

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **218311**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393724**

(51) Int.Cl.
C04B 41/62 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **24.01.2011**

(54) **Sposób polepszania fizyczno-mechanicznych właściwości kamiennych
płyt okładzinowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
30.07.2012 BUP 16/12

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
28.11.2014 WUP 11/14

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

MAREK REMBIŚ, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Barbara Kopta

PL 218311 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób polepszania fizyczno-mechanicznych właściwości płyt okładzinowych wykonanych z mało odpornych kamieni (np. piaskowców i wapieni) narażonych na pękanie wskutek działania sił wyrywających bolec kotwy.

Piaskowce i wapienie są materiałem często stosowanym w budownictwie do wykonywania pionowych okładzin w postaci płyt o grubości zwykle 3 cm, mocowanych do muru za pomocą kotw zakończonych bolcami, wykonanymi ze stali nierdzewnej. Płyty, tworzące okładzinę, poddane są obciążeniom zarówno statycznym jak i dynamicznym związanym z parciem i ssaniem wiatru. W związku z tym kamień, z którego wykonano płyty, powinien charakteryzować się odpowiednimi własnościami fizyczno-mechanicznymi, a przede wszystkim odpornością na siłę wyrywającą bolec kotwy, określaną normą PN-EN 13364:2002.

Istnieje szereg odmian skał, które z uwagi na walory dekoracyjne i możliwość uzyskania z nich dużych płyt doskonale nadają się na materiał okładzinowy. Ich niska jakość techniczna powoduje jednak, że w krótkim czasie od zamontowania ulegają postępującemu niszczeniu, a mianowicie pękaniu, tworzeniu się różnego rodzaju odspojień, a nawet odpadaniu fragmentów płyt.

W przypadku stosowania w pionowych okładzinach kamiennych piaskowców lub wapieni o niewystarczającej odporności wobec siły wyrywającej bolec kotwy, powszechnym zabiegiem wykonywanym dla zapewnienia odpowiedniej trwałości okładziny jest zwiększenie grubości płyt. Wpływa to jednak na wzrost ciężaru elewacji i podraża koszty inwestycji. Nie wykonuje się natomiast zabiegów polegających na zmianie parametrów technicznych kamienia poprzez wzmocnienie jego związłości. Tego rodzaju działania wykonywane są jedynie w ramach konserwacji zabytków kamiennych, stanowiąc jedną z ważniejszych czynności konserwatorskich, skutkujących zwiększeniem związłości kamienia, osłabionego przez procesy deterioracji. Należy jednak podkreślić, że w środowisku konserwatorskim impregnacja wzmacniająca strukturę osłabionych kamieni jest nadal zabiegiem wzbudzającym wiele kontrowersji, głównie z uwagi na brak precyzyjnej metodyki dostosowanej ściśle do różnych rodzajów skał, a także z powodu braku szczegółowych wyników badań parametrów skał wzmocnionych wskutek użytej metody. Dotyczy to zwłaszcza wzrostu odporności kamienia na siły wyrywające bolec kotwy oraz innych cech wytrzymałościowych, niezwykle istotnych z punktu widzenia stosowania tego materiału w budownictwie. Z powyższych względów zarówno stosowane w praktyce konserwatorskiej indywidualne sposoby wzmacniania, jak też używane materiały nie mogą być bezpośrednio i bezkrytycznie aplikowane do działań mających na celu zwiększenie związłości kamienia, stosowanego w budownictwie jako płyty okładzinowe. Wymagane jest natomiast opracowanie specyficznej metodyki, stosunkowo łatwej do zrealizowania nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale także przemysłowych, a przede wszystkim zapewniającej skuteczny i trwały efekt wzmocnienia.

Z polskiego zgłoszenia P-332562 znany jest sposób impregnacji i hydrofobowego wykończania mineralnych materiałów budowlanych z zastosowaniem związków krzemooorganicznych, w szczególności bis (trietoksylilopropyl)disulfanu, który prowadzi do podwyższenia wytrzymałości kamienia oraz związki krzemooorganiczne stosowane do impregnacji i hydrofobowego wykańczania.

Z innego polskiego zgłoszenia P-382039 znany jest sposób otrzymywania preparatu do impregnacji elementów budowlanych w postaci wodnej dyspersji krzemionki koloidalnej. Wodną dyspersję krzemionki koloidalnej, stanowiącą zol krzemionkowy, wytworzony z krzemionki bezpostaciowej w postaci odpadowego chalcedonitu, otrzymuje się w dwóch etapach. W pierwszym etapie następuje rozpuszczanie w alkaliach, stanowiących wodne roztwory wodorotlenku sodu lub wodorotlenku potasu, chalcedonitu odpadowego w postaci pyłu o frakcji od 0 do 45 μm , powstającego podczas wytworzenia kruszyw chalcedonitowych, o zawartości krzemionki powyżej 90%, w tym powyżej 30% krzemionki bezpostaciowej. Otrzymany alkaliczny roztwór, zawierający metakrzemian sodu lub potasu, jest przekształcany w drugim etapie w procesie wymiany jonowej w wodną dyspersję krzemionki koloidalnej w postaci zolu krzemionkowego o zawartości krzemionki do 4% współczynnika pH od 3,5 do 8, pozbawionego innych związków chemicznych.

Z polskiego opisu patentowego PL 205403 znany jest sposób wytwarzania elastycznej okładziny z naturalnego piaskowca i elastyczna okładzina z naturalnego piaskowca, składająca się z warstwy z naturalnego piaskowca, z którego co najmniej częściowo zostało usunięte naturalne lepiszcze a pozostawiony został szkielet naturalnego piaskowca składający się ze stykających się ze sobą drobin i/lub ziaren piasku. Przestrzenie powstałe po usunięciu naturalnego lepiszcza w tej warstwie są wypełnione częściowo lub w pełni spoiwem elastycznym, w tym spoiwem żywicznym syntetycznym,

przykładowo żywicą akrylową typu Osakryl. Warstwa z naturalnego piaskowca jest wzmocniona z jednej strony warstwą spodnią będącą warstwą stabilizującą, w którą jest wtopiona siatka, płótno lub nici z materiału naturalnego lub sztucznego. Warstwa piaskowca i warstwa spodnia mają sumaryczną grubość po obróbce od 2 mm do 6 mm.

Celem wynalazku jest zwiększenie możliwości wykorzystania piaskowców i wapieni o niższych parametrach technicznych w okładzinach budynków poprzez zmianę własności fizyczno-mechanicznych, a szczególnie odporności na siłę wyrywającą bolec kotwy.

Istota wynalazku polega na tym, że płytę z piaskowca lub wapienia o porowatości wynoszącej od 3% do 27% umieszcza się w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej jej krawędzi, po czym wlewa się roztwór na bazie alkoholu jako rozpuszczalnika, zawierający substancję czynną w postaci estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40% do 70% w stosunku do rozpuszczalnika stanowiącego pozostałą część roztworu. Roztwór kilkakrotnie dolewa się, aż do osiągnięcia poziomu nieznacznie większego od długości bolca kotwy, na którym ma być zamocowana płyta, a następnie zostawia się na okres jednej godziny lub trzydziestu minut w zależności od rodzaju kamienia. Proces nasycania przeprowadza się w temperaturze $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, co stwarza optymalne warunki przebiegu procesu polikondensacji. Zabieg taki prowadzi się kolejno dla każdej krawędzi płyty. Następnie płytę wyjmuje się i sezonuje przez okres około 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C .

Sposób według wynalazku pozwala na wzmocnienie i zwiększenie odporności słabiej związanych piaskowców i wapieni na siłę wyrywającą bolec kotwy.

W tych warunkach przy współudziale wilgoci zawartej w kamieniu oraz powietrzu (zgodnie z powszechnie znanymi reakcjami chemicznymi) zachodzi hydrolityczna polikondensacja estrów etylowych kwasu ortokrzemowego. W wyniku tego procesu w przestrzeni porowej kamienia osadzają się produkty polikondensacji, które stosunkowo trwale wiążą składniki mineralne, zwiększając zwięzłość skały. Na proces nasycania, rozmieszczenie impregnatu oraz sposób wiązania ze strukturą kamienia wpływ mają takie czynniki jak: właściwości kamienia (struktura, tekstura, rodzaj i udział spoiwa, skład mineralny składników ziarnistych) rodzaj użytych impregnatów, stosowane metody nasycania, zachodzące procesy chemiczne i zjawiska fizyczne oraz ściśle współzależności pomiędzy poszczególnymi czynnikami. Zarówno przebieg samego procesu nasycania, jak i ostateczny efekt rozmieszczenia tworzywa oraz trwałe jego osadzenie mają istotny wpływ na wszystkie właściwości fizyczno-mechaniczne zaimpregnowanego kamienia.

Sposób według wynalazku ilustrują przykłady wykonania, w których silnie zróżnicowane w zakresie porowatości piaskowce budowlane podzielono na dwie grupy: jedną o porowatości całkowitej w przedziale 3,0-12,0% i drugą o wartości tego parametru w zakresie 12,1-27,0%. Dla każdej z tych grup, w kolejnych przykładach przedstawiono charakterystyczny sposób wykonania nasycania wzmacniającego przy użyciu dwóch rodzajów roztworów. Zamieszczone wyniki badań podstawowych właściwości fizyczno-mechanicznych czterech rodzajów piaskowców przed i po ich nasyceniu sposobem według wynalazku, przedstawiają różną (ale w każdym przypadku bardzo wysoką) skuteczność wzmocnienia, uzyskaną po zastosowaniu dwóch rodzajów roztworów o zawartości substancji czynnej w stężeniu 40% i 70%.

Przykład 1

Sposób wykonania procesu nasycania wzmacniającego piaskowiec o całkowitej porowatości wynoszącej od 3,0% do 12,0%, przy użyciu roztworu o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

Proces nasycania przeprowadza się w temperaturze $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Płytę piaskowca umieszcza się w pozycji pionowej w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej krawędzi płyty. Następnie do pojemnika z umieszczoną w nim płytą wlewa się w opisany poniżej sposób roztwór o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego wynoszącej w stężeniu 40%.

Pierwszy wlew wykonuje się do wysokości 2 cm od dna pojemnika, a następnie co 15 minut dolewa się roztwór zwiększając jego poziom o 2 cm. Uwaga: roztwór należy wlewać na dno pojemnika, unikając zamoczenia boków płyty. Dolewanie impregnatu kończy się gdy osiągnie on poziom 8 cm od dna pojemnika. W takim położeniu pozostawia się płytę na okres 1 godziny. W tym czasie roztwór wypełnia przestrzeń porową kamienia, wypierając z niej powietrze.

Następnie płytę wyjmuje się z pojemnika i delikatnie przeciera ściereczką, aby usunąć nadmiar roztworu z powierzchni kamienia.

Zabiegi powtarza się dla kolejnych trzech krawędzi płyty, po czym całą powierzchnię zewnętrzną płyty pokrywa się roztworem poprzez jednorazowe pomalowanie pędzlem lub natrysk. Zapewnia to powierzchniowe zwiększenie zwięzłości całej płyty kamiennej oraz ujednolicenie ewentualnej zmiany odcienia zabarwienia wywołanej wcześniejszą impregnacją.

Nasyconą roztworem płytę wyjmuje się z pojemnika i układa poziomo na powierzchni niezaimpregnowanej lub pionowo, stosując podkładki dla zapewnienia dostępu powietrza do strefy nasyconej. Płytę pozostawia się na okres 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C. Przy zbyt niskiej wilgotności otoczenia w pomieszczeniu należy umieścić pojemniki z wodą. Przy zbyt dużej wilgotności pomieszczenie należy suszyć.

Tab. 1. Zmiany parametrów piaskowców poddanych impregnacji roztworem o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

Nazwa parametru	Piaskowiec 1		Piaskowiec 2	
	Wielkość parametru		Wielkość parametru	
	Przed nasyceniem	po nasyceniu	Przed nasyceniem	po nasyceniu
Porowatość całkowita [%]	3,66	1,87	11,59	5,64
Przeciętna średnica porów [μm]	0,97	2,04	2,20	2,74
Obciążenie niszczące przy otwarciu na kolek [N] wg PN-EN 13364:2002	1400	1750	850	1300
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] wg PN-EN 1926:2001	128,2	175,4	77,1	112,3
Wytrzymałość na zginanie pod działaniem siły skupionej [MPa] wg PN-EN 12372:2001	15,4	20,6	8,3	13,6
Wytrzymałość na zginanie przy stałym momencie [MPa] wg PN-EN 13161:2002	19,4	22,8	10,1	15,3
Energia pęknięcia [J] wg PN-EN 14158:2005	6	8	3	5

Przykład 2

Sposób wykonania procesu nasycania wzmacniającego piaskowiec o całkowitej porowatości wynoszącej od 3,0% do 12,0%, przy użyciu roztworu o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 70%.

Nasycanie przeprowadza się w temperaturze 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$).

Płytę piaskowca umieszcza się w pozycji pionowej w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej krawędzi płyty.

Do pojemnika z umieszczoną w nim płytą wlewa się w opisany w przykładzie 1 sposób roztwór o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

W tym czasie roztwór wypełnia przestrzeń porową kamienia, wypierając z niej powietrze.

Następnie płytę wyjmuje się z pojemnika i delikatnie przeciera ściereczką, aby usunąć nadmiar roztworu z powierzchni kamienia.

Zabiegi powtarza się dla kolejnych trzech krawędzi płyty.

Całą powierzchnię zewnętrzną płyty pokrywa się następnie roztworem poprzez jednorazowe pomalowanie pędzlem lub natrysk. Zapewnia to powierzchniowe zwiększenie zwięzłości całej płyty kamiennej oraz ujednolicenie ewentualnej zmiany odcienia zabarwienia wywołanej wcześniejszą impregnacją.

Zaimpregnowaną płytę wyjmuje się z pojemnika i układa poziomo na powierzchni niezaimpregnowanej lub pionowo, stosując podkładki dla zapewnienia dostępu powietrza do strefy zaimpregnowanej.

Płytę pozostawia się na okres 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C. Przy zbyt niskiej wilgotności otoczenia w pomieszczeniu należy umieścić pojemniki z wodą. Przy zbyt dużej wilgotności pomieszczenie należy suszyć.

Tab. 2. Zmiany parametrów piaskowców poddanych impregnacji roztworem o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 70%.

Nazwa parametru	Piaskowiec 1		Piaskowiec 2	
	Wielkość parametru		Wielkość parametru	
	Przed nasyceniem	po nasyceniu	Przed nasyceniem	po nasyceniu
Porowatość całkowita [%]	3,66	3,10	11,59	8,60
Przeciętna średnica porów [μm]	0,97	1,92	2,20	3,25
Obciążenie niszczące przy otworze na kołek [N] wg PN-EN 13364:2002	1400	1550	850	1300
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] wg PN-EN 1926:2001	128,2	147,5	77,1	97,5
Wytrzymałość na zginanie pod działaniem siły skupionej [MPa] wg PN-EN 12372:2001	15,4	17,1	8,3	12,6
Wytrzymałość na zginanie przy stałym momencie [MPa] wg PN-EN 13161:2002	19,4	21,9	10,1	14,1
Energia pękania [J] wg PN-EN 14158:2005	6	7	3	5

Przykład 3

Sposób wykonania procesu nasycania wzmacniającego piaskowiec o całkowitej porowatości wynoszącej od 12,1% do 27,0%, przy użyciu roztworu o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

Nasycanie przeprowadza się w temperaturze 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$).

Płytę piaskowca umieszcza się w pozycji pionowej w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej krawędzi płyty.

Do pojemnika z umieszczoną w nim płytą wlewa się w opisany w przykładzie 1 roztwór o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

W takim położeniu pozostawia się płytę na okres 1/2 godziny. W tym czasie roztwór wypełnia przestrzeń porową kamienia, wypierając z niej powietrze.

Płytę wyjmuje się z pojemnika i delikatnie przeciera ściereczką, aby usunąć nadmiar impregnatu z powierzchni kamienia.

Zabiegi powyższe powtarza się dla kolejnych trzech krawędzi płyty.

Całą powierzchnię zewnętrzną płyty pokrywa się roztworem poprzez jednorazowe pomalowanie pędzlem lub natrysk. Zapewnia to powierzchniowe zwiększenie zwięzłości całej płyty kamiennej oraz ujednolicenie ewentualnej zmiany odcienia zabarwienia wywołanej wcześniejszą impregnacją.

Płytę wyjmuje się z pojemnika i układa poziomo na powierzchni nienasyconej lub pionowo, stosując podkładki dla zapewnienia dostępu powietrza do strefy nasyconej.

Płytę pozostawia się na okres 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C. Przy zbyt niskiej wilgotności otoczenia w pomieszczeniu należy umieścić pojemniki z wodą. Przy zbyt dużej wilgotności pomieszczenie należy suszyć.

Tab. 3. Zmiany parametrów piaskowców poddanych impregnacji roztworem o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

Nazwa parametru	Piaskowiec 3		Piaskowiec 4	
	Wielkość parametru		Wielkość parametru	
	Przed nasyceniem	po nasyceniu	Przed nasyceniem	po nasyceniu
Porowatość całkowita [%]	12,87	4,90	26,31	9,72
Przeciętna średnica porów [μm]	1,60	3,26	4,56	13,26
Obciążenie niszczące przy otworze na kołek [N] wg PN-EN 13364:2002	750	1400	500	950
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] wg PN-EN 1926:2001	78,4	103,4	17,1	32,5
Wytrzymałość na zginanie pod działaniem siły skupionej [MPa] wg PN-EN 12372:2001	6,5	12,4	5,0	10,3
Wytrzymałość na zginanie przy stałym momencie [MPa] wg PN-EN 13161:2002	8,3	13,1	6,9	14,3
Energia pękania [J] wg PN-EN 14158:2005	2	4	2	4

P r z y k ł a d 4

Sposób wykonania procesu nasycania wzmacniającego piaskowiec o całkowitej porowatości wynoszącej od 12,1% do 27,0%, przy użyciu impregnatu o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 70%.

Impregnację przeprowadza się w temperaturze 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$).

Płytę piaskowca umieszcza się w pozycji pionowej w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej krawędzi płyty.

Do pojemnika z umieszczoną w nim płytą wlewa się w opisany poniżej sposób roztwór o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40%.

Pierwszy wlew wykonuje się do wysokości 2 cm od dna pojemnika, a następnie co 10 minut dolewa się roztwór, zwiększając jego poziom o 2 cm. Roztwór należy wlewać na dno pojemnika, unikając zamoczenia boków płyty. Dolewanie roztworu kończy się gdy osiągnie on poziom 8 cm od dna pojemnika. W takim położeniu pozostawia się płytę na okres 1/2 godziny. W tym czasie roztwór wypełnia przestrzeń porową kamienia, wypierając z niej powietrze.

Płytę wyjmuje się z pojemnika i delikatnie przeciera ściereczką, aby usunąć nadmiar roztworu z powierzchni kamienia.

Zabiegi określone powyżej powtarza się dla kolejnych trzech krawędzi płyty.

Całą powierzchnię zewnętrzną płyty pokrywa się roztworem poprzez jednorazowe pomalowanie pędzlem lub natrysk. Zapewnia to powierzchniowe zwiększenie zwięzłości całej płyty kamiennej oraz ujednolicenie ewentualnej zmiany odcienia zabarwienia wywołanej wcześniejszą nasyceniem.

Zaimpregnowaną płytę wyjmuje się z pojemnika i układa poziomo na powierzchni nienasyconej lub pionowo, stosując podkładki dla zapewnienia dostępu powietrza do strefy zaimpregnowanej.

Płytę pozostawia się na okres 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C. Przy zbyt niskiej wilgotności otoczenia w pomieszczeniu należy umieścić pojemniki z wodą. Przy zbyt dużej wilgotności pomieszczenie należy suszyć.

Tab. 4. Zmiany parametrów piaskowców poddanych impregnacji roztworem o zawartości estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 70%.

Nazwa parametru	Piaskowiec 3		Piaskowiec 4	
	Wielkość parametru		Wielkość parametru	
	Przed nasyceniem	po nasyceniu	Przed nasyceniem	po nasyceniu
Porowatość całkowita [%]	12,87	9,63	26,31	18,67
Przeciętna średnica porów [μm]	1,60	5,88	4,56	12,95
Obciążenie niszczące przy otwarciu na kolek [N] wg PN-EN 13364:2002	750	1350	500	900
Wytrzymałość na ściskanie [MPa] wg PN-EN 1926:2001	78,4	100,1	17,1	28,6
Wytrzymałość na zginanie pod działaniem siły skupionej [MPa] wg PN-EN 12372:2001	6,5	11,9	5,0	9,6
Wytrzymałość na zginanie przy stałym momencie [MPa] wg PN-EN 13161:2002	8,3	11,9	6,9	12,4
Energia pękania [J] wg PN-EN 14158:2005	2	4	2	4

Wyniki przeprowadzonych badań właściwości fizyczno-mechanicznych piaskowców nasączanych roztworami zawierającymi jako substancję czynną estry etylowe kwasu ortokrzemowego, występujące w różnym stężeniu pozwalają stwierdzić, że stosunkowo szerokie możliwości stosowania przy bardzo dobrym efekcie wzmocnienia, wyrażonym poprawą cech wytrzymałościowych, zapewniają dwa rodzaje roztworów o zawartości substancji czynnej najkorzystniej w stężeniu 40% i 70%. Tego rodzaju roztwory zastosowano w niniejszym wynalazku.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób polepszania własności fizyczno-mechanicznych płyt okładzinowych z kamienia, zwłaszcza z piaskowca i wapienia, **znamienny tym**, że płytę z kamienia o porowatości 3-27% umieszcza się w pojemniku o wymiarach dostosowanych do długości najdłuższej jej krawędzi, po czym wlewa się roztwór na bazie alkoholu jako rozpuszczalnika, zawierający substancję czynną w postaci estrów etylowych kwasu ortokrzemowego w stężeniu 40% do 70%, przy czym roztwór kilkakrotnie dolewa się aż do osiągnięcia poziomu nieznacznie większego od długości bolca kotwy, na którym ma być zamocowana płyta, proces nasycania przeprowadza się w temperaturze $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ przez okres jednej godziny lub trzydziestu minut i prowadzi się kolejno dla każdej krawędzi płyty, następnie płytę wyjmuje się i sezonuje przez okres około 2 tygodni w warunkach wilgotności względnej 70% i temperatury 20°C .

