych jego części, gdyż w tym przypadku następują wypaczenia, szczeliny w rdzeniu i odbarwienie drewna. Temperatura czynnika suszącego musi więc być utrzymywana na niskim poziomie, a ponadto suszące powietrze powinno posiadać pewną określoną wilgotność.

Rezultatem jest więc niska prędkość suszenia. Jeśli nawet możliwe byłoby — co jest mało pra-

2

wdopodobne — rozwiązanie tych problemów występujących przy powietrznym suszeniu drewna, pozostają zagadnienia związane z przewodzeniem ciepła. Gdy czynnikiem suszącym jest powietrze, niemożliwe jest zapewnienie wymaganego, dla szybkiego suszenia, przewodzenia ciepła. W związku z tym wymagana różnica temperatur pomiędzy czynnikiem suszącym, a drewnem jest zdecydowanie zbyt wysoka.

Znane są sposoby suszenia przy wykorzystaniu gazów innych niż powietrze. Gazy te obniżają częściowo ciśnienie atmosferyczne, niezbędne do przemiany wody w parę opuszczającą drewno. Inaczej mówiąc, powstaje podciśnienie, przy którym obniżony jest punkt wrzenia wody, w wyniku czego woda w postaci pary szybciej opuszcza drewno. Stosuje się takie gazy, które mogą w postaci skondensowanej zostać odzyskane po operacji suszenia.

W takim przypadku suszenie może być przeprowadzane zdecydowanie szybciej i przy niższej temperaturze niż przy zastosowaniu powietrza. Ilość ciepła niezbędnego do odparowania zawartej w drewnie wody nie zmniejsza się ponieważ ciepło parowania w obydwu przypadkach jest takie samo. Istnieje również niebezpieczeństwo zbyt szybkiego suszenia powierzchni drewna i wystąpienia w konsekwencji uszkodzeń suszonego materiału. Ponadto stosowany gaz, podobnie jak powietrze, ma niską pojemność cieplną, nie jest więc

dobrym nośnikiem ciepła. Suszenie gazem, chociaż bardziej skomplikowane niż powietrzem, nie daje wyraźniejszych korzyści.

Znane są sposoby bezpośredniego elektrycznego ogrzewania wewnętrznych części drewna, przy czym możliwe jest suszenie szybkie i raczej bez uszkodzenia produktów. Sposoby te są jednakże trudne do stosowania w przypadku dużych belek drewnianych, a ponadto stosowanie ich jest bardzo kosztowne.

Znane są również sposoby suszenia, w których jako czynnik ogrzewający drewno stosowane są różne ciecze. Nie znalazły one jednak szerszego zastosowania, przede wszystkim ze względu na trudny do określenia wpływ tych cieczy na jakość suszonego materiału.

W związku ze stosowaniem impregnacji, suszenia i zabarwiania drewna metodą Hagera (szwedzki opis patentowy nr 301 870), stwierdzono, że suszenie drewna przy zastosowaniu oleju o wysokiej temperaturze wrzenia pozwala uzyskać nieoczekiwane szybkie suszenie bez ujemnych skutków. W procesie tym pewna ilość oleju zostaje zaabsorbowana przez drewno, ale poprzez odpowiednie zabiegi ilość ta może być utrzymana na bardzo niskim poziomie.

Pozostałość oleju może być obniżana do ilości nie większej niż wymagana jest do osiągnięcia niektórych żądanych rezultatów procesu Hagera. Przy zwykłym suszeniu może jednakże być niepożądane wprowadzenie do drewna nawet małych ilości oleju.

Sposób według wynalazku polega na tym, że przeznaczone do suszenia wilgotne drewno wprowadza się do metalowego cylindra przystosowanego do zamykania. Do cylindra wprowadza się również produkt rafinacji ropy naftowej jako czynnik suszący za pomocą którego przeprowadzane jest suszenie. Temperatura wrzenia czynnika suszącego wynosi około 200°C. Czynnik ogrzewa się do temperatury 80°C. Następnie obniża się znacznie ciśnienie tak, że następuje odparowanie wody zawartej w drewnie. Parę wodną wydostającą się z drewna oraz pewną ilość odparowanego czynnika suszącego doprowadza się do chłodnicy — skraplacza i uzyskany tu kondensat odprowadza się następnie do naczynia zbiorczego. Tutaj następuje oddzielenie czynnika suszącego i skierowanie go do ponownego wykorzystania.

Po wysuszeniu drewna do określonego stopnia, usuwa się z cylindra czynnik suszący. Odbywa się to przy utrzymaniu obniżonego ciśnienia. Podciśnienie utrzymuje się w cylindrze nawet przez pewien czas po odprowadzeniu czynnika, w celu odparowania z gorącego drewna pozostałego na jego powierzchni czynnika. Drewno tak uzyskane gotowe jest do dalszej obróbki lub wykorzystania.

Omówione teraz zostaną szczegółowo poszczególne zabiegi opisanego w skrócie procesu.

Odpowiednie urządzenie zawiera stalowy cylinder zaopatrzony na końcu w pokrywę przystosowaną do otwierania i zamykania. Na cylindrze znajduje się płaszcz grzejny umieszczony tak, że cylinder wraz ze swoją zawartością może zostać ogrzany. Ogrzewanie może być również zrealizowane

przez zastosowanie rur grzejnych wewnątrz cylindra lub w inny podobny sposób. Jako czynnik grzewczy może być zastosowana woda lub inny płyn taki jak olej lub para. Cylinder powinien być termicznie izolowany.

Cylinder połączony jest ze zbiornikiem, zawierającym czynnik suszący, za pomocą przewodu umożliwiającego doprowadzenie i odprowadzenie czynnika. Zapewniona musi być możliwość odprowadzenia czynnika, gdy w cylindrze istnieje obniżone ciśnienie, w tym celu stosuje się odpowiednią pompę lub wykorzystuje się przepływ grawitacyjny do położonego niżej zbiornika, w którym panuje obniżone ciśnienie.

Cylinder zaopatrzony jest ponadto w przewód do odprowadzania par do chłodnicy, gdzie zostają one skroplone odpowiednio do postaci wody i ciekłego czynnika chłodzącego. Kondensat z chłodnicy doprowadzany jest następnie do zbiornika, w którym następuje rozdzielenie wody i czynnika chłodzącego. Czynnik chłodzący wykorzystywany jest ponownie. Nie ma większego znaczenia, jeśli pewna ilość wody pozostaje w czynniku chłodzącym — natomiast oddzielona woda nie powinna zawierać czynnika chłodzącego.

Z chłodnicą lub zbiornikiem połączona jest odpowiednio pompa próżniowa do obniżania ciśnienia w cylindrze, chłodnicy i zbiorniku rozdzielającym. Urządzenie zaopatrzone jest ponadto w odpowiednie przyrządy pomiarowe. Urządzenie może się różnić szczegółami, lecz szczegóły te nie wymagają bliższego omówienia.

Wprowadzone do cylindra drewno umieszczone jest tak, aby w trakcie suszenia nie mogło unosić się w płynie i opierać się o górną powierzchnię cylindra. Czynnik suszący wprowadzany jest zazwyczaj w takiej ilości, że gdy zostaje on spieniony w wyniku zmieszania, w trakcie suszenia, z pęcherzami pary, pokrywa całkowicie suszone drewno. Czynnik suszący nie wypełnia więc całkowicie cylindra tworząc ponad drewnem swobodną spienioną powierzchnię, z ponad której poprzez rurę odprowadzane są do chłodnicy-skraplacza pary czynnika chłodzącego i wody. Zasadniczo niezbędne jest stopniowe uzupełnianie ilości czynnika suszącego, w trakcie operacji suszenia.

Jako czynnik suszący stosowane są płyny nie mieszające się z wodą i mające temperaturę w określonym przedziale temperatur (mające odpowiednią krzywą nasycenia). Dolna granica temperatury wrzenia ograniczona jest tym, że powinno być możliwe ogrzanie drewna przy podciśnieniu, bez spowodowania gwałtownego wrzenia lub spienienia czynnika, czego rezultatem byłoby szybkie parowanie.

Niepożądane szybkie parowanie powoduje dodatkowe utrudnienia w prowadzeniu procesu, przejawiające się w zmniejszeniu szybkości suszenia, konieczności ciągłego uzupełniania ilości czynnika, zwiększeniu zużycia ciepła i konieczności przeprowadzenia odzysku zwiększonej ilości czynnika.

Możliwe jest prowadzenie procesu suszenia przy wykorzystaniu czynnika o stosunkowo niskim

punkcie wrzenia. Jako czynniki suszące stosuje się substancje o temperaturze wrzenia 150–160°C a nawet niższej. Bardziej korzystnie stosuje się czynniki o temperaturze wrzenia około 180°C. Proces suszenia jako taki jest łatwiejszy do przeprowadzenia gdy temperatura wrzenia czynnika jest wysoka. Temperatura wrzenia nie może być zbyt wysoka, gdyż w tym przypadku czynnik pozostaje w drewnie po procesie suszenia. Czynnik musi zostać z drewna odparowany. Górna granica temperatur jaką osiągać może temperatura wrzenia czynnika wynosi 250°C lub nieco poniżej tej wartości. Z różnych względów najkorzystniej stosuje się czynniki o temperaturze wrzenia 200–250°C, zwłaszcza 200–220°C, to jest około 200°C lub nieco powyżej.

Przykładowo, czynnik suszący stanowi mieszaninę produktów naftowych. Ewentualnie stosuje się różne rozpuszczalniki organiczne zawierające np. chlor. Korzystnie ze względów ekonomicznych stosuje się tanie produkty naftowe. Ponadto substancje stosowane w sposobie według wynalazku powinny być bezwonne, a w każdym razie pozbawione nieprzyjemnego zapachu. Jest to szczególnie ważne gdy niewielkie ilości składników czynnika, których punkt wrzenia jest stosunkowo wysoki, pozostaną w drewnie. Temperatura zapłonu czynnika powinna być możliwie najwyższa.

Spśród rozpuszczalników organicznych związki zawierające chlor mają tę zaletę, że są raczej ognioodporne. Są one zdecydowanie droższe niż proste produkty naftowe. Z tego względu ważne jest ich odzyskiwanie możliwie w największym stopniu. Wybór substancji mających nieco niższą temperaturę wrzenia uzasadniony jest łatwością odzyskiwania czynnika. Chociaż proces suszenia odbywa się w zamkniętym pojemniku, należy brać pod uwagę szkodliwość dla zdrowia substancji zawierających chlor. Przy stosowaniu produktów naftowych w celu podwyższenia temperatury zapłonu czynnika korzystne jest dodanie chlorowców.

Produkty naftowe zawierające wysoko aromatyczne składniki i niektóre inne określone rozpuszczalniki powodują zazwyczaj wylugowanie żywicy z drewna. Czynnik suszący w tych przypadkach zostaje silnie zabarwiony na żółto. Po obróbce pewnej ilości partii belek ustala się stan równowagi (nasycenia), w którym zasadniczo taka sama ilość żywicy wprowadzana jest do drewna jak i wylugowana.

Ze względu na to, że lugowanie nie jest tak istotne jak może się to wydawać, czynniki te nie powinny być wybierane w pierwszej kolejności.

Jak dotychczas, najbardziej odpowiednie są produkty naftowe o niskiej zawartości składników aromatycznych, zasadniczo nie wykazujące niemiłego zapachu.

Niektóre tego rodzaju produkty są wrażliwe na działanie utleniające powietrza. Rezultatem utleniania jest utworzenie składników o wyższej temperaturze wrzenia, oraz strąconych osadów. Przy stosowaniu sposobu według wynalazku nie napotkano na żadne trudności związane z utlenianiem. Tłumaczy się to prawdopodobnie tym, że proces

prorowadzony jest przy obniżonym ciśnieniu i utleniające powietrze nie może się całkowicie kontaktować z czynnikiem suszącym.

Jako bardzo korzystny czynnik w sposobie według wynalazku stosuje się produkt naftowy o temperaturze wrzenia 187–212°C. Czynnik ten jest bezbarwny, nie zawiera składników aromatycznych i nie wykazuje wyraźnego zapachu. Temperatura zapłonu wynosi 55°C. Przy zastosowaniu tego czynnika możliwe jest, jak stwierdzone, szybkie przeprowadzenie suszenia drewna przy zachowaniu naturalnego zabarwienia i z bardzo wysoką możliwością odzyskiwania czynnika. Czynnik ten ma handlową nazwę „Shellsol T”. Inny podobny wyrób o nazwie „Shellsol K” charakteryzuje się temperaturą wrzenia 191–257°C. Górna granica przedziału temperatur wydaje się dla tego produktu nieco zbyt wysoka, a przedział temperatur nieco zbyt szeroki. Temperatura zapłonu wynosi 66°C. Z innych odpowiednich czynników suszących, które nie dorównują jednak opisanym powyżej, wymienić należy dwuchlorobenzen, dwuchloropentan, tetralin itp.

Do wybranego czynnika suszącego dodaje się ewentualnie składniki zmieniające określone właściwości drewna. Należy do nich wosk dający wodoodporną powierzchnię, substancje wybielające powodujące rozjaśnienie zabarwienia drewna, substancje powodujące utwardzenie powierzchni, takie jak żywice i olej lniany, substancje chroniące przed ciemnieniem drewna, wytrawianiem lub powodujące ognioodporność, oraz barwniki. Dodatki te, lub efekty ich działania pozostają w drewnie po operacji suszenia.

W celu zredukowania stopnia pienienia się czynnika w czasie suszenia można dodawać środki przeciw pianowe, ale nie jest to konieczne. Dobrym środkiem tego rodzaju jest alkohol oktylowy.

W powyższym przykładzie temperatura procesu suszenia wynosiła 80°C. Jest to w większości przypadków najbardziej odpowiednia temperatura. Oczywiście suszenie można przeprowadzać również w innych temperaturach. W przypadku gdy suszone drewno łatwo ulega uszkodzeniom, stosuje się temperaturę 50–60°C lub nawet jeszcze niższą. Suszenie trwa wówczas dłużej, ale pomimo to jest bardzo szybkie w porównaniu z konwencjonalnymi metodami. Stosowanie temperatur powyżej 90°C nie jest konieczne.

Ciśnienie powinno być dostatecznie obniżone, aby mogło nastąpić energiczne wrzenie wody, lecz nie na tyle by następowało szybkie parowanie czynnika. Proces przebiega najkorzystniej, jeśli ciśnienie obniżone jest na tyle, na ile pozwala zastosowany czynnik. Im wyższa temperatura wrzenia czynnika tym wyższe powinno być ciśnienie. Bardzo ważnym parametrem jest różnica pomiędzy ciśnieniem odpowiadającym temperaturze wrzenia wody a zastosowanym ciśnieniem.

Ta różnica ciśnień pokonać musi szereg oporów. Pomaga ona nie tylko w parowaniu wody i usuwaniu pary, ale oddziałuje na pewną głębokość wgląd drewna. Wewnątrz drewna podciśnie-

nie jest mniejsze niż na zewnątrz drewna w cylindrze, gdyż drewno nie jest całkowicie przepuszczalne. Jednakże podciśnienie wewnątrz drewna powinno być dostateczne, aby znajdująca się tam woda mogła wrzeć. Znaczenie wielkości podciśnienia staje się jasne, jeśli uwzględni się fakt, że stopniowy wzrost temperatury w drewnie przebiega wolniej. Wynika z powyższego, że im większe są rozmiary drewna tym wyższe podciśnienie i temperaturę należy stosować.

Należy również zwrócić uwagę na jeszcze jeden szczegół. Różnica ciśnień musi pokonać ciśnienie czynnika suszącego, aby te części drewna, które znajdują się poniżej poziomu czynnika, zwłaszcza przy dnie zbiornika, znajdowały się również w warunkach obniżonego ciśnienia.

Ciśnienie czynnika jest jednakże raczej niskie, gdyż czynnik zmieszany z pęcherzami pary ma stosunkowo niewielki ciężar właściwy. Jeśli na dnie zbiornika oraz w wyższych jego partiach warunki suszenia nie są odpowiednie, to różnice te są niewielkie i z zasady nie mają praktycznego znaczenia.

Temperatura wrzenia czynnika, temperatura suszenia oraz stosowane podciśnienie zależne są od wymienionych warunków. Na parametry te mogą mieć wpływ również inne szczególne warunki. Tak więc przy zastosowaniu taniego czynnika można zastosować destylację jeśli wskazane jest użycie czynnika łatwo parującego, lub dopuścić pewne starty czynnika pozostającego w drewnie, gdy trudno paruje. Tego rodzaju postępowanie należy jednak do wyjątków.

Na ogół łatwo jest ustalić optymalne granice parametrów procesu przy stosowaniu określonego czynnika suszącego. W celu wyjaśnienia tych i pewnych związanych z nimi zagadnień i faktów, przedstawia się poniższą tablicę, która może służyć jako dodatkowe źródło informacji. W tablicy 1 podano ciśnienia pary wodnej dla wody w temperaturze 80°C i 60°C i cieczy organicznych o temperaturze wrzenia 120–220°C.

Tablica 1

Temperatura wrzenia	80°C	60°C
100°C (woda)	355 mm Hg	149 mm Hg
120	200	90
160	50	20
180	20	5
200	10	3
220	5	2

Należy zaznaczyć, że powyższa tablica służyć może jako materiał poglądowy. Wartości podane dla substancji organicznych należy traktować jako przybliżone. Jak wiadomo, krzywe ciśnienia par dla różnych substancji o tej samej temperaturze wrzenia nie są identyczne, chociaż różnice są niewielkie.

Wartości ciśnienia par dla czynnika o nazwie „Shellsol T” podano w tablicy 2.

Tablica 2

Temperatura	Ciśnienie
25°C	1,4 mm Hg
50	4,2
75	10,6
100	46,0

Z powyższego wynika, że substancje o temperaturze wrzenia około 120°C mają stosunkowo wysokie ciśnienie nasycenia pary przy wymienionych temperaturach suszenia.

Dla substancji wrzących w temperaturze 160°C ciśnienie to jest zdecydowanie niższe. Dalsze obniżenie ciśnienia par może być obserwowane dla substancji wrzących w temperaturze 180°C, które to substancje mogą być stosowane do suszenia w temperaturze 60°C i ewentualnie w temperaturze 80°C. W tym ostatnim przypadku korzystniej stosuje się substancje o wyższej temperaturze wrzenia. Racjonalną wartość osiąga ciśnienie nasycenia par przy suszeniu w temperaturze 80°C dla substancji o temperaturze wrzenia około 200°C.

W temperaturze 80°C ciśnienie nasycenia dla pary wodnej wynosi 355 mm Hg. Aby uzyskać wrzenie wody w tej temperaturze rzeczywista wartość ciśnienia powinna być jeszcze niższa, przy czym dla temperatury 60°C podana wartość spada do 149 mm Hg. Tak więc uzyskanie właściwej różnicy ciśnień znacznie łatwiej osiągnąć w temperaturze 80°C niż w temperaturze 60°C. Różnica ta jest niezbędna do pokonania wewnętrznych oporów w drewnie, ciśnienia czynnika, strat w przewodach łączących zbiornik z chłodnicą itp. Z powyższego wynika, iż warunki suszenia są znacznie korzystniejsze w temperaturze 80°C niż w temperaturze 60°C.

Jak wyżej wspomniano, podciśnienie powinno być możliwie najwyższe przy uwzględnieniu wybranego czynnika suszącego. Wysokość ciśnienia, na które odporny jest czynnik zależna jest w pewnym stopniu od przyjętego stopnia jego oddestylowania. Wydaje się najkorzystniej utrzymywać podciśnienie na wartości 2–4 razy niższej niż ciśnienie nasycenia par czynnika w temperaturze suszenia. W warunkach laboratoryjnych ciśnienie wynosiło 2–10% ciśnienia atmosferycznego, to znaczy 15–150 mm Hg. Większe podciśnienia wybiera się dla czynnika o wyższej temperaturze wrzenia, a niższe dla czynników o niższej temperaturze wrzenia. Dla temperatury 60°C korzystnie stosuje się większe podciśnienia ze względu na mały margines, niż przy temperaturze 80°C. Zastosowanie czynnika o nazwie „Shellsol T” i w temperaturze 80°C wymaga ciśnienia 20–120 mm Hg.

W przyjętym zakresie warunków prowadzenia procesu stosuje się z zasady niższe ciśnienia. Dla czynnika o temperaturze wrzenia około 200°C stosowano ciśnienie wynoszące 15–40% ciśnienia atmosferycznego w temperaturze suszenia wynoszącej 80°C.

W celu utrzymania wysokiej próżni oraz osiągnięcia dobrych efektów suszenia niezbędne jest stosowanie efektywnego chłodzenia. Rezultatem mało efektywnego chłodzenia są straty ogrzanego czynnika poprzez pompę próżniową, przy czym pompa pracuje w warunkach znacznego obciążenia ponieważ odprowadza parę. Gdy stosowane jest efektywne chłodzenie, straty nie występują, a pompa pracuje przy bardzo małym obciążeniu — praktycznie żadnym.

Istotnym szczegółem jest w związku z tym to, że ciśnienie na początku procesu suszenia może być wyższe, a następnie zmniejszane do założonej wartości. W początkowej fazie procesu znaczne ilości wody odprowadzane są w postaci pary z zewnętrznej warstwy drewna i w związku z tym występować może silne spienienie czynnika. Powstawanie piany może zostać zredukowane przez zastosowanie początkowo wyższego ciśnienia. Intensywne spienienie zazwyczaj znacznie zwiększa odparowanie czynnika suszącego.

Z drugiej strony nie wydaje się by istniały powody do utrzymywania niskiej temperatury w początkowej fazie procesu. Na tym polega różnica w stosunku do konwencjonalnego suszenia. Jeżeli od początku suszenia utrzymywana jest możliwie najwyższa temperatura, ciepło doprowadzone zostaje do drewna i następnie wykorzystane po zmniejszeniu ciśnienia. Jednakże pojemność cieplna nie jest z zasady wystarczająca do osiągnięcia najwyższej temperatury od początku procesu. Początkowa temperatura jest więc z tego powodu niższa. W tym przypadku obniżona temperatura przyczynia się do zredukowania spienienia czynnika w początkowym okresie procesu suszenia.

Po suszeniu czynnik suszący odprowadzany jest z cylindra przy utrzymaniu obniżonego ciśnienia, jak to powyżej stwierdzono. Jeśli odprowadzanie czynnika następuje przy normalnym ciśnieniu, ciśnienie atmosferyczne powoduje wtłoczenie znacznych ilości czynnika suszącego do wysuszonego drewna.

Po usunięciu czynnika z cylindra, drewno pozostaje w nim nadal przy utrzymanym niskim, lub jeszcze bardziej obniżonym ciśnieniu. W tym czasie pozostały w drewnie czynnik suszący odparowuje, a temperatura drewna obniża się. Przy takim sposobie prowadzenia suszenia, jedynie niewielka ilość czynnika pozostaje w drewnie, w przypowierzchniowych jego warstwach. Drewno otrzymuje w czasie suszenia znaczną ilość ciepła. Ciepło to jest wystarczające do odparowania przeważającej ilości lub całości czynnika. Drewno jest dobrze izolowane termicznie. Cylinder zaopatrzony jest w izolację cieplną a ponadto izolująco działa istniejąca tam próżnia. Ponadto przewodność cieplna jest niska — drewno jest dobrym izolatorem — w związku z czym odprowadzanie ciepła z drewna jest powolne. Pozostała w drewnie znaczna ilość ciepła wykorzystana zostaje do praktycznie całkowitego odparowania pozostałego w drewnie czynnika suszącego.

Należy zwrócić uwagę na pewne różnice występujące w porównaniu z konwencjonalnym su-

szeniem powietrznym. Przy suszeniu powietrznym ważne jest zapewnienie dostatecznych odstępów pomiędzy poszczególnymi kawałkami drewna, oraz zapewnienie silnej cyrkulacji powietrza obejmującej wszystkie umieszczone w cylindrze kawałki drewna. W przeciwieństwie do tego warunki suszenia według wynalazku, wykazują pewne podobieństwo do warunków występujących w procesie parowego ogrzewania. Para wędruje samoczynnie ku chłodnym miejscom i oddaje swoje ciepło w wyniku kondensacji, właśnie tam gdzie ciepło to jest potrzebne.

Ponadto w wyniku kondensacji powstaje próżnia i para dopływa do tych miejsc tak długo jak istnieje zapotrzebowanie na ciepło — nawet jeśli kanały dopływowe są wąskie.

Dopóki czynnik suszący paruje pod działaniem lokalnego nagrzania, tworzone jest w tych miejscach nadciśnienie w stosunku do otoczenia. Para opuszcza więc drewno nawet jeśli szczeliny przepływowe są wąskie.

Dalszą zaletą sposobu według wynalazku jest to, że ciepło parowania czynnika jest niskie i wynosi z zasady $\frac{1}{5}$ ciepła parowania wody. Ponieważ w tym okresie następuje zmniejszenie odparowywania czynnika zawartego w drewnie, łatwo jest stopniowo obniżyć ciśnienie przy wzroście możliwości odprowadzania czynnika z drewna. Nawet jeśli obróbka jest bardzo efektywna, okres ten może nie być zbyt ograniczony w czasie. Między innymi zalecane jest ze względu na wpływ deszczu, wilgotności itp. pozostawienie drewna po suszeniu w cylindrze aż do ostygnięcia.

Jeśli to jest wskazane mogą być podjęte inne środki w celu ułatwienia odparowania pozostałego w drewnie czynnika. Poza utrzymaniem lub podwyższeniem próżni można zastosować podwyższenie temperatury w końcowym okresie procesu suszenia. Można ponadto wprowadzać gorące powietrze w ograniczonych ilościach. Powietrze to równocześnie podwyższa nieco ciśnienie. Ryzyko związane z tym jest w tej sytuacji niewielkie. Pozostałe ilości czynnika są w tym momencie tak małe, że nie mogą zostać wprowadzone do wnętrza drewna pod działaniem zwiększonego ciśnienia. Zaabsorbowane są one przez komórki położone przy powierzchni i nie ma możliwości mechanicznego ich przemieszczenia.

Zamiast powietrza może być na tym etapie procesu wprowadzona para. Właściwym postępowaniem jest wprowadzenie na dno cylindra pewnej ilości gorącej wody, przy utrzymaniu ogrzewania. Sukcesywnie powstająca przez parowanie wody para, stwarza warunki obróbki drewna parą. Obróbka taka polega na wodno-parowym destylowaniu czynnika.

Tego rodzaju obróbka powoduje łatwe odparowanie substancji o stosunkowo wysokim punkcie wrzenia. Małe ilości czynnika pozostające w drewnie mają stosunkowo wysoki punkt wrzenia. Nie wykazują one zdecydowanie żadnego niekorzystnego wpływu na drewno.

Jako dodatkową informację można podać, że czas parowania jednego mililitra płynu „Shellsol T” rozlanego na szkle w temperaturze 80°C wy-

nosił 80 minut, w temperaturze 60°C — 210 minut, a w temperaturze 20°C nieco mniej niż dobę. Odpowiednie cyfry dla płynu „Shellsol K” wynoszą 200 minut, 12 godzin i 10 dób. W tym ostatnim produkcie składniki o wysokiej temperaturze wrzenia w sposób wyraźny wydłużyły czas całkowitego wyparowania. Parowanie odbywało się przy normalnym ciśnieniu. *

Z zasady nie ma potrzeby umieszczania przekładek pomiędzy suszonymi kawałkami drewna. W czasie suszenia drewno otoczone jest przez czynnik suszący. Czynnik charakteryzuje się dużą pojemnością cieplną. Podlega on intensywnemu mieszaniu pod działaniem pęcherzy pary opuszczających drewno, które mają ze względu na obniżone ciśnienie bardzo dużą objętość. Ponadto ciężar właściwy drewna i czynnika jest zbliżony, co tłumaczy dlaczego nacisk pomiędzy poszczególnymi kawałkami drewna jest bliski zeru, dzięki czemu możliwy jest pewien ruch tych kawałków w płynie.

W początkowej fazie procesu suszenia, wilgotne drewno ma z zasady ciężar właściwy wyższy niż czynnik suszący zmieszany z pęcherzami pary. W miarę upływu czasu drewno wysycha i staje się lżejsze, przy czym ilość pęcherzy w czynniku suszącym maleje powodując ciągłe zwiększanie ciężaru właściwego mieszaniny. Po pewnym czasie następuje zrównanie ciężarów właściwych drewna i mieszaniny czynnika z pęcherzami i stan ten utrzymuje się w ciągu znacznej części okresu suszenia.

Ewentualne zastosowanie przekładek ma w zasadzie większe znaczenie dla końcowego odparowania czynnika suszącego, niż dla właściwego procesu suszenia drewna. Jak jednak wyżej wspomniano, na końcowe odparowanie czynnika suszącego korzystny wpływ wywiera szereg parametrów. Ponadto mogą być podjęte różne działania w celu uzyskania coraz lepszych rezultatów. Nie stwierdzono jednak, aby istniały jakiegokolwiek przeszkody do stosowania przekładek. Jeśli przekładki są stosowane, mogą one być cienkie i umieszczone w znacznych odstępach tak, że nie zabierają wiele miejsca.

Trudno jest podać dokładne cyfry dotyczące ilości przedestylowanego w czasie suszenia czynnika. Ilość ta w poważnym stopniu zależy od punktu wrzenia czynnika, stosowanego pod ciśnieniem i czasu trwania suszenia. Przy racjonalnie prowadzonym procesie tylko nieznaczna ilość płynu podlega destylacji w trakcie odparowywania wody.

Jeśli jednakże stosowany jest czynnik o niskiej temperaturze wrzenia lub też zastosowane jest zbyt niskie ciśnienie, ilość odparowanego czynnika wzrasta bardzo szybko, nawet dziesięciokrotnie. Z podanych powyżej powodów ilość przedestylowanego czynnika powinna być utrzymywana na niskim poziomie, nawet jeśli odzyskanie czynnika przez oddzielenie od wody jest stosunkowo łatwe.

Ilość pozostającego w drewnie czynnika również zmienia się w zależności od jego punktu wrzenia oraz innych parametrów procesu. Pozostająca ilość

jest oczywiście bardziej zależna od powierzchni drewna niż jego objętości. Ze względu na to, że ilość ciepła zależna jest od objętości drewna, łatwiej jest usunąć pozostałości czynnika z drewna o znacznych rozmiarach. Pozostająca ilość czynnika nie przekracza w zasadzie 5 kg/m³, jeśli temperatura wrzenia czynnika wynosi około 200°C a temperatura suszenia około 80°C. Szacunkowe określenie tych ilości z większą dokładnością jest trudne. Wydaje się, że straty czynnika suszącego nie powinny przekraczać 2 kg/m³ drewna. Spowodowany tym koszt jest więc bardzo mały.

Suszenie drewna o grubości 25 mm, przy racjonalnych parametrach procesu, tzn. przy temperaturze wrzenia czynnika suszącego wynoszącej 200—220°C i temperaturze suszenia wynoszącej 80°C, realizowane jest w ciągu 4—6 godzin. Przy podwojeniu grubości drewna tzn. przy grubości 50 mm, czas suszenia wzrasta do 6—8 godzin. Suszenie przebiega więc 25—50 razy szybciej niż w konwencjonalnych urządzeniach z zastosowaniem powietrza jako czynnika suszącego.

Czas usuwania czynnika suszącego może być ustalony na 1 lub 2 godziny, lecz jak to powyżej stwierdzono przedłużenie tego czasu jest korzystne. Praktycznie, korzystne jest prowadzenie procesu suszenia w ciągu dnia, przy czym drewno pozostawia się w cylindrze przez całą noc do następnego dnia, w celu wyparowania czynnika suszącego i ochłodzenia.

Poniższy przykład stanowi szczegółową ilustrację sposobu według wynalazku.

Przykład. Sosnowe deski o grubości 50 mm suszono w zamkniętym naczyniu przy zastosowaniu cieczy o nazwie „Shellsol T” jako czynnika suszącego. Ciecz utrzymywano w temperaturze 80°C. Suszenie prowadzono w czasie 5 godzin. Ciśnienie w ciągu pierwszych 30 minut wynosiło 250 mm Hg, w pozostałym okresie 120 mm Hg. Po wysuszeniu drewna i usunięciu ciekłego czynnika utrzymywano w ciągu 40 minut ciśnienie 40 mm Hg. Wilgotność drewna przed suszeniem wynosiła 113%, po suszeniu zawartość wilgoci wynosiła 19,3%. Straty cieczy suszącej wyniosły mniej niż 3 kg/m³ drewna. W przybliżeniu przedestylowane i skondensowane zostało około 30% więcej płynu „Shellsol T” niż wody.

Zgodnie z wynalazkiem, czynnik suszący w temperaturze suszenia stosowany jest w postaci ciekłej. Stanowi to istotną zaletę sposobu według wynalazku.

Ze względu na to, że drewno w czasie suszenia otoczone jest płynem, ryzyko uszkodzenia powierzchni jest bardzo małe. Przypuszcza się, iż czynnik zastępuje częściowo wodę w przypowierzchniowej warstwie drewna, co pozwala uniknąć miejscowych utwardzeń oraz innych defektów. Czynnik suszący wywiera również działanie opóźniające parowanie wody z samej powierzchni, w rezultacie czego suszenie przebiega równomiernie.

Innymi słowy, różnice wilgotności drewna na powierzchni i w wewnętrznych jego partiach są znacznie mniejsze niż przy suszeniu powietrznym. Inną zaletą jest to, że czynnik suszący ma do-

stateczną pojemność cieplną. Ciężar właściwy ciekłego czynnika jest w rozpatrywanej temperaturze około 1000 razy większy niż ciężar właściwy gazu. Pojemność cieplna w sposób zasadniczy zależy jest od masy czynnika. Przy znacznej pojemności cieplnej możliwa jest praca nawet w warunkach próżni, co nie jest możliwe w przypadku zastosowania powietrza.

Najszybszym sposobem suszenia jest niewątpliwie sposób polegający na podwyższeniu temperatury powyżej punktu wrzenia wody. Z drugiej strony, ze względu na ochronne działanie czynnika, można stosować możliwie najniższe temperatury w celu uniknięcia nierównomiernego wysychania i związanych z tym uszkodzeń. Obydwa te punkty widzenia brane są pod uwagę przy przeprowadzaniu procesu suszenia przy podciśnieniu i przy zastosowaniu ciekłego czynnika.

Takie suszenie można z powodzeniem prowadzić stosując sposób według wynalazku przez podjęcie odpowiednich środków. Stwierdzono w związku z tym, że może nie zachodzić penetracja czynnika do wnętrza drewna lecz jedynie powierzchniowy kontakt czynnika z suszonym materiałem. Po ukończeniu suszenia, czynnik suszący usuwany jest z powierzchni drewna.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób suszenia wyrobów z drewna i innych przedmiotów wykonanych z materiałów włóknistych w postaci bloku, **znamienny tym**, że ogrzewa się przedmiot suszony w zamkniętym pojemniku przy obniżonym ciśnieniu, przy czym suszony przedmiot umieszcza się w niemieszającym się z wodą czynnikiem suszącym o temperaturze wrzenia 150—250°C, korzystnie 180—250°C, a po zakończeniu suszenia usuwa się czynnik suszący z zamkniętego pojemnika przy utrzymaniu nadal obniżonego ciśnienia.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się czynnik o temperaturze wrzenia 200—250°C, korzystnie 200—220°C.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że stosuje się czynnik o temperaturze wrzenia około 200°C.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako czynnik suszący stosuje się zasadniczo produkt rafinacji ropy naftowej.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się czynnik suszący zawierający co najmniej część, ewentualnie mniejszą część, opóźniających zapłon rozpuszczalników zawierających chlor.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że suszenie prowadzi się w temperaturze 50—90°C, korzystnie 60—80°C.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że suszenie prowadzi się w temperaturze około 80°C.

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obniżone ciśnienie reguluje się w czasie suszenia tak, że woda zawarta w suszonym przedmiocie utrzymywana jest w stanie wrzenia, podczas gdy odparowywanie czynnika suszącego spowodowane jest do minimum.

9. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że w celu zredukowania ilości czynnika suszonego odparowywanego wraz z wodą w początkowej fazie procesu suszenia utrzymuje się ciśnienie wyższe niż w następnych fazach.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w celu odparowania czynnika suszącego z powierzchniowej warstwy przedmiotu po zakończeniu suszenia pozostawia się suszony przedmiot w pojemniku w warunkach obniżonego ciśnienia.

11. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że po usunięciu czynnika suszącego z pojemnika obniża się ciśnienie.

12. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że podwyższa się temperaturę przy końcu okresu suszenia.

13. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że po zakończeniu właściwego procesu suszenia wprowadza się do pojemnika gorące powietrze, parę lub wodę w celu ułatwienia usunięcia czynnika suszącego pozostałego w przypowierzchniowej warstwie suszonego przedmiotu.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do czynnika suszącego dodaje się wosk, substancje wybielające, żywice, olej lniany, substancje zabezpieczające przed ciemnieniem, powstawaniem plam oraz zapłonem, lub barwniki.