

## PRÓBY KLEJENIA ŻYWICĄ F2-M2 DREWNA ZMODYFIKOWANEGO

*Barbara Gos, Michał Świetliczny, Marek Jabłoński*

Instytut Technologii Drzewnictwa SGGW - AR w Warszawie

### WPROWADZENIE

Występujący w ostatnich latach wzrost zapotrzebowania na drewno, wynikający z kurczenia się zasobów zwłaszcza drewna wielkowymiarowego, spowodował zwiększenie zainteresowania sposobami oszczędnego gospodarowania tym cennym naturalnym surowcem. Jedną z dróg, prowadzących do tego celu, jest poprawienie własności wytrzymałościowych drewna i ich ujednoczenia w poszczególnych kierunkach anatomicznych, zmniejszenie higroskopijności i chłonności wody oraz zwiększenie odporności na działanie czynników chemicznych i biotycznych. Takie możliwości daje połączenie drewna z polimerami syntetycznymi. Najczęściej stosowanymi polimerami ulepszającymi drewno są związki winylowe.

W Polsce na początku lat siedemdziesiątych w Akademii Rolniczej w Poznaniu opracowano sposób polimeryzacji monomerów w drewnie [3]. Otrzymane tą metodą tworzywo nazwane zostało przez autora wynalazku lignomerem; jest to kompozyt drewna z polistyrenem z niewielką domieszką medium ogrzewającego (węglowodory alifatyczne nasycone). Lignomer jest tworzywem o dużej wytrzymałości mechanicznej, stabilności wymiarowej i jest stosunkowo trudno palny [4]. Na podstawie przeprowadzonych badań [5] stwierdzono, że lignomer można mechanicznie obrabiać przy użyciu stosowanych do drewna narzędzi i obrabiarek. Wymienione zalety tego tworzywa — w połączeniu z ekonomiczną stroną stosowania tego materiału — pozwalają przypuszczać, że w najbliższej przyszłości znajdzie on zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu drzewnego, a w szczególności w stolarce budowlanej oraz w konstrukcjach drewnianych.

Równolegle do prac prowadzonych w poznańskiej Akademii Rolniczej, na Wydziale Technologii Drewna — SGGW - AR w Warszawie prowadzono badania nad drewnem zmodyfikowanym polimetakrylanem metylu i jego zastosowaniem. Obiecujące wyniki uzyskano m.in. badając

otrzymane tworzywo pod kątem zastosowania go jako drewna rezonansowego w instrumentach muzycznych. Wykonano również wiele prac poznawczych, badając drewno zmodyfikowane polistyrenem utwardzonym w gorącym medium gazowym. Prace te a w szczególności badania nad związaniem polistyrenu z drewnem, oraz nad modyfikacją drewna polimerami syntetycznymi z jednoczesnym barwieniem rozszerzają wiedzę o tych tworzywach, umożliwiając coraz to nowe zastosowanie dla tych materiałów.

Warunkiem stosowania wymienionych materiałów w wielu gałęziach przemysłu drzewnego jest możliwość łączenia wykonanych z nich poszczególnych elementów w podzespoły bądź też zespoły konstrukcyjne. Połączenia te mogą być wykonane za pomocą wkrętów i gwoździ, bądź też jako połączenia klejone; można też stosować oba wymienione sposoby.

Do tej pory uważano, że lignomer można łączyć klejami rezorcynowymi, fenolowo-rezorcynowymi, fenolowymi, poliuretanowymi oraz epoksydowymi. Kleje te wykazywały dobrą sklejalność lignomeru pod warunkiem dodania do nich od 5 do 15 części wagowych monomeru styrenu wraz z inicjatorem reakcji polimeryzacji. Niemniej jednak powszechne stosowanie wyżej wymienionych klejów będzie utrudnione lub wręcz niemożliwe ze względu na wysoką cenę żywic na bazie rezorcyny, niewodorozpuszczalność niektórych klejów oraz silną toksyczność monomeru styrenu. Prowadzono również badania klejenia na gorąco żywicą mocznikową drewna zmodyfikowanego polistyrenem [1]. Nie otrzymano jednak w tym przypadku zadowalającej wytrzymałości spoiny klejowej.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki próby klejenia drewna zmodyfikowanego polimerami syntetycznymi żywicą F2-M2, otrzymaną na bazie furfurołu, formaldehydu, melaminy i mocznika [2].

Materiałem doświadczalnym były próbki otrzymane:

- 1) w Zakładzie Doświadczalnym Akademii Rolniczej w Laskach:
  - drewno olchowe, brzozowe i bukowe zmodyfikowane polistyrenem,
- 2) Instytucie Technologii Drzewnictwa SGGW - AR:
  - drewno olchowe i brzozowe zmodyfikowane polimetakrylanem metylu,
  - drewno sosnowe zmodyfikowane kompozycją żywic fenolowych.

Jako kryterium oceny sklejalności żywicą F2-M2 drewna zmodyfikowanego<sup>1</sup> przyjęto wyniki wytrzymałości spoin klejowych badanych na ścinanie przez ściskanie na próbkach blokowych, wykonanych według normy GOST-2067-47. Wytrzymałość spoin klejowych badano:

---

<sup>1</sup> W opracowaniu symbol N oznacza naturalne, S — polistyren, MM — metakrylan metylu.

- na sucho,
- po 24 godz. moczenia w wodzie zimnej,
- po 6 godz. gotowania i 18 godz. studzenia.

W celu porównawczym wykonano również badania wytrzymałości spoin klejowych na drewnie naturalnym (brzozowym i olchowym).

#### WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Wyniki prac Browne'a i Truax [7] dają podstawę do wniosku, że — w przeciwieństwie do poglądów Mac Baina — w procesach klejenia najistotniejszą rolę odgrywa nie przyczepność mechaniczna, lecz adhezja związana z polarną budową cząsteczek. Dlatego też w praktyce klejenia należy umiejętnie dobierać kleje o wymaganej przyczepności do podłoża.

Na podstawie przeprowadzonych wstępnych prób klejenia żywicą F2-M2 stwierdzono, że wytrzymałość spoiny klejowej zależy nie tylko od przygotowanej masy klejowej (żywica F2-M2 + utwardzacz  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + zwilżacz), lecz również od sposobu przygotowania powierzchni lignomeru papierem ściernym. Przygotowanie to powoduje nie tylko zwiększenie powierzchni czynnej podłoża, ale również — jak się wydaje — zdjęcie cienkiej warstwy oleju maszynowego (mającego charakter środka hydrofobowego), który jest wyciskany wskutek dużych nacisków narzędzia obrabiającego element przygotowujący do sklejenia. W ten sposób zostają odsłonięte centra aktywne klejonego tworzywa. Za słusznością powyższego przypuszczenia przemawia fakt, że we wstępnych próbach klejenia, wykonanych bez uprzedniego przygotowania podłoża poprzez przetarcie powierzchni próbek otrzymano o ok. 60% niższą wytrzymałość spoiny klejowej badanej na sucho, oraz o ok. 30% niższą po moczeniu w wodzie zimnej i o ok. 20% niższą po moczeniu w wodzie gorącej. W przypadku drewna zmodyfikowanego polimetakrylanem metylu nie zauważono istotnych różnic w wynikach wytrzymałości spoin dla tworzywa obrabianego papierem ściernym. Dalsze badania prowadzone w tym kierunku pozwolą prawdopodobnie jednoznacznie określić czynniki wpływające na wytrzymałość spoiny klejowej w drewnie ulepszonym i klejonym żywicą F2-M2.

Analizując wyniki przedstawione w tabeli 1 i 2 oraz na rysunku 1, stwierdzono, że wytrzymałość spoin klejonych w drewnie olchowym i brzozowym zmodyfikowanym S (lignomer) jest o 13% wyższa od wytrzymałości spoin klejonych drewna N. Natomiast dla drewna olchowego zmodyfikowanego MM wytrzymałość spoiny klejowej była o 13% niższa od wytrzymałości spoin drewna N, a w przypadku drewna brzozowego zmodyfikowanego MM — o 7,5% wyższa od spoiny klejowej drewna N. W podsumowaniu należy stwierdzić, że wytrzymałość spoiny klejowej klejonego drewna zmodyfikowanego S jest wyższa (w przypadku drewna

Tabela 1

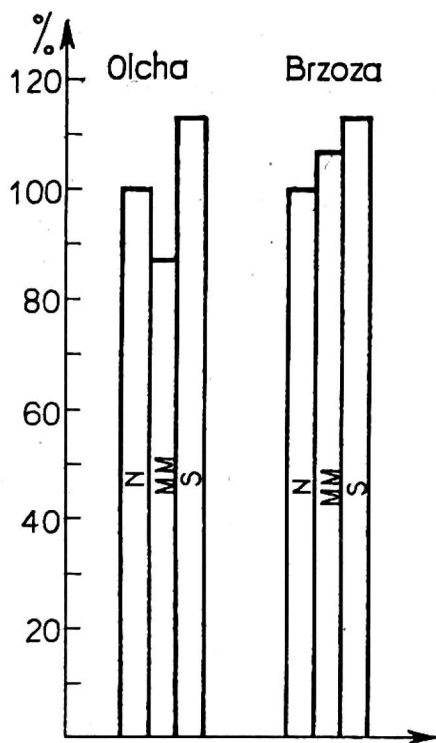
Średnie wyniki wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych w drewnie olchowym naturalnym i zmodyfikowanym

Czynnik modyfikujący	Warunki badania	Gęstość kg/m <sup>3</sup>	Wytrzymałość na ścinanie MPa	Współczynnik zmienności %	Odchylenie standardowe MPa
Drewno naturalne	na sucho	527	8,8	15	1,3
Polimetakrylan metylu	na sucho	829	7,6	34	2,5
	po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	817	9,9	14	1,4
Polistyren (lignomer)	po 6 godz. gotowania i 18 godz. studzenia	831	4,2	23	0,9
	na sucho	850	10,0	7	0,7
	po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	850	9,6	10	1,0
	po 6 godz. gotowania i 18 godz. studzenia	850	4,5	16	0,7

Tabela 2

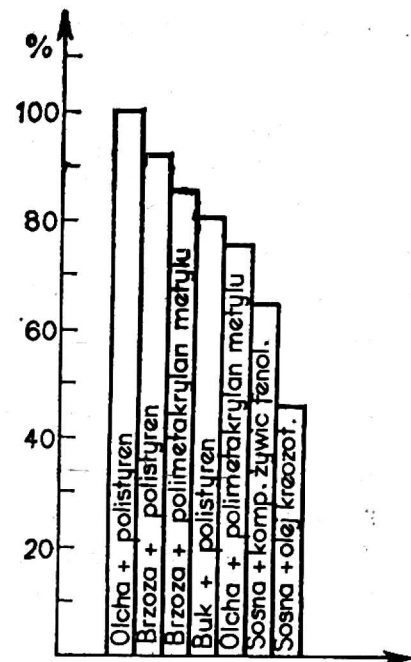
Średnie wyniki wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych w drewnie brzożowym naturalnym i zmodyfikowanym

Czynnik modyfikujący	Warunki badania	Gęstość kg/m <sup>3</sup>	Wytrzymałość na ścinanie MPa	Współczynnik zmienności %	Odchylenie standardowe MPa
Drewno naturalne	na sucho	673	8,0	14	1,1
Polimetakrylan metylu	na sucho	1002	8,6	20	1,7
	po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	1013	12,1	10	1,2
Polistyren (lignomer)	po 6 godz. gotowania i 18 godz. studzenia	1014	5,4	18	1,0
	na sucho	930	9,2	15	1,4
	po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	930	9,4	16	1,5
	po 6 godz. gotowania i 18 godz. studzenia	930	6,1	17	1,0



Rys. 1. Wpływ modyfikatora i gatunku drewna na wytrzymałość spoin klejowych badanych na sucho

MM — drewno modyfikowane polimetakrylenem metylu, S — drewno modyfikowane polistyrenem, N — drewno naturalne



Rys. 2. Wpływ rodzaju drewna i modyfikatora na wytrzymałość spoiny klejowej badanej na sucho

olchowego o 24<sup>0</sup>/o, a brzozowego o 6<sup>0</sup>/o) niż dla drewna zmodyfikowanego MM, oraz wyższa od drewna N (o 13<sup>0</sup>/o). Świadczy to o właściwym doborze żywicy do klejenia drewna ulepszanego, lecz nie świadczy o optymalnym doborze masy klejowej.

Na uwagę zasługuje również fakt, iż drewno buka zmodyfikowane S wykazało również wyższą sklejalność o 6<sup>0</sup>/o od drewna olchowego zmodyfikowanego MM (rys. 2). Najniższą wytrzymałość spoiny klejowej badanej na sucho otrzymano dla drewna sosnowego impregnowanego olejem kreozotowym. Jest ona o 54<sup>0</sup>/o niższa od wytrzymałości spoin drewna olchowego zmodyfikowanego S.

Na podstawie otrzymanych wyników wytrzymałości spoin klejonych badanych na sucho (tab. 1-3) można uszeregować klejone drewno zmodyfikowane w kolejności od najniższych do najwyższych własności wytrzymałościowych (rys. 2).

Na rysunku 3 przedstawiono średnie wyniki wytrzymałości spoin klejowych badanych na sucho oraz po próbach wodoodporności. Wyniki te świadczą o tym, że wzrost wytrzymałości spoiny klejowej po moczeniu w wodzie zimnej jest pewną prawidłowością. Szczególnie uwidocznia się to w przypadku spoin w drewnie olchowym i brzozowym, zmodyfikowanym MM oraz w przypadku spoin w drewnie bukowym zmodyfikowanym

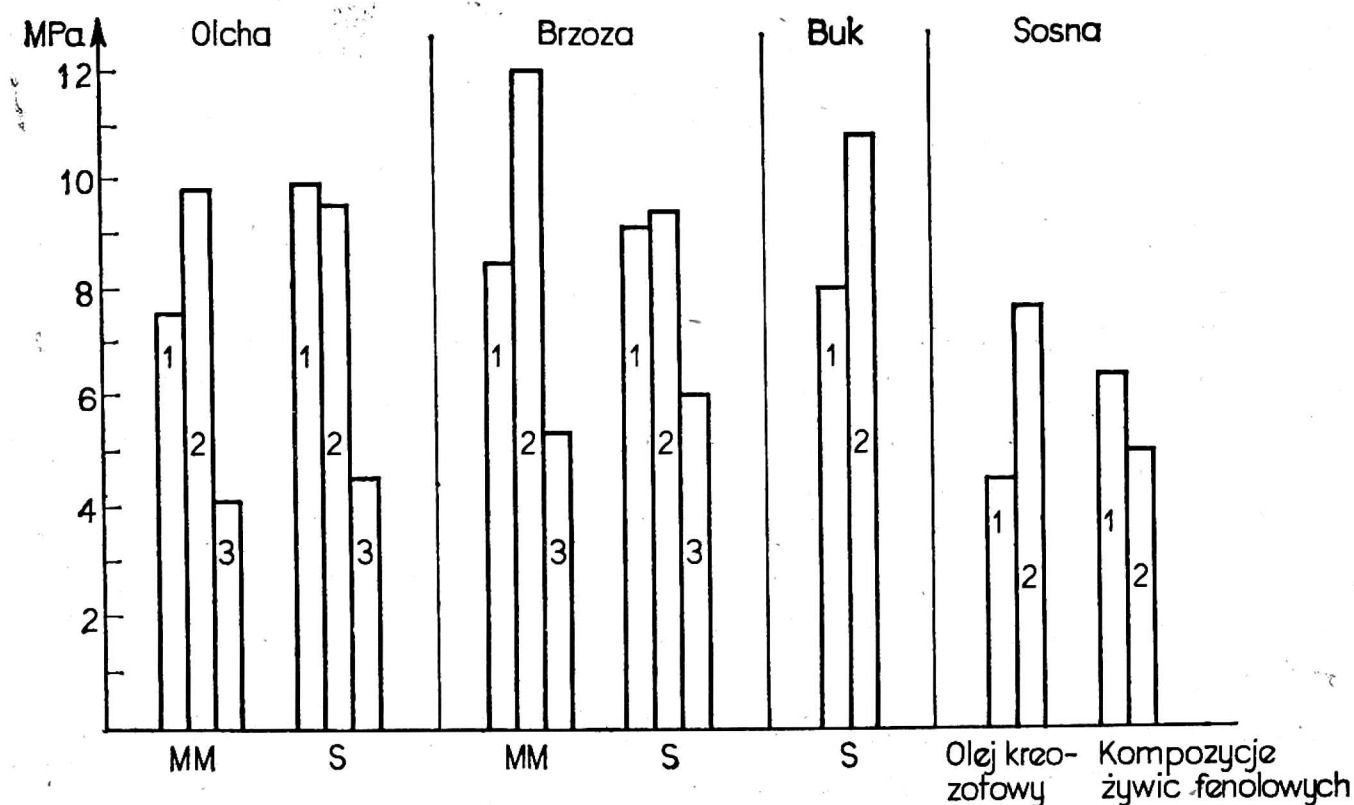


Tabela 3

Średnie wyniki wytrzymałości na ścinanie spoin klejowych w drewnie sosnowym i bukowym

Gatunek drewna	Czynnik modyfikujący	Warunki badania	Gęstość kg/m <sup>3</sup>	Wytrzymałość na ścinanie MPa	Współczynnik zmienności %	Odchylenie standardowe MPa
Buk	polistyren (lignomer)	na sucho	1054	8,1	8	0,6
		po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	1054	10,9	15	1,6
Sosna	olej impregacyjny (krezotowy)	na sucho	543	4,6	14	0,6
		po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	543	7,7*	9	0,7
	kompozycja żywic fenolowych	na suscho	—	6,5	20	1,3
		po 24 godz. moczenia w zimnej wodzie	—	5,1	12	0,6

\* Wszystkie próbki zniszczone w spoinie.



Rys. 3. Wyniki wytrzymałości spoin klejowych badanych:

1 — na sucho, 2 — po moczeniu w wodzie zimnej, 3 — po gotowaniu (klejone drewno zmodyfikowane MM — polimetakrylanem metylu, S — polistyrenem — lignomer)

S (ok. 30%) i spoin w drewnie sosny impregnowanej olejem kreozotowym (o 60%).

Na podstawie wykonanych badań należy stwierdzić, że trwała stabilność wymiarowa drewna zmodyfikowanego, wynikająca z faktu, że część polimeru syntetycznego jest trwale związana z substancją drzewną (prawdopodobnie głównie z częścią węglowodanową) w postaci kopolimeru, w przeciwieństwie do drewna zmodyfikowanego kompozycjami żywic fenolowych, wpływa korzystnie na wytrzymałość spoin klejowych (rys. 2 i 3). Stąd też w przypadku modyfikacji drewna żywicami fenolowymi, polimer znajdujący się w drewnie wypełnia wolne przestrzenie (częściowo wiąże się z ligniną), przez co blokuje dostęp wilgoci do ścian komórkowych i zmniejsza szybkość nawilżania. Opóźnia to pęcznienie, jednakże nie zmniejsza odkształceń wilgotnościowych drewna. Dlatego też wytrzymałość spoin klejowych jest w tym przypadku najniższa, natomiast większa stabilność wymiarów korzystniej wpływa na wytrzymałość spoin klejowych. Wyższa wytrzymałość spoin klejonego drewna S jest wynikiem jego większej stabilności wymiarowej niż drewna zmodyfikowanego MM. Stwierdzono również, że stabilność wymiarowa drewna ulepszonego jest jeszcze większa przy krótkotrwałym moczeniu i nawilżaniu [6].

Mała higroskopijność i nasiąkliwość drewna zmodyfikowanego umożliwia jego użytkowanie w zmiennych warunkach atmosferycznych, jest to szczególnie istotne w konstrukcjach, gdyż brak naprężeń w spoinach klejowych nie obniża ich wytrzymałości w istotny sposób.

#### WNIOSKI

1. Żywica F2-M2 (mocznikowo melaminowo-formaldehidowo-furfurolowa) nadaje się do klejenia drewna zmodyfikowanego (wytrzymałość spoiny klejowej dla lignomeru jest o 13% wyższa od wytrzymałości spoiny drewna olchowego i brzożowego).

2. Istotny wpływ na wytrzymałość spoiny klejowej ma zastosowanie odpowiedniej masy klejowej oraz przygotowanie powierzchni klejonej (przetarcie powierzchni lignomeru papierem ściernym zwiększa wytrzymałość spoin klejonych badanych na sucho o 60% a po próbach wodoodporności — o ok. 30%).

3. Wytrzymałość spoiny klejowej badanej na sucho dla drewna brzożowego i olchowego zmodyfikowanego polistyrenem jest wyższa niż dla drewna zmodyfikowanego polimetakrylanem metylu.

4. Wytrzymałość spoiny klejowej drewna bukowego zmodyfikowanego polistyrenem jest o 20% niższa od wytrzymałości drewna olchowego zmodyfikowanego polistyrenem, a tylko o 1% niższa niż w przypadku drewna brzożowego naturalnego.

5. Najwyższą wytrzymałość spoiny klejowej otrzymano w przypadku drewna olchowego zmodyfikowanego polistyrenem, a najniższą (niższa o 54%) w przypadku drewna sosnowego impregnowanego olejem kreozotowym.

6. Zaobserwowano wzrost wytrzymałości spoiny klejowej po moczeniu w zimnej wodzie. Uwidacznia się to szczególnie w przypadku drewna olchowego i brzoźowego zmodyfikowanego polimetarylanem metylu oraz w przypadku drewna bukowego zmodyfikowanego polistyrenem (wzrost o ok. 30%) i drewna sosnowego impregnowanego olejem kreozotowym (wzrost o ok. 60%).

### LITERATURA

1. Dzbeńska H.: Badanie sklejalności drewna modyfikowanego (poli)styrenem przy klejeniu na gorąco. SGGW - AR, Warszawa 1977 (praca magisterska)
2. Krach K., Gos. B.: Nowy klej do klejenia drewna. Zesz. nauk. SGGW - AR w Warszawie, Technologia Drewna. 5, 1974.
3. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Opis patentowy wynalazku P-148574.
4. Ławniczak M.: Modyfikacja drewna, właściwości i zastosowanie. Przem. Drzew., 7, 1971, 4-7.
5. Ławniczak M.: Możliwości zastosowania kompozytu materiałowego drewno-polimer w konstrukcjach budowlanych. Sympozjum. Szczecin 1978, 53-60.
6. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie, AR, Poznań, 1975.
7. Siemaszko A., Porejko S.: Kleje naturalne i syntetyczne. PWT, Warszawa 1961, 17-25.

*Барбара Гос, Михал Светличны, Марек Яблоньски*

### ПРОБЫ СКЛЕИВАНИЯ СМОЛОЙ F2-M2 МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

#### Резюме

Целью труда была проба склеивания смолой модифицированной древесины F2-M2 (мочевино-меламино-формальдегидо-фурфуроловой).

В качестве критерия оценки склеиваемости модифицированной древесины были приняты результаты проб устойчивости срезу клевого шва в сухом состоянии и после проб водостойкости.

Полученные результаты позволили установить следующее:

Смола F2-M2 пригодна для склеивания модифицированной древесины. Устойчивость клевого шва испытываемая в сухом состоянии в случае клееной березовой и ольховой древесины модифицированной полистиролом выше, чем древесины модифицированной полиметилметакрилатом.



Устойчивость клеевого шва клееной буковой древесины модифицированной полистиролом на 20% ниже, чем устойчивость ольховой древесины модифицированной полистиролом и только на 2% ниже, чем березовой древесины.

Самая высокая устойчивость клеевого шва была получена для ольховой древесины модифицированной полистиролом, а самая низкая — для сосновой древесины импрегнированной креозотным маслом.

Наблюдалось повышение устойчивости клеевого шва после мочки в холодной воде, особенно для ольховой и березовой древесины модифицированной полиметилметакрилатом и буковой древесины модифицированной стиролом (рост на около 30%) и сосновой древесины импрегнированной креозотным маслом (рост на около 60%).

*Barbara Gos, Michał Świetliczny, Marek Jabłoński*

## TRIALS OF GLUEING OF MODIFIED WOOD WITH F2-M2 RESIN

### Summary

The aim of the work was to try glueing modified wood with F2-M2 (urea-mel-amino-formaldehydo-furfurol) resin.

As a criterion of the gluability estimation of modified wood the results of investigations on shear strength of glue joints examined in dry state and after waterproofness tests, has been assumed.

The results obtained have proved as follows:

The F2-M2 resin is suitable for glueing of modified wood. The strength of glue joint tested in dry state was in case of the birch and alder wood modified with polystyrene by 13% higher than that of the natural wood. Moreover, the strength of glue joint of glued birch and alder wood modified with polystyrene was higher than in case of wood modified with polymethyl methacrylate.

The strength of glue joint of glued beech wood modified with polystyrene was by 20% lower than that of alder wood modified with polystyrene, and only by 2% lower than that of birch wood.

The highest glue joint strength was obtained for alder wood modified with polystyrene, the lowest (by 54%) — for pine wood impregnated with creosote oil.

A growth of the strength of glue joint after soaking in cold water, particularly for alder and birch wood modified with polymethyl methacrylate and for beech wood modified with styrene (about 30% growth) as well as for pine wood impregnated with creosote oil (about 60% growth) was observed.