

Lech Graj

BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ PRODUKCJI LIGNOFOLU PRZY ZASTOSOWANIU
SKRÓCONEGO CYKLU PRASOWANIA

I. W s t ę p

Przy klejeniu lignofolu istnieje pewna zależność pomiędzy czasem prasowania a grubością lignofolu. Czas prasowania określany jest iloczynem grubości lignofolu w mm i współczynnika, którego wartość waha się w granicach od 1 do 4. Stąd netto czas prasowania, tj. czas działania temperatury i ciśnienia np. dla bloku lignofolu o grubości 100 mm powinien wynosić około 400 minut [6]. Ponieważ na pełen cykl produkcyjny oprócz czasu prasowania składają się jeszcze takie operacje, jak:

- wstępne nagrzewanie urządzeń wraz z wsadem do wyrównanej, docelowej temperatury około 145°C ,
 - chłodzenie w prasie hydraulicznej wyklejonego już bloku,
- przeto dla wyklejenia lignofolu o grubości 100 mm typu K np. w Bydgoskich Zakładach Sklejek i Chemicznego Przerobu Drewna aktualnie obowiązuje następujący harmonogram prasowania:

- wstępne nagrzewanie - 20 minut,
- prasowanie - 400 minut,
- chłodzenie - 150 minut.

Jak z powyższego wynika, łączny czas potrzebny na wyprodukowanie lignofolu o grubości 100 mm tradycyjną metodą wynosi 570 minut, tj. 9 godzin i 30 minut. Tak długi okres prasowania wpływa na zdolność produkcyjną pras, a więc limituje wielkość produkcji lignofolu.

W związku z tym i ze względu na stale rosnące zapotrzebowanie przemysłu na lignofol podejmowano różne próby i badania zmierzające do szybkiego przegrzewania wsadów forniru lub nawet do

bezpośredniego doprowadzania ciepła wszystkim znajdującym się w prasie jego warstwom.

Na wyróżnienie zasługują następujące metody produkcji lignofolu:

- 1/ metoda ogrzewania dielektrycznego,
- 2/ metoda prasowania w ogrzewanych formach,
- 3/ metoda "poziomego uderzenia parą".

Do najbardziej znanych należy metoda pierwsza, a próby nad dielektrycznym ogrzewaniem grubych, wielkowymiarowych zestawów cienkiego forniru pokrytego klejem fenolowym wykonywano między innymi również w Polsce [4].

Metodę drugą, opracowaną w Instytucie Technologii Drewna, cechuje to, że prasowanie odbywa się w odpowiednio skonstruowanych formach, a klejony blok lignofolu przegrzewany jest równocześnie w poprzek włókien płytami grzejnymi prasy oraz wzdłuż włókien przez ogrzewane ściany formy [5].

Metoda trzecia polegająca na doprowadzeniu ciepła między nieprasowane jeszcze arkusze forniru, przy zastosowaniu pary wodnej jako medium grzejnego, jest przeniesieniem - dziś już powszechnie stosowanej w produkcji płyt wiórowych - metody tzw. "pionowego uderzenia parą". Zastosowanie pary wodnej do wstępnego nagrzewania paczek forniru przed prasowaniem /"poziome uderzenie parą"/ jest oryginalną koncepcją rozwijaną już od lat w Instytucie Technologii Drewna [1, 2, 7]. Pierwsze próby, z braku odpowiednich urządzeń, wykonano przy użyciu pary nasyconej, a uzyskane wyniki nie dały spodziewanych efektów. Bezpośrednią przyczyną niezadowolających wyników było nadmierne nawilżanie fornirów w czasie procesu ich wstępnego ogrzewania parą nasyconą. Mając na uwadze wymieniony mankament, Instytut Technologii Drewna wykonał w roku 1970 kolejną pracę naukowo-badawczą nad klejeniem w skali laboratoryjnej bloków lignofolu nagrzewanych parą wstępnie [1, 2].

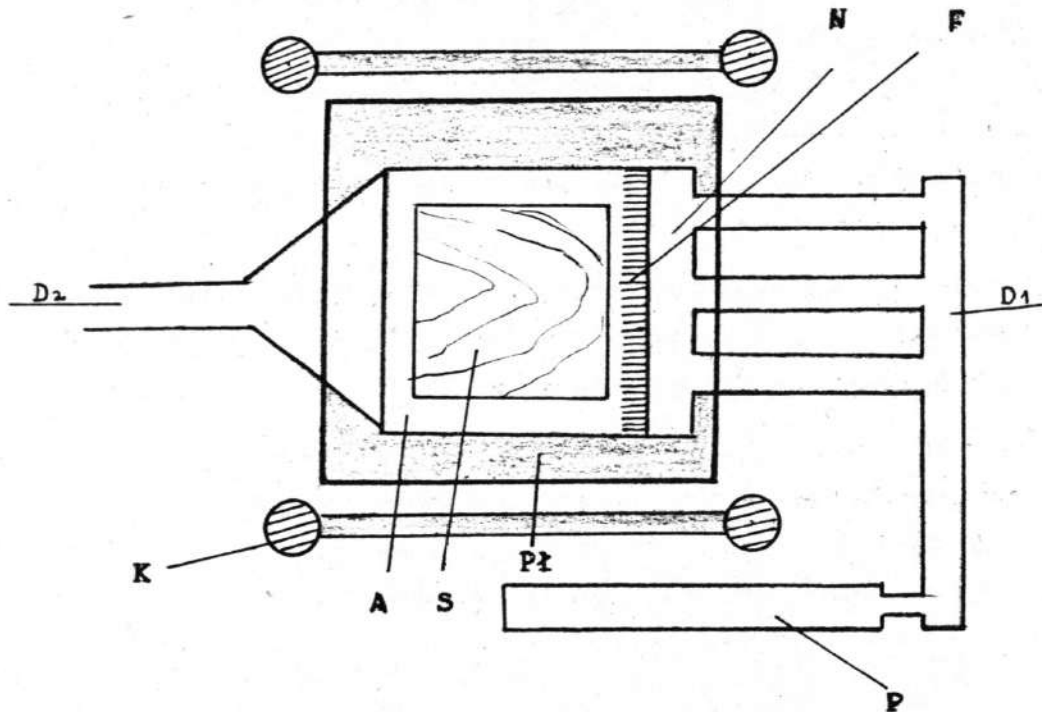
W pracy tej założono, że dla wyeliminowania nadmiernego nawilżania fornirów należy stosowaną w produkcji tzw. "technologiczną parę nasyconą" zamienić parą przegrzaną o temperaturze około 170°C. Schemat urządzenia do wstępnego, bezpośredniego nagrzewania paczki fornirów przegrzaną parą przedstawiono na ryc. 1, a wyniki świadczące o jakości lignofolu wyprodukowanego tą metodą zestawiono w tabeli 1.

Uzyskane wyniki dla doświadczeń w skali laboratoryjnej pozwoliły na następujące ustalenia:

- a/ strumienie pary przechodzą przez cały zestaw fornirów o wymiarach 300 x 300 mm,
- b/ minimalną, wymaganą temperaturę 100°C w środku ułożonego zestawu fornirów osiąga się po działaniu przez 30 sekund przegrzaną parą o temperaturze 170°C,
- c/ metoda nagrzewania zestawu fornirów bezpośrednio parą przegrzaną jest metodą realną, gwarantującą produkcję lignofolu w znacznie krótszym czasie niż przy stosowaniu dotychczasowej krajowej metody produkcji.

Rys. 1

Schemat urządzenia do wstępnego, bezpośredniego nagrzewania paczki fornirów przegrzaną parą na hydraulicznej prasie laboratoryjnej



- P - przegrzewacz pary,
- D₁ - przewód doprowadzający parę,
- N - nagrzewnice,
- A - matryca urządzenia,
- S - stos fornirów,
- K - kolumny prasy,
- F - strumień pary,
- Pł - płyta grzejna prasy,
- D₂ - przewód odprowadzający parę.

Tabela 1. Porównanie fizycznych i mechanicznych właściwości lignofolu krzyżowowłóknistego o grubości 70 mm, wyprodukowanego bez nagrzewania i z nagrzewaniem parą przegrzaną

Właściwości lignofolu			Warunki badania	Metoda produkcji		
				dotychczasowa metoda produkcji - wymagania wg PN-66/7113-08	z wstępnym przegrzewaniem parą przez okres 30 s.	
				Czas prasowania w min.		
				200	100	7,5
gęstość		g/cm ³	na sucho	1,20 i wyżej	1,30	1,19
pęcznienie w wodzie o temp. 20°C	po 24 godz.	%	-	poniżej 10	1,6	2,8
	po 20 dobach		-	-	8,4	8,3
wsiąkliwość w wodzie o temp. 20°C	po 24 godz.	%	-	poniżej 16	3,2	4,9
	po 20 dobach		-	-	11,6	15,0
Wytrzymałość na zginanie statyczne	prostopadle do kierunku prasow.	kG/cm ²	na sucho	1250-1400	1274	970
			po działaniu wrzącej wody	-	1197	320
	równolegle do kierunku prasow.		na sucho	1250-1400	1205	820
			po działaniu wrzącej wody	-	1190	370
Wytrzymałość na ścinanie spoiny klejowej		kG/cm ²	na sucho	120-130	170	103
			po działaniu wrzącej wody	-	142	73
Wytrzymałość na ściskanie		kG/cm ²	na sucho	1050-1200	1076	580
			po działaniu wrzącej wody	-	976	396
twardość oznaczona metodą Brinella		kG/mm ²	na sucho	16	11,2	7,0

Z powyższych stwierdzeń wynika, że wprowadzenie nowej metody, zgłoszonej przez Instytut Technologii Drewna do opatentowania przemysłowej produkcji lignofolu pozwoli na znaczne jej zwiększenie.

Ponieważ jednak uzyskane dotąd wyniki dotyczą prób laboratoryjnych, tj. bloków lignofolu o wymiarach 300 x 300 x 70 mm, Instytut Technologii Drewna wykonał w roku 1973 kolejną pracę nad sprawdzeniem i dostosowaniem do wymogów produkcji przemysłowej nowej metody nagrzewania lignofolu w skali półtechnicznej. Bezpośrednim celem wykonanej pracy było więc wykazanie, czy nagrzewanie paczki fornirów bezpośrednio parą wodną jest technicznie również realne dla bloków lignofolu o grubości 100 mm i pozostałych wymiarach zbliżonych do aktualnie produkowanych, tzn. o pow. około 1 m².

Pośrednim zaś celem pracy było dostarczenie danych technicznych umożliwiających opracowanie technologii klejenia lignofolu nową metodą w skali przemysłowej i zaprojektowanie potrzebnych do tego urządzeń.

II. O p i s w y k o n a n y c h b a d a ń

1. Badania zmierzające do wypośrodkowania okresu wstępnego nagrzewania paczki arkuszy fornirów bezpośrednio przegrzaną parą wodną

Do badań nad wypośrodkowaniem okresu wstępnego nagrzewania przegrzaną parą wodną arkuszy fornirów w paczce pobrano zgodnie z założeniami metodycznymi z bieżącej produkcji arkusze forniru brzożowego o wymiarach 1000 x 1000 x 0,58 mm i o wilgotności 6 - 8%. Każda z paczek składała się z 280 arkuszy fornirów nie pokrytych klejem, ułożonych prostopadle do siebie włóknami. Wysokość każdej paczki z luźno ułożonymi arkuszami fornirów była zawsze

równa i wynosiła 70 cm. Dla zarejestrowania okresu, w którym arkusze osiągną założoną w rozważaniach metodycznych temperaturę 100°C umieszczono w każdej paczce 3 ogniwa termoelektryczne. Założono je w środku szerokości paczki oraz w $1/4$, $1/2$ i w $3/4$ jej wysokości i długości, z tym, że równocześnie dokonywano pomiaru temperatury w 3 punktach. Praktycznie biorąc, ogniwa termoelektryczne znajdowały się między następującymi arkuszami fornirów: 70. - 71., 140. - 141. i 210. - 211., ale zawsze w środku szerokości.

Natomiast dla długości paczki, mierząc od jej czoła ogrzewanego parą, ogniwa termoelektryczne znajdowały się również w środku szerokości, ale na trzech różnych odległościach, a mianowicie: 25 cm, 50 cm i 75 cm od nagrzewanego czoła paczki. Dla każdej ww. strefy pomiarów wykonano 5 sprawdzeń.

Opisany wyżej sposób rozmieszczenia ogniw termoelektrycznych w paczce schematycznie na rys. 2.

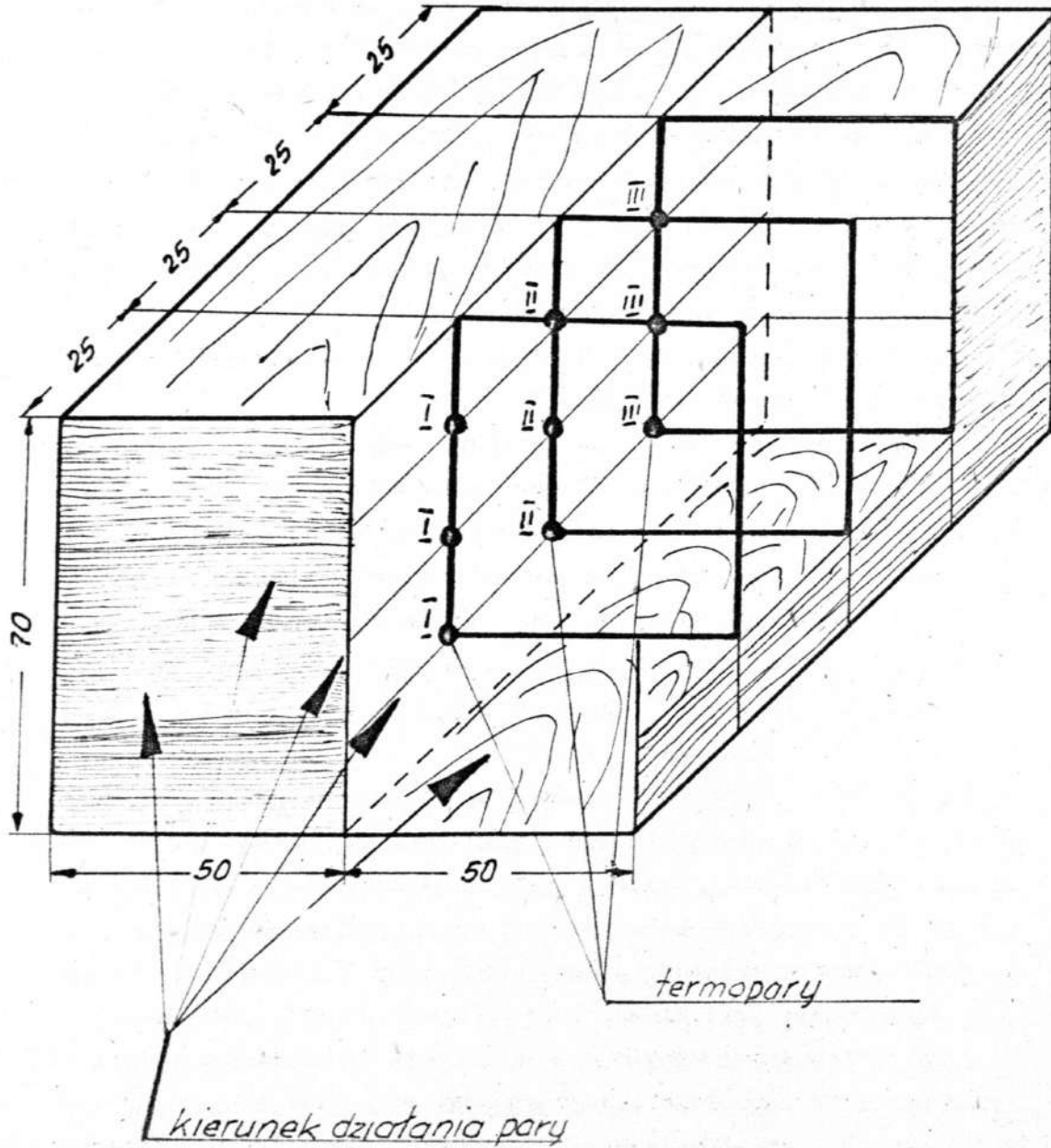
Przygotowaną do badań paczkę fornirów umieszczono na płycie prasy hydraulicznej w taki sposób, że odległość jej boków od krawędzi płyty prasy wynosiła około 30 cm. Następnie założono oprzyrządowanie prasy, które pozwoliło na wykonanie prób wstępnego, bezpośredniego nagrzewania arkuszy fornirów ułożonych luźno w paczce. Odległość boku paczki od wlotu pary przegrzanej była poddyktowana wymiarami płyty produkcyjnej prasy oraz wymiarami klejonymi bloków i wynosiła około 30 cm.

Do prasy doprowadzono parę przegrzaną o temperaturze 180°C i ciśnieniu od 3 do 5 at. pobieraną z elektrycznego przegrzewacza, do którego doprowadzono nasyconą parę technologiczną o ciśnieniu w rurociągu wynoszącym około 7 at. Paczki fornirów nagrzewano bezpośrednio parą przegrzaną przez okres 1, 2, 3 i 4 minut.

Elektryczny przegrzewacz pary do prób w skali półtechnicznej zaprojektowano i zrobiono w Instytucie Technologii Drewna. Wykonane próby nad przebiegiem temperatury w arkuszach fornirów nagrzewanych bezpośrednio parą przegrzaną pozwoliły na ustalenie

Rys. 2

Schemat rozmieszczenia ogniw termoelektrycznych dla pomiaru temperatur arkuszy fornirow w luźno ułożonej paczce podczas wstępnego, bezpośredniego nagrzewania przegrzaną parą.



- I - pierwsza strefa pomiarów,
- II - druga strefa pomiarów,
- III - trzecia strefa pomiarów.

konkretnych parametrów ich wstępnego nagrzewania i zastosowanie tych parametrów przy klejeniu nową metodą bloków lignofolowych w warunkach przemysłowych,

2. Klejenie bloków lignofolowych w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu metody wstępnego nagrzewania przegrzaną parą

Do badań pobrano z bieżącej produkcji brzożowe arkusze fornirów o wymiarach 1000 x 1000 x 0,58 mm, pokryte klejem fenolowo-formaldehydowym "Fenolit - 43". Uzyskany materiał badawczy składowano w paczki o układzie krzyżowo-włóknistym. Każda paczka posiadała 280 arkuszy fornirów, a wysokość jej przed umieszczeniem na prasie hydraulicznej wynosiła 700 mm /zgodnie z założeniami metodycznymi/.

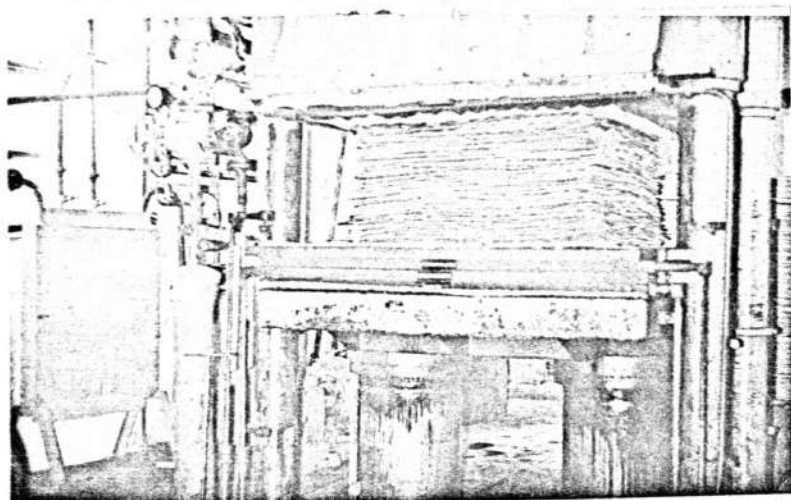
W każdej paczce w połowie jej szerokości i długości na 1/4, 1/2 i 3/4 wysokości umieszczono ogniwa termoelektryczne. Przygotowaną w sposób wyżej opisany paczkę fornirów ułożono na nagrzejnej prasie hydraulicznej. Następnie założono oprzyrządowanie prasy i stosowano wstępne, bezpośrednie nagrzewanie znajdujących się w oprzyrządowaniu arkuszy fornirów przegrzaną parą o temperaturze 180°C. Wstępne nagrzewanie stosowano przez 3 - 4 minuty, tj. tak długo, aż arkusze fornirów osiągnęły założoną w rozważaniach metodycznych temperaturę 100°C.

Widok produkcyjnej prasy z umieszczoną paczką fornirów oraz z założonym oprzyrządowaniem przedstawiono na rys. 3. Na ww. rysunku widoczny jest również elektryczny przegrzewacz pary. Po osiągnięciu przez arkusze fornirów temperatury 100°C demontowano oprzyrządowanie prasy i nagrzaną paczkę fornirów klejono, stosując ciśnienie prasowania 100 kG/cm².

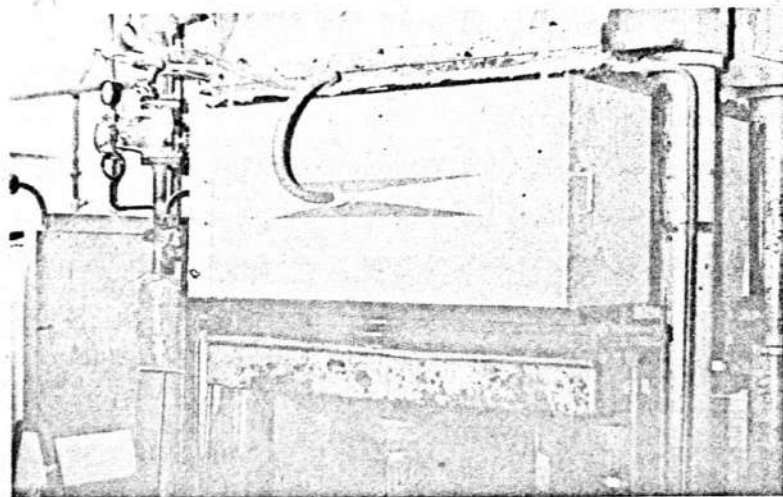
Oprzyrządowanie prasy tylko w części pozwoliło w sposób bezpieczny nagrzewać wstępnie ułożoną na prasie paczkę fornirów, natomiast nie pozwoliło na natychmiastowe prasowanie pod ciśnieniem nagrzanym arkuszy fornirów.

Rys. 3

Produkcyjna prasa hydrauliczna z urządzeniem do wstępnego, bezpośredniego nagrzewania paczki fornirów przegrzaną parą.



- a/ elektryczny przegrzewacz pary,
- b/ paczka luźno ułożonych fornirów
o wym. 1000 x 1000 x 700 mm,
- c/ oprzyrządowanie prasy.



Bloki lignofolu prasowano przez okres 15, 30 i 60 minut, mierząc ten czas od momentu wywarcia na paczkę fornirów ciśnienia prasowania 100 kg/cm². Po procesie prasowania bloki lignofolu wyjmowano natychmiast z prasy, podobnie jak w badaniach laboratoryjnych [1], nie stosując tzw. "okresu studzenia".

Natychmiast po zakończonym procesie klejenia każdy blok lignofolu nawiercano do głębokości założonych ogniw termoelektrycznych i w sposób kontaktowy przy użyciu termometrów rtęciowych mierzono temperaturę spoin klejowych. Dodatkowy pomiar temperatury spoin klejowych w różnych strefach pozwalał na porównanie tej temperatury z temperaturą mierzoną przy użyciu galwanometru.

Wyklejone bloki przenoszono do pomieszczenia o temperaturze powietrza 20°C i względnej wilgotności około 70%.

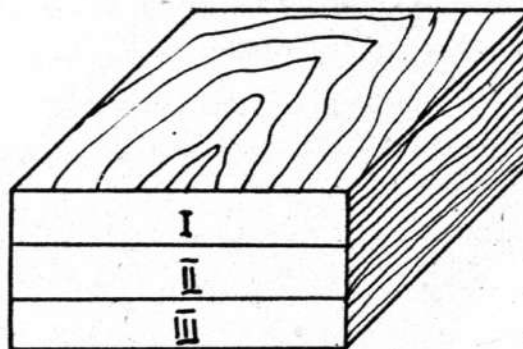
Po 3 dobach klimatyzowania bloki lignofolu cięto na próbki i zgodnie z założeniami metodycznymi badano ich właściwości. Schemat podziału bloku na strefy grubości, z których pobierano próbki do badania właściwości, przedstawiono na rys. 4.

W celu uzyskania danych porównawczych wyklejono zgodnie z założeniami metodycznymi 1 blok lignofolu o wymiarach 1000 x 1000 x 100 mm, stosując tradycyjną metodę klejenia.

Wszystkie doświadczenia wykonano na Wydziale Produkcji Lignofolu Bydgoskich Zakładów Sklejek i Chemicznego Przerobu Drewna, na dwucylindrowej prasie hydraulicznej o nacisku 1000 ton.

Rys. 4

Schemat podziału bloku lignofolowego na strefy grubości z których pobierano próbki do badania właściwości



III. Wyniki badań i ich analiza

1. Wyniki badań zmierzających do wypośrodkowania okresu wstępnego nagrzewania paczki forniru bezpośrednio przegrzaną parą wodną

Z danych uzyskanych podczas badań /zestawionych w tab.2/ wynika, że czas potrzebny do nagrzania arkuszy fornirów do temperatury 100°C jest stosunkowo krótki i waha się w granicach od 3 do 4 minut.

Tabela 2. Temperatura wnętrza luźno ułożonej paczki fornirów o wymiarach 1000 x 700 mm w zależności od okresu nagrzewania bezpośrednio przegrzaną parą wodną

Temperatura prze- grza- nej pa- ry wod- nej	Odległość czoła pa- czki for- nirów od wylotu pary prze- grzanej	Okres bezpo- śred- niego nagrze- wania	Kolejne numery arkuszy fornirów roz- dzielające poszczególne termopary								
			70 - 71			140 - 141			210 - 211		
			w odległości od czoła paczki w cm								
			25	50	75	25	50	75	25	50	75
°C	cm	min.	°C								
180	15	1	42	38	36	60	52	49	49	48	45
		2	74	65	60	100	90	86	95	87	82
		3	92	83	76	108	103	100	105	100	98
		4	103	102	100	114	107	104	109	102	100
	30	1	39	26	22	50	40	36	40	33	28
		2	72	62	54	91	82	79	91	82	76
		3	86	72	65	102	99	96	100	94	92
		4	104	100	100	108	107	105	108	105	105

Poza tym ustalone dane dla jednostronnego działania pary pozwalają na wysunięcie następujących spostrzeżeń:

- a/ strumienie pary przegrzanej o ciśnieniu w rurociągu 3 - 5 at. przechodzą przez całą paczkę fornirów o wymiarach 1000 x 1000 mm,
- b/ równomierność nagrzania arkuszy fornirów w paczce zależna jest przede wszystkim od okresu nagrzewania, a znacznie mniej od odległości czoła paczki fornirów od wylotu pary,

c/ największą równomierność nagrzania osiągnęły arkusze fornirów znajdujące się w połowie wysokości paczki.

2. Wyniki klejenia bloków lignofolowych w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu metody wstępnego nagrzewania przegrzaną parą

Wyniki z prób klejenia w warunkach przemysłowych bloków lignofolowych o wymiarach 1000 x 1000 x 100 mm przy zastosowaniu metody wstępnego, bezpośredniego nagrzewania parą przegrzaną zestawiono w tabelach 3 - 6 oraz zilustrowano na wykresie 5.

Tabela 3. Przebieg temperatury spoin klejowych w różnych punktach bloków lignofolowych klejonych w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu metody wstępnego nagrzewania parą przegrzaną przez okres 4 minut w zależności od czasu jego prasowania.

Wymiary bloku: 1000 x 1000 x 100 mm

Okres klejenia w minutach	Średnia temperatura spoin klejowych w ^o C w blokach prasowanych przez okres								
	15 min.			30 min.			60 min.		
	Założenie punktu pomiaru temperatury wyrażone wysokością sklejanego bloku								
	1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4
0	90	96	98	100	104	101	102	100	100
5	92	96	98	100	103	101	102	110	100
10	94	96	99	102	103	103	102	99	101
15	95	96	100	102	102	104	102	99	101
20	-	-	-	103	102	104	104	100	101
25	-	-	-	103	101	104	104	100	101
30	-	-	-	103	101	104	104	100	102
35	-	-	-	-	-	-	106	100	104
40	-	-	-	-	-	-	106	100	105
45	-	-	-	-	-	-	106	100	105
50	-	-	-	-	-	-	106	101	105
55	-	-	-	-	-	-	107	101	105
60	-	-	-	-	-	-	107	101	105

Tabela 4. Przebieg temperatury spoin klejowych w różnych punktach bloku lignofolowego klejonego w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu tradycyjnej metody kontaktowego nagrzewania i chłodzenia.

Wymiary bloku: 1000 x 1000 x 100 mm

Okresy pomiarów w minutach	Temperatura spoin klejowych w °C w bloku lignofolu					
	w czasie klejenia w ogrzewanej prasie o temp. 150°C			w czasie chłodzenia w prasie o temp. 20°C		
	Położenie punktu pomiaru temperatury wyrażone wysokością sklejonego bloku					
	1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4
0	20	20	20	128	112	126
10	30	24	28	128	112	126
20	48	28	45	118	112	120
30	57	30	50	115	112	113
40	62	30	55	107	112	110
50	72	35	58	100	110	105
60	75	38	70	91	109	96
70	81	45	78	87	108	92
80	87	50	80	85	104	88
90	90	55	84	80	102	82
100	95	62	88	76	100	78
110	96	70	89	75	100	77
120	98	76	91	75	98	76
130	99	80	95	73	98	73
140	106	86	102	72	98	71
150	107	90	103	70	96	71
160	110	96	105	-	-	-
170	112	98	108	** moment wyjęcia bloku z prasy		
180	113	100	110	-	-	-
190	115	104	112	-	-	-
200	118	106	115	-	-	-
210	119	106	117	-	-	-
220	122	106	119	-	-	-
230	122	107	120	-	-	-
240	124	108	120	-	-	-
250	124	109	122	-	-	-
260	124	109	123	-	-	-
270	124	109	124	-	-	-
280	125	109	124	-	-	-
290	125	109	124	-	-	-
300	126	109	125	-	-	-
310	126	110	125	-	-	-
320	126	111	125	-	-	-
330	126	111	125	-	-	-
340	126	111	125	-	-	-
350	126	111	126	-	-	-
360	126	112	126	-	-	-
370	127	112	126	-	-	-
380	127	112	126	-	-	-
390	128	112	126	-	-	-
400	128	112	126	-	-	-

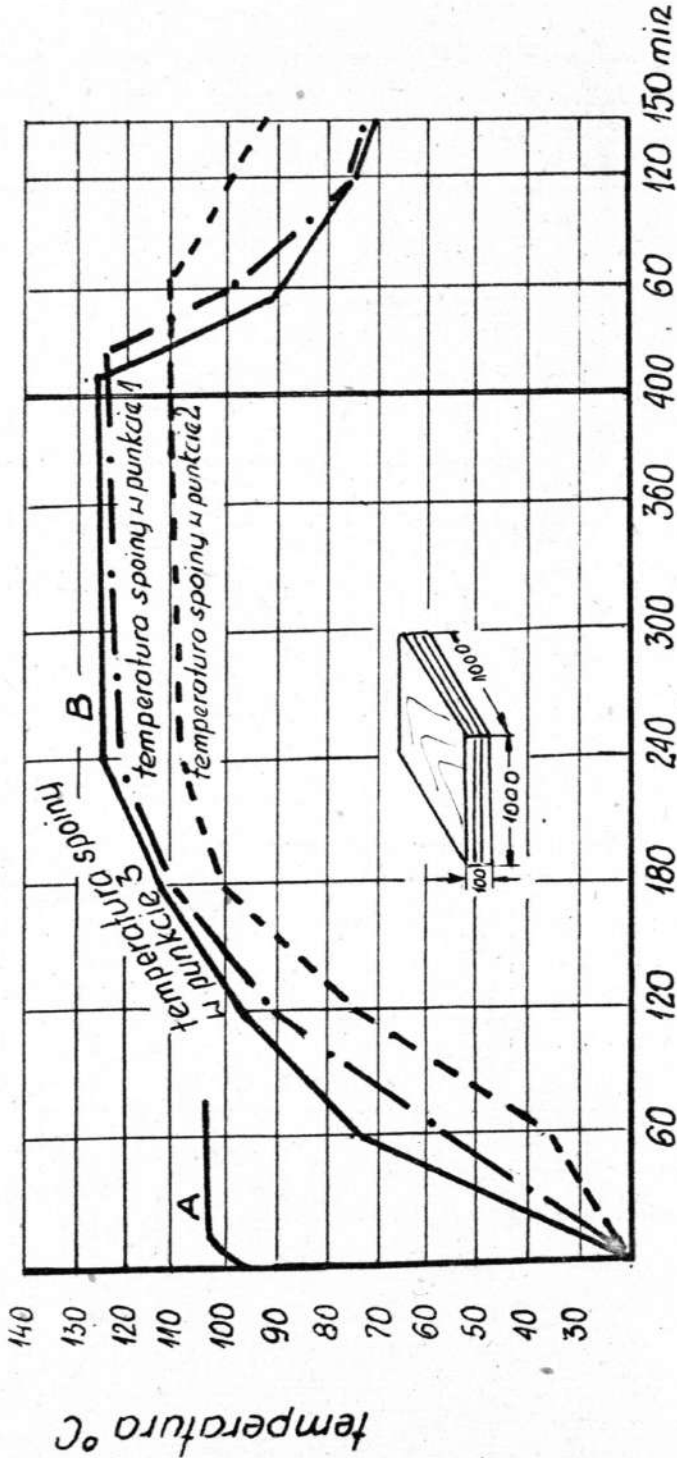
Tabela 5. Sprasowywanie się bloków lignofolowych o docelowej grubości 100 mm, klejonych w warunkach przemysłowych w zależności od metody produkcji

Dane pomiarowe		Metoda produkcji			
		ze wstępnym nagrzewaniem parą przegrzaną o temp. 180°C przez okres 4 minut		dotychczasowa metoda kontaktowego nagrzewania	
		czas prasowania w minutach			
		15	30	60	400
Grubość bloku w mm od momentu wywarcia ciśnienia prasowania 100 kG/cm ²	początkowa	131	128	130	160
	końcowa	120	115	117	109

Tabela 6. Porównanie fizycznych i mechanicznych właściwości lignofolu krzyzowowłóknistego wyprodukowanego w warunkach przemysłowych przy zastosowaniu metody wstępnego nagrzewania przegrzaną parą i metody tradycyjnej tj. kontaktowego nagrzewania, stwierdzonych doświadczalnie oraz ujętych w katalogu producenta lignofolu
Grubość Lignofolu doświadczalnego: 100 mm

Właściwości Lignofolu	Warunki badania		Metoda produkcji				Dane techniczne producenta dla Lignofolu krzyzowowłóknistego	
			ze wstępnym nagrzewaniem parą przegrzaną o temp. 180°C przez okres 4 minut.					
			Czas prasowania w minutach					
gęstość	G/cm ³	na sucho	15	30	60	400	katalog weatug PN-66/7138	1,2 P
pecznienie w wodzie o temp. 20°C po moczeniu przez okres 24 godzin	%	—	1,09	1,13	1,21	1,29	120-145	poniżej 10
nasłakliwość w wodzie o temp. 20°C po moczeniu przez okres 24 godzin	%	—	7,7	6,0	5,3	3,7	poniżej 8	poniżej 10
wytrzymałość na zgięcie statycznie równoległe do kierunku prasowania	KG/cm ²	na sucho po azotananiu wrzącej wody	7,9	7,0	6,1	4,6	poniżej 10	poniżej 16
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	na sucho	731	995	1147	1680	950-1400	1250-1400
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	po azotananiu wrzącej wody	349	892	1134	1506	—	—
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	na sucho	105	116	137	175	120-130	120-130
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	po azotananiu wrzącej wody	45	108	127	142	—	—
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	na sucho	490	690	1007	1290	800-1200	1050-1200
wytrzymałość na ścinanie stałą klejową prostą ale do kierunku prasowania	KG/cm ²	po azotananiu wrzącej wody	95	540	955	1104	—	—
tworosć oznaczona metodą Brinella	KG/cm ²	na sucho	8,6	10,4	13,5	15,8	16-20	16

rys. 5. Przebieg temperatur spoin klejowych, zawartych w różnych punktach bloków lignofolowych, o wymiarach 1000 x 1000 x 100 mm wyprodukowanych w warunkach przemysłowych, w zależności od metody produkcji.



Czas stygnięcia w prasie hydraulicznej

Czas klejenia w prasie hydraulicznej

- A - produkcja z wstępnym, bezpośrednim nagrzewaniem przegrzaną parą,
- B - produkcja tradycyjna z nagrzewaniem kontaktowym.

W rezultacie spostrzeżeń poczynionych przy wykonywaniu doświadczeń oraz na podstawie danych zawartych w wyżej podanych tabelach i zilustrowanych graficznie można stwierdzić, że:

- a. Podczas klejenia lignofolu metodą wstępnego, bezpośredniego nagrzewania arkusze fornirów już w momencie wywierania ciśnienia prasowania mają temperaturę w granicach od 90 do 104°C, w przypadku klejenia bloków przez okres 15 o 30 minut utrzymuje się ona w przybliżeniu na tym samym poziomie. W przypadku klejenia bloków przez okres 60 minut zarysowuje się nieznaczny jej wzrost, zwłaszcza w warstwach zewnętrznych.
- b. Podczas klejenia lignofolu metodą tradycyjną, tj. kontaktowego nagrzewania, najgłębiej położona spoina osiąga temperaturę 100°C dopiero po 180 minutach prasowania. Po prasowaniu przez okres 400 minut środkowa spoina osiąga temperaturę 112°C, utrzymuje się ona jeszcze w chłodzonym bloku przez długi okres, a dopiero po 2 godzinach studzenia spada zaledwie o 14°C.
- c. W tabeli 5. uwidoczniono różne grubości początkowe klejonych bloków w momencie wywarcia ciśnienia prasowania 100 kg/cm², wynikają one z temperatury arkuszy fornirów przed procesem prasowania i związanego z tym ich termicznego uplastycznienia.
- d. Rozpatrując wpływ czasu prasowania w przedziale od 15 do 60 minut, można przyjąć, że wszystkie badane właściwości lignofolu ulegają poprawie wraz ze wzrostem czasu prasowania.
- e. Celem obiektywnego ustalenia jakości wyprodukowanego lignofolu sporządzono tabelę 6. Zestawiono w niej stwierdzone doświadczalnie średnie wartości dla niektórych właściwości fizycznych i mechanicznych lignofolu krzyżowo-włóknistego wyprodukowanego przy zastosowaniu metody wstępnego nagrzewania i metody tradycyjnej nagrzewania kontaktowego oraz średnie wartości ujęte w katalogu Zjednoczenia Przemysłu Płyt, Sklejek i Zapałek oraz według BN-66/7113-08. Okazuje się, że najwyższe wartości

dla lignofolu wyprodukowanego tradycyjną metodą. Nieco niższymi wartościami, ale mieszczącymi się w wymaganiach katalogowych, charakteryzuje się lignofol wyprodukowany metodą wstępnego nagrzewania i prasowania przez okres 15 minut. Natomiast dla twardości nie osiągnięto w żadnym wariancie badań wartości równych wymaganiom katalogowym.

Opierając się na uzyskanych wynikach przeprowadzonych badań oraz na podstawie powyższych stwierdzeń, można sformułować następujące wnioski:

- a. Metoda wstępnego, bezpośredniego nagrzewania zestawu arkuszy fornirów parą przegrzaną jest metodą realną również w warunkach produkcji przemysłowej, pozwalającą na produkcję lignofolu w znacznie krótszym czasie niż przy stosowaniu dotychczasowej krajowej metody produkcji.
- b. Uzyskane wyniki upoważniają do podjęcia dalszych prac, które obejmowałyby:
 - zaprojektowanie i wykonanie potrzebnych, nietypowych urządzeń produkcyjnych,
 - wdrożenie nowej metody do produkcji przemysłowej.

B i b l i o g r a f i a

- [1] Graj L., Badania nad możliwościami skrócenia cyklu prasowania sklejki wodoodpornej oraz lignofolu. Dokumentacja pracy Instytutu Technologii Drewna, Poznań 1970, maszynopis.
- [2] Graj L., Badania nad możliwością produkcji lignofolu przy zastosowaniu bezpośredniego nagrzewania przegrzaną parą wodną. Prace Instytutu Technologii Drewna R.XIX: 1972 z.1/2 61/62/.
- [3] Graj L., Wpływ temperatury i czasu prasowania na wytrzymałość i wodoodporność spoin klejowych wykonanych wiążącą na gorąco żywicą fenolową. Dokumentacja pracy Wyższej Szkoły Rolniczej Instytutu Tworzyw Drzewnych, Poznań 1972, maszynopis.
- [4] Korzeniowski A., Matejak M., Badanie możliwości zastosowania nagrzewania pojemnościowego do klejenia drewna warstwowego. Przemysł Drzewny 1966 nr 9.
- [5] Małkowski Z., Wnuk M., Badania nad ustaleniem optymalnego czasu prasowania lignofolu przy użyciu form. Dokumentacja pracy Instytutu Technologii Drewna Poznań 1958, maszynopis.
- [6] Parczewski A., Metody produkcji, własności i zastosowania krajowego lignofolu. Przemysł Drzewny 1954 nr 10.
- [7] Perkitny T., Wnuk M., Dziedzic Z., Badania zmierzające do opracowania optymalnej technologii klejenia lignofolu z zastosowaniem wstępnego ogrzewania paczki forniru bezpośrednio parą. Dokumentacja pracy Instytutu Technologii Drewna, Poznań 1961, maszynopis.
- [8] Perkitny T., Stefaniak J., Technologia produkcji tworzyw drzewnych T.1. Warszawa 1970 - wydawnictwo
- [9] Polskie Normy - Lignofol i lignoston
PN-67/D-04210 - oznaczanie twardości
PN-64/D-04210 - oznaczanie ciężaru właściwego
PN-64/D-04213 - oznaczania nasiąkliwości
PN-64/D-04214 - oznaczanie pęcznienia liniowego
PN-65/D-04215 - oznaczanie wytrzymałości na ściskanie
PN-65/D-04216 - oznaczanie wytrzymałości na zginanie statyczne
PN-65/D-04217 - oznaczanie wytrzymałości na ścinanie
- [10] Sobczak J., Wnuk M., Badania nad ustaleniem metody produkcji oraz warunków stosowania lignofolu maszynowego. Dokumentacja pracy Instytutu Technologii Drewna, Poznań 1954, maszynopis.

- [11] Starkiewicz H., Wnuk M., Sobczak J., Usprawnienie metody produkcji i ulepszenia własności produkowanego lignofolu przez ustalenie optymalnego czasu prasowania. Dokumentacja pracy Instytutu Technologii Drewna, Poznań 1953, maszynopis.
- [12] Wnuk M., Dobór surowca i warunki prasowania lignofolu. Prace Instytutu Technologii Drewna R.2, 1955, z. 2 /4/.