FOLIA FORESTALIA POLONICA

Seria B, zeszyt 13, 1979

UPLASTYCZNIENIE I SUSZENIE ŁAT BUKOWYCH W POLU PRĄDU WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI W PROCESIE PRODUKCJI MEBLI GIĘTYCH

Zdzisław Serwa

Instytut Technologii Drzewnictwa SGGW-AR w Warszawie

Synopsis. W pracy przedstawiono przebieg badań nad zastosowaniem prądu wielkiej częstotliwości do uplastyczniania i suszenia bukowych łat meblowych w produkcji mebli giętych. Wyniki badań wykazały, że metoda ta może mieć zastosowanie w praktyce przemysłowej.

I. GENEZA I CEL PRACY

Podstawowymi operacjami procesu technologicznego produkcji mebli giętych są uplastycznianie oraz gięcie i suszenie łat meblowych. Zgodnie z obowiązującymi warunkami technologicznymi uplastycznianie łat przez obróbkę hydrotermiczną odbywa się w praktyce w czasie 30-90 min.; w warunkach produkcyjnych czas ten jest często przekraczany. Suszenie łat giętych trwa zgodnie z przyjętym procesem technologicznym 20-24 godzin.

Sotosowane od powstania przemysłu mebli giętkich metody uplastyczniania, gięcia i suszenia bukowych łat meblowych nie dają zadowalających wyników produkcyjnych na obecnym etapie rozwoju tego przemysłu. W procesie gięcia łat występują znaczne straty materiałowe w postaci tzw. złomu giętarskiego (rozerwanie włókien drewna od strony rozciąganej, ich sfałdowanie od strony ściskanej lub rozczepianie wzdłuż włókien). Przyczynami powstawania znacznej liczby złomów podczas gięcia są m. in. nierównomierne uplastycznienie drewna oraz znaczne obniżenie jego temperatury, powodujące spadek stopnia uplastycznienia podczas gięcia. Ilość łat zbrakowanych w wyniku występowania złomów podczas gięcia, pęknięć drewna w procesie suszenia i odkształceń po suszeniu jest stosunkowo duża i wynosi 10-15%.

Nowe możliwości uplastyczniania drewna przed gięciem i suszenia po gięciu zaczęto wiązać z wykorzystaniem do nagrzewania prądu wielkiej częstotliwości. Zbadanie tych możliwości w warunkach przemysłowych było celem niniejszej pracy.

Badania w tym zakresie zostały przeprowadzone przez autora w Zakładach Przemysłu Meblarskiego im. Gwardii Ludowej w Radomsku. Rozwiązując to zagadnienie określono wpływ zmiennych parametrów czasu i natężenia prądu w.cz.:

— na temperaturę i jej rozkład w łatach meblowych w czasie nagrzewania;

— na kształtowanie się wilgotności średniej i jej rozkładu na przekroju poprzecznym w łatach meblowych w czasie nagrzewania;

— na kształtowanie się wilgotności i jej rozkładu w czasie suszenia łat meblowych.

Określono też wpływ natężenia prądu w. cz. w procesie uplastyczniania na wielkość siły potrzebnej do wygięcia łat meblowych przy zastosowaniu zmiennego czasu działania prądu.

Stosując wybrane zmienne parametry nagrzewania prądem w. cz. w procesach uplastyczniania i suszenia ustalono dla każdych warunków procent powstających braków w procesie gięcia i suszenia łat meblowych. Ilość braków powstających w procesach gięcia drewna uprzednio uplastycznionego w polu prądu w.cz., a następnie suszonego, porównano z ilością braków powstających w procesach gięcia łat uplastycznionych i suszonych metodami tradycyjnymi.

Za kryteria do wyboru optymalnych warunków uplastyczniania przed gięciem przyjęto wielkość siły potrzebnej do wygięcia łat meblowych oraz ilość braków powstających w procesie gięcia. Im mniejsza siła potrzebna do wygięcia łaty i im mniejszy procent braków powstających w procesie gięcia, tym efekty uplastyczniania można uznać za lepsze.

Za kryteria do wyboru optymalnych warunków suszenia drewna przyjęto wilgotność końcową i jej rozkład na przekroju poprzecznym w łatach meblowych oraz odkształcalność łat po suszeniu. Im mniejsze odkształcenia wykazują łaty po suszeniu, tym efekty suszenia można uznać za lepsze.

W końcowej części pracy przeprowadzono analizę techniczno-ekonomiczną uplastyczniania i suszenia łat meblowych w polu prądu w.cz. oraz przy zastosowaniu metody tradycyjnej w procesie gięcia.

II. PRZEGLĄD LITERATURY

Zagadnienie uplastyczniania drewna przed gięciem ujmowane jest w literaturze głównie w odniesieniu do obróbki hydrotermicznej. Istotne elementy do poznania tych procesów wnieśli: Prodehl, Fessel, Vorreiter, Gonet i Walther, Higgins i Griffin, Runkel i inni autorzy [3, 5-7, 9, 15-18, 21].

Problem uplastyczniania drewna w polu prądu w.cz. przed obróbką gięciem jest stosunkowo słabo opracowany. Prowadzone w tym zakresie badania laboratoryjne dały jednak pewne podstawy do zorganizowania badań w skali przemysłowej.

Kollmann [10-12] podaje, że minimalny stosunek wielkości promienia krzywizny do grubości łaty kształtuje się, jak się zdaje, korzystniej dla drewna o wysokiej wilgotności uplastycznionego w polu prądu w.cz. niż dla drewna uplastycznionego

metodą tradycyjną. Autor ten stwierdza, że w początkowym okresie nagrzewania w polu prądu w.cz. moduł sprężystości drewna spada w przybliżeniu o 30% pierwotnej wartości, w miarę jednak dalszego nagrzewania znów rośnie, i to tym szybciej, im temperatura drewna w czasie nagrzewania staje się wyższa. Zjawisko to należy tłumaczyć wysychaniem drewna w miarę jego nagrzewania. Należy więc przypuszczać, że istnieje pewne optimum czasu nagrzewania drewna w polu prądu w.cz., po którym drewno traci swoje właściwości plastyczne.

Turner [20] udowadnia, że nagrzewanie drewna w polu prądu w.cz. przed gięciem może dać oszczędności w czasie i przyczynić się do zwiększenia wydajności produkcji. Prowadząc badania mikroskopowe nad drewnem uprzednio nagrzanym w polu prądu w.cz. stwierdził on, że wewnętrzne pęknięcia występują najczęściej w fałszywej twardzieli u buka lub twardzieli u innych gatunków liściastych. Z badań tych wynika niekorzystny wpływ prądu w.cz. przy nagrzewaniu drewna twardzielowego.

W polskiej literaturze fachowej pierwszą wzmiankę o możliwości uplastyczniania drewna w polu prądu w.cz. zamieścił Zieliński [22]. Stwierdził on, że nagrzewanie pojemnościowe znacznie przyspiesza czas potrzebny do uplastycznienia drewna przed gięciem. Podaje jednak, że wilgotność drewna poddawanego nagrzewaniu pojemnościowemu powinna wynosić 60-70%.

Korzeniowski [13] w wyniku przeprowadzonych badań doszedł do wniosku, że uplastycznienie drewna w polu prądu w.cz. przebiega znacznie szybciej niż z zastosowaniem metody tradycyjnej, stopień zaś uplastycznienia drewna jest tym wyższy i następuje w krótszym czasie, im większą wilgotność miało drewno w czasie uplastyczniania. Najkorzystniejsza jest wilgotność 60%. Przedłużenie czasu nagrzewania powoduje zmniejszenie stopnia uplastycznienia drewna.

Badania tego autora wykazały także, że po 3 latach przechowywania w laboratorium próbek uprzednio uplastycznionych i wysuszonych w polu prądu w.cz. strzałka krzywizny zmniejszyła się o 9,4% wielkości początkowej. Stwierdził on również, że po nagrzaniu pojemnościowym i wyschnięciu próbki przybrały różowobrunatną barwę, charakterystyczną dla drewna bukowego, poddanego parowaniu przy dużej wilgotności początkowej lub nagrzewaniu w wodzie.

Zagadnienie suszenia drewna po gięciu ujmowane jest w literaturze fachowej przeważnie tak samo jak suszenie tarcicy i dotyczy ogólnie znanych zjawisk w procesie suszenia drewna. Jednakże przenoszenie ogólnych zasad procesu suszenia do suszenia łat giętych, bez uwzględnienia specyfiki tego procesu, nie jest całkowicie uzasadnione. Suszenie łat giętych wraz z opasującymi taśmami utrudnia odparowywanie wody z powierzchni drewna. Wywołuje to ujemne skutki w postaci nierównomiernego przemieszczania się wody w drewnie i nierównomiernego jego wysychania.

Suszenie łat giętych w polu prądu w.cz., zarówno z punktu widzenia teoretycznego, jak i praktycznego, nie budzi żadnych zastrzeżeń. Jest ono niewątpliwie korzystniejsze niż sposób tradycyjny. Opinie te potwierdzają autorzy licznych prac [1, 2, 14, 19, 22], którzy stwierdzają, że:

— suszenie drewna w polu prądu w.cz. z punktu widzenia technologicznego jest korzystne, natomiast na przeszkodzie stoją dotychczas względy ekonomiczne;

— pojemnościowa metoda suszenia drewna jest rentowna przy początkowej wilgotności drewna w granicach 20-25%;

— suszenie drewna tą metodą jest opłacalne w małych partiach przy zastosowaniu cyklu ciągłego [22];

— obniżenie kosztów można uzyskać przez stosowanie do suszenia drewna metod kombinowanych.

Stosowanie tej metody w przemyśle mebli giętych może być już dziś uzasadnione technologicznie, gdyż łaty gięte poddawane suszeniu mają niewielką wilgotność początkową (w granicach 25-30%).

Z przeglądu literatury dotyczącej uplastyczniania drewna przed gięciem i suszenia po gięciu wynika możliwość wykorzystania prądu w.cz. do uplastycznienia i suszenia łat w produkcji mebli giętych. Stanowiło to punkt wyjścia do podjęcia przez autora badań w tym zakresie.

III. METODYKA I PRZEBIEG BADAŃ

1. URZĄDZENIA I APARATURA POMIAROWO-KONTROLNA

Do uplastyczniania łat doświadczalnych przed gięciem oraz do ich suszenia po gięciu użyto generatora wielkiej częstotliwości firmy Thermex według układu Meissnera o mocy 12,5 kW, zasilanego prądem trójfazowym o napięciu 380 V i 50 okresach. Generator wytwarza prąd o częstotliwości 6 Mhz, napięciu 6250 V i natężeniu prądu anodowego od 0,5 do 2,0 A. Połączona z generatorem prasa hydrauliczna o wymiarach płyt 914 × 1828 mm zdolna była do wywarcia ciśnienia w granicach 56-85 kG/cm^2

W celu przeprowadzenia w prasie operacji gięcia łat bezpośrednio po ich uplastycznieniu wyposażono ją w oprzyrządowanie, składające się z matrycy i patrycy o odpowiedniej krzywiźnie powierzchni.

Do uplastycznienia łat w środowisku pary wodnej wykorzystano parniki, które umożliwiały uzyskanie ciśnienia pary w granicach 0,2-0,5 atn. i temperatury do 105° C. Parniki wyposażono w manometry i termometry.

Do gięcia łat uplastycznionych metodą tradycyjną użyto giętarek skrzydłowych firmy Bendiko. Ruchome ramiona giętarki były napędzane hydraulicznie przez połączenie z prasą hydrauliczną.

Do suszenia łat po gięciu wykorzystano suszarnię kanałową przeciwprądową. Suszarnia zaopatrzona była w aparaturę do pomiaru wilgotności względnej i temperatury powietrza. Do pomiaru temperatury łat doświadczalnych po ich uplastycznieniu użyto termometrów termistorowych.

Wilgotność drewna określono metodą suszarkowo-wagową oraz orientacyjnie wilgotnościomierzem elektrycznym.

2. MATERIAŁ BADAWCZY

Do badań użyto drewna bukowego, pochodzącego z północnej części kraju. Przedmiotem badań były łaty, przeznaczone do produkcji następujących elementów:

1) deski oparciowe, symbol A-788/56, o wymiarach 20×90×700 mm;
2) ramy siedzeniowe, typ 809, o wymiarach 32×38×1050 mm;
3) nogi oparciowe o wymiarach 38×38×850 mm.

Łaty wybrane do badań były jednorodne pod względem struktury drewna, nie zawierały fałszywej twardzieli, wad anatomicznych i uszkodzeń mechanicznych. Układ słojów rocznych na przekroju poprzecznym był prostopadły do jednej krawędzi. Kierunek włókien drzewnych był równoległy do dłuższej krawędzi łaty.

Łaty uplastycznione i suszone zarówno w polu prądu w.cz., jak i metodą tradycyjną poddano obróbce mechanicznej i wykończeniu zgodnie z technologią przyjętą w Zakładach Przemysłu Meblarskiego w Radomsku. Ocenę jakości elementów przeprowadzono w gotowych wyrobach.

3. METODYKA I WYKONANIE BADAŃ

Łaty doświadczalne podzielono na dwie grupy: łaty grupy I poddano uplastycznieniu, gięciu i suszeniu w prasie generatora w.cz.; łaty grupy II — metodą tradycyjną.

Uplastycznienie bukowych łat meblowych przeprowadzono w polu prądu w.cz. wyznaczanym przez dwie elektrody umieszczone między dolną (wklęsłą) i górną (wypukłą) częścią formy wmontowanej w prasę generatora. Zmiennymi parametrami uplastyczniania i suszenia łat były natężenie prądu i czas działania pola elektrycznego.

Przy uplastycznianiu i suszeniu zastosowano cztery warianty natężenia prądu, a mianowicie: $I_1 = 0{,}5$ A, $I_2 = 1{,}0$ A, $I_3 = 1{,}5$ A oraz $I_4 = 2{,}0$ A. Przy uplastycznianiu przyjęto dla każdego wariantu natężenia prądu cztery warianty czasu nagrzewania, a mianowicie: $\tau_1 = 20$ sek, $\tau_2 = 30$ sek, $\tau_3 = 40$ sek i $\tau_4 = 50$ sek. Przy suszeniu zastosowano dla każdego wariantu prądu cztery warianty czasu suszenia, a mianowicie: $\tau_1 = 2$ min, $\tau_2 = 4$ min, $\tau_3 = 6$ min oraz $\tau_4 = 8$ min. Za miarę uplastycznienia drewna przyjęto wielkość siły potrzebnej do zgięcia łaty do założonego kształtu oraz temperaturę wnętrza drewna po zakończeniu nagrzewania uplastyczniającego.

Gięcie łat doświadczalnych zostało wykonane bezpośrednio po ich uplastycznieniu w prasie. Utrwalenie kształtów nagrzanego drewna dokonano w polu prądu w. cz. w prasie generatora. W tym celu łaty przetrzymywano w formie prasy pod dociskiem. Za kryterium wysuszenia łat w polu prądu w.cz. przyjęto wilgotność drewna i jej rozkład na przekroju poprzecznym po zakończeniu suszenia oraz zachowanie kształtów nadanych łatom podczas gięcia.

Po wysuszeniu łat stosowano krótkotrwałe ich sezonowanie w zaciśniętej formie przy wyłączonym generatorze.

Uplastycznienie łat porównawczych przeprowadzono w parnikach, działając najpierw gorącą wodą, a następnie parą wodną. Stosowano przy tym następujące parametry: temperatura wody 70-80°C, temperatura pary wodnej 102-105°C, ciś-

nienie pary 0,2-0,5 atn., czas moczenia łat w gorącej wodzie 10 min, a czas parowania łat 60 min.

Łaty po wygięciu w giętarkach skrzydłowych suszono przez 24 godz w suszarni kanałowej, przy czym temperatura powietrza w suszarni wynosiła 65-80°C, a jego wilgotność względna 40-80%.

Siły użyte do gięcia łat mierzono oddzielnie po uplastycznieniu w polu prądu w.cz. oraz po uplastycznieniu w środowisku pary wodnej. Wobec innych nieco warunków gięcia w prasie generatora i w giętarkach porównywanie tych sił może mieć znaczenie tylko orientacyjne. Podczas gięcia łat doświadczalnych odczytywano z manometru ciśnienie hydrauliczne wywierane na tłok prasy, w której przeprowadzano operację gięcia. W ten sam sposób dokonywano odczytów ciśnienia hydraulicznego, wywieranego na ramiona giętarki skrzydłowej, w której przeprowadzano gięcie łat uplastycznionych metodą tradycyjną. Ciśnienie (p) wykazywane na manometrze w czasie gięcia łat odczytywano z dokładnością do 0,1 kG/cm². Siłę gięcia obliczano ze wzoru

$$p = \frac{P}{F}, \quad \text{stąd} \quad P = p \cdot F$$

gdzie

p — ciśnienie hydrauliczne wywierane na tłok w kG/cm²,
P — siła użyta do gięcia w kG,
F — powierzchnia przekroju poprzecznego tłoka w cm².

Aby określić rozkład temperatury na przekroju poprzecznym drewna, mierzono ją bezpośrednio po uplastycznieniu drewna. Pomiar przeprowadzano w środku długości łat w kierunku prostopadłym do ich powierzchni w odstępach na głębokości co 2 mm. W tym celu w łatach nawiercano otwory, w których umieszczano końcówkę czujnika termometru termistorowego. Temperatury odczytywano z dokładnością do 0,1°C.

Do celów kontrolnych, równocześnie z łatami doświadczalnymi nagrzewano pakiety (o identycznych wymiarach jak łaty lite) wykonane z fornirów grubości 2 mm. Zdejmując kolejne warstwy fornirów mierzono ich temperatury przez styk końcówki czujnika termometru termistorowego z fornirem w środku jego długości.

Ilość złomów ustalano oddzielnie dla poszczególnych grup łat doświadczalnych poddanych gięciu. Do złomu giętarskiego zaliczono te łaty, w których nastąpiło widoczne rozerwanie włókien od strony zewnętrznej (rozciąganej) lub ich zgniecenie od strony wewnętrznej (ściskanej).

Ilość łat zbrakowanych w poszczególnych grupach ustalano na podstawie oględzin bezpośrednio po wysuszeniu. Do braków zaliczano łaty wykazujące pęknięcia czołowe i powierzchniowe, niedopuszczalne w materiale według zasad produkcji przemysłowej.

Pomiary rozkładu wilgotności na przekroju poprzecznym drewna wykonywano bezpośrednio po suszeniu oddzielnie dla poszczególnych grup łat doświadczalnych.

W tym celu ze środka długości łat pobierano próbki w postaci płytek z następujących po sobie warstw w kierunku od powierzchni do środka łaty w odstopniowaniu co 4 mm. Wilgotność próbek oznaczono metodą suszarkowo-wagową.

Odkształcalność łat po suszeniu określano na podstawie zmian wielkości strzałki krzywizny nadanej łatom w czasie gięcia. Pomiarów dokonywano w jednomiesięcznych odstępach czasu w ciągu jednego roku, przechowując łaty w warunkach laboratorium zakładowego.

Zmiany wielkości strzałek krzywizny obliczano w procentach w stosunku do wartości początkowej, zmierzonej bezpośrednio po zakończeniu suszenia.

Zmianę zabarwienia określano na podstawie oględzin po uplastycznieniu, a następnie po suszeniu łat doświadczalnych. W tym celu porównywano zabarwienie łat doświadczalnych, poddanych uplastycznieniu i suszeniu w polu prądu w.cz. z zabarwieniem łat uplastycznionych i suszonych tradycyjnie.

Jakość łat doświadczalnych oceniano na podstawie szczegółowych oględzin, w czasie których ustalano pęknięcia powierzchniowe, pęknięcia wewnętrzne oraz paczenie łat. Pęknięcia powierzchniowe były najlepiej widoczne po wykończeniu powierzchni łat przez naniesienie lakierów. Łaty wykazujące te wady eliminowano, uważając je za wadliwe.

W tabelach i na wykresach załączonych do pracy podano wartości średnie dla każdej grupy uzyskane z 30 pomiarów. Ilość złomów i braków podano z 300 prób.

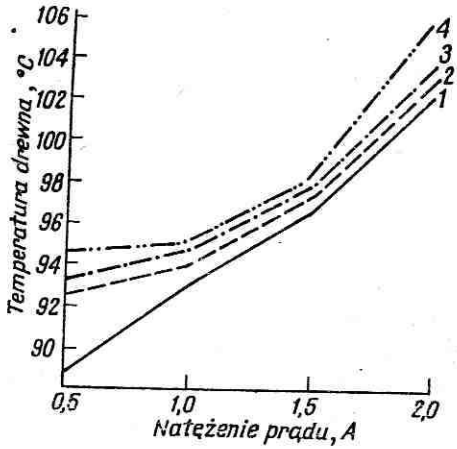
IV. WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

1. WPŁYW NATĘŻENIA PRĄDU W. CZ. I CZASU NAGRZEWANIA NA TEMPERATURĘ DREWNA W PROCESIE UPLASTYCZNIANIA

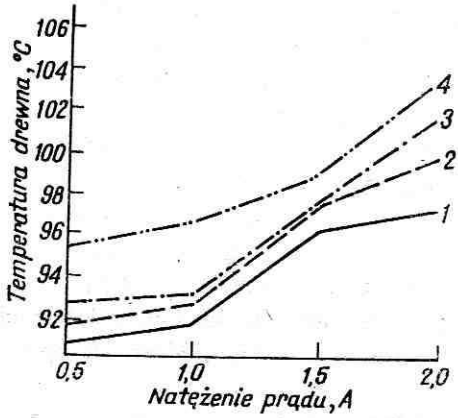
Średnie temperatury łat doświadczalnych w zależności od natężenia prądu w.cz. i czasu nagrzewania przedstawiono na rysunkach 1-3. Jak było do przewidzenia — w zakresie natężenia prądu od 0,5 do 2,0 A oraz w zakresie czasów nagrzewania od 20 do 50 sek. — następuje wzrost temperatury drewna we wszystkich badanych wypadkach i to tym większy, im wyższe są: natężenie prądu i czas nagrzewania. Maksymalne temperatury drewna w badanych przedziałach czasu i natężenia osiągają łaty grubości 20 mm (deski oparciowe) — 107° C oraz łaty grubości 38 mm (nogi oparciowe i ramy siedzeniowe) — 102° C.

Zgodnie z poglądami w literaturze [4, 8] można stwierdzić, że osiągnięta temperatura drewna jest dostateczna do jego uplastycznienia, niezależnie od stosowanych czasów nagrzewania i natężenia prądu.

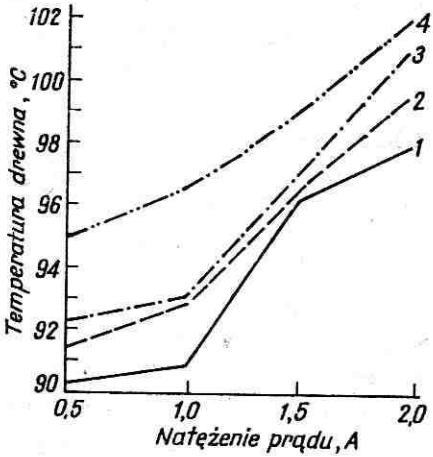
Gdyby przyjąć za kryterium uplastycznienia temperaturę osiągniętą we wnętrzu drewna, to można powiedzieć, że przy każdym stosowanym natężeniu i czasie nagrzewania drewno osiąga temperaturę wyższą niż przy stosowaniu tradycyjnego nagrzewania w parze wodnej nawet przez okres 60 min (temperatura łat grubości 20 mm — 79,5° C, łat grubości 38 mm — 84,7 ° C). Wynika stąd — co było wiado-



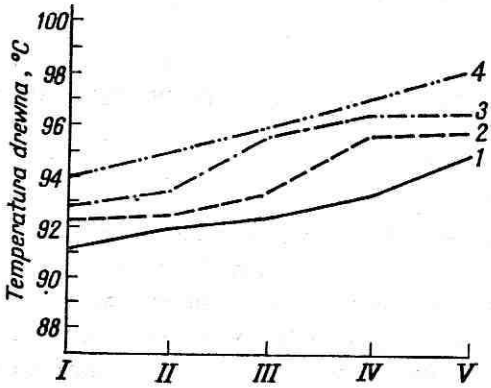
Rys. 1. Wpływ natężenia prądu na temperaturę drewna w czasie uplastyczniania łat na deski oparciowe; czas nagrzewania: *1* — $\tau_1 = 20$ s, *2* — $\tau_2 = 30$ s, *3* — $\tau_3 = 40$ s, *4* — $\tau_4 = 50$ s



Rys. 2. Wpływ natężenia prądu na temperaturę drewna w czasie uplastyczniania łat na nogi oparciowe; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



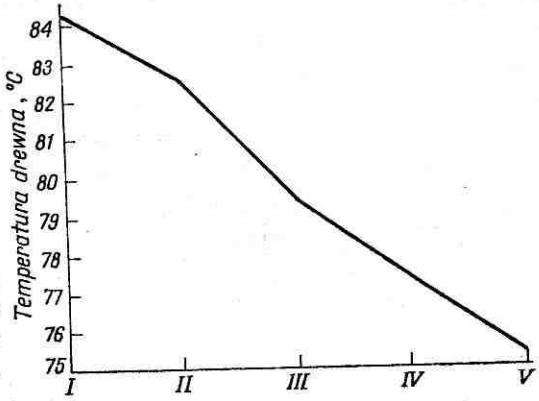
Rys. 3. Wpływ natężenia prądu na temperaturę drewna w czasie uplastyczniania łat na ramy siedzeniowe; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



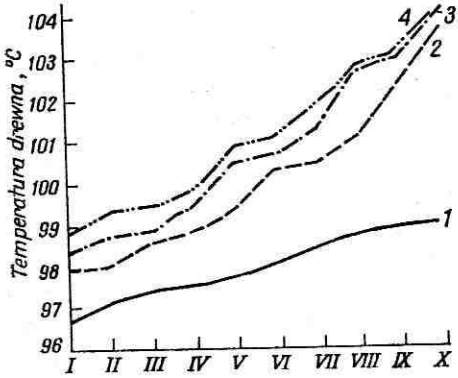
Rys. 4. Rozkład temperatury na przekroju poprzecznym w łatach grubości 20 mm nagrzewanych w polu prądu w. cz.; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1; warstwy drewna: *I* — przypowierzchniowa *V* — środkowa

me z literatury — że drewno nagrzewane pojemnościowo osiąga w wielokrotnie krótszym czasie temperaturę wyższą niż przy metodzie tradycyjnej.

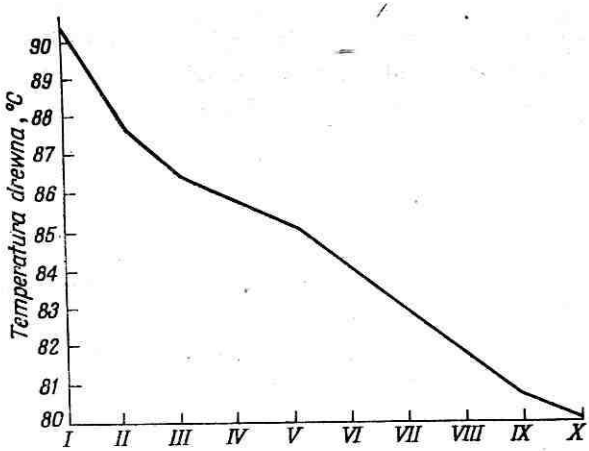
Rozkład temperatury na przekroju poprzecznym łat doświadczalnych nagrzewanych w polu prądu w.cz. i nagrzewanych tradycyjnie przedstawiono na rysunkach



Rys. 5. Rozkład temperatury na przekroju poprzecznym w łatach grubości 20 mm nagrzewanych w środowisku pary wodnej; warstwy drewna: *I* — przypowierzchniowa, *V* — środkowa



Rys. 6. Rozkład temperatury na przekroju poprzecznym w łatach grubości 38 mm nagrzewanych w polu prądu w.cz.; objaśnienia na rys. 1; warstwy drewna: *I* — przypowierzchniowa, *X* — środkowa



Rys. 7. Rozkład temperatury na przekroju poprzecznym w łatach grubości 38 mm nagrzewanych w środowisku pary wodnej; warstwy drewna: *I* — przypowierzchniowa, *X* — środkowa

4-7. Różnice temperatur na przekroju poprzecznym drewna nagrzewanego w polu prądu w.cz. są niewielkie i w łatach grubości 20 mm mieszczą się w granicach 1,6-6,0°C, a w łatach grubości 38 mm — w granicach 2,7-6,2°C. W drewnie nagrzewanym w środowisku pary wodnej różnice temperatur są większe i w łatach grubości 20 mm wynoszą 8,9°C, a w łatach grubości 38 mm — 10,3°C. Tak więc rozkład temperatury w drewnie nagrzewanym w polu prądu w.cz. jest bardziej równomierny niż w drewnie nagrzewanym w środowisku pary wodnej, z tym że gradient temperatury ma odwrotny znak.

2. WILGOTNOŚĆ DREWNA UPLASTYCZNIONEGO W POLU PRĄDU W. CZ. ORAZ W ŚRODOWISKU PARY WODNEJ

Jak wiadomo, drewno poddawane obróbce plastycznej powinno mieć wilgotność zbliżoną do punktu nasycenia włókien (25-30%). Wiadomo także, że drewno uplastyczniane w środowisku pary wodnej ulega niewielkiemu powierzchniowemu nawilgoceniu, natomiast uplastyczniane w polu prądu w.cz. ulega częściowemu wysuszeniu. Wobec tego stosowano krótki czas nagrzewania drewna, aby nie dopuścić do spadku wilgotności przeciwdziałającego uplastycznieniu drewna. Spadek wilgotności drewna poniżej 20% podczas nagrzewania w polu prądu w.cz. jest niekorzystny ze względu na znaczny wzrost złomów przy gięciu. Fakt ten został potwierdzony w toku prowadzonych badań we wszystkich grupach badanych łat.

Wilgotność drewna w procesie jego uplastyczniania w polu prądu w.cz. przedstawiono w tabeli 1. Z tabeli tej wynika, że spadek wilgotności drewna jest tym większy, im wyższe jest natężenie prądu oraz im dłuższy jest czas nagrzewania. W łatach grubości 20 mm wynosi on 3,1 do 13,6%, a w łatach grubości 38 mm — 3,2 do 12,4%.

W łatach uplastycznianych w środowisku pary wodnej następuje wzrost wilgotności. Dla łat grubości 20 mm wynosi on około 6,1%, a dla łat grubości 38 mm — około 4,9%.

Metoda uplastyczniania drewna w polu prądu w.cz. jest więc pod tym względem mniej korzystna niż metoda tradycyjna. W związku z tym należy dokonać takiego wyboru natężenia prądu i czasu nagrzewania drewna, które nie powodowałyby znacznego spadku wilgotności drewna i obniżenia wymaganego stopnia uplastycznienia.

3. SIŁY UŻYTE DO GIĘCIA ŁAT

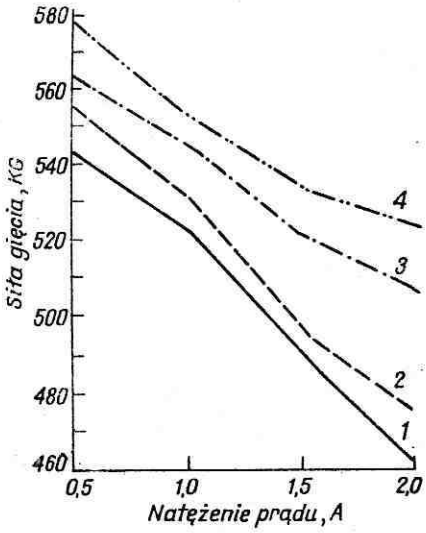
Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono na rysunkach 8-10. Na ich podstawie można stwierdzić, że w miarę wzrostu natężenia prądu przy tym samym czasie nagrzewania maleją siły potrzebne do nadania łatom odpowiednich kształtów w procesie gięcia. Oznacza to, że nagrzewając drewno w polu prądu w.cz. o większym natężeniu uzyskuje się wyższy stopień uplastycznienia.

Stwierdzono również, że im dłużej trwał proces uplastyczniania, tym większe siły były potrzebne do gięcia. Można to tłumaczyć spadkiem wilgotności i wzrostem modułu sprężystości drewna dłużej nagrzewanego.

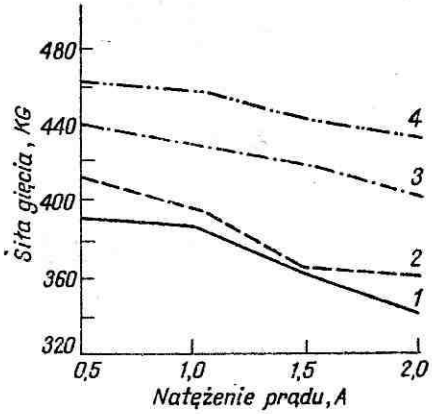
Tabela 1

Wilgotność bukowych łat meblowych po uplastycznieniu w polu prądu w.cz. oraz w środowisku pary wodnej

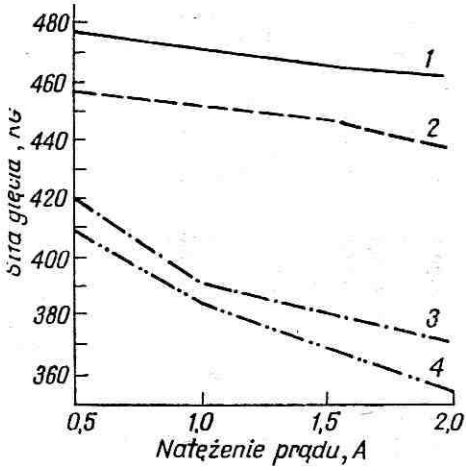
Czas nagrzewania w sek	Natężenie prądu w A								Wilgotność drewna uplastycznianego w parze wodnej w czasie 60 min w %	
	0,5		1,0		1,5		2,0			
	wilgotność drewna w %									
	przed uplastycznieniem	po uplastycznieniu	przed uplastycznieniem	po uplastycznieniu	przed uplastycznieniem	po uplastycznieniu	przed uplastycznieniem	po uplastycznieniu	przed uplastycznieniem	po uplastycznieniu
Łaty grubości 20 mm										
20	28,8-31,2	27,7-29,3	27,6-29,8	26,1-27,1	27,8-30,1	25,8-27,9	28,5-30,6	24,9-26,2	26,1-30,2	32,7-35,8
30	27,3-30,1	25,2-28,9	28,7-31,0	24,9-26,5	26,4-29,8	24,5-25,2	27,1-30,2	23,1-24,9		
40	27,6-29,8	24,8-26,7	27,8-31,2	23,7-24,3	28,2-31,4	22,6-23,4	25,8-31,1	21,3-23,5		
50	28,3-30,9	23,9-24,3	28,2-30,8	21,2-22,9	27,6-32,4	20,2-21,1	28,7-29,9	18,8-19,6		
Łaty grubości 38 mm										
20	28,2-30,4	27,3-28,4	27,6-30,8	26,0-27,5	28,1-31,0	25,9-27,0	28,8-30,6	25,0-26,8	26,8-30,7	31,2-35,6
30	28,3-29,9	26,8-28,1	28,4-31,4	25,1-27,0	27,9-29,8	24,7-26,8	28,1-31,2	23,8-25,3		
40	27,4-30,9	25,4-26,9	27,3-30,2	24,2-26,4	28,3-30,5	22,8-25,1	27,3-29,8	21,7-22,6		
50	28,9-31,6	24,1-25,6	28,5-31,4	22,3-24,8	26,9-31,2	21,3-23,3	28,7-29,7	19,2-19,8		



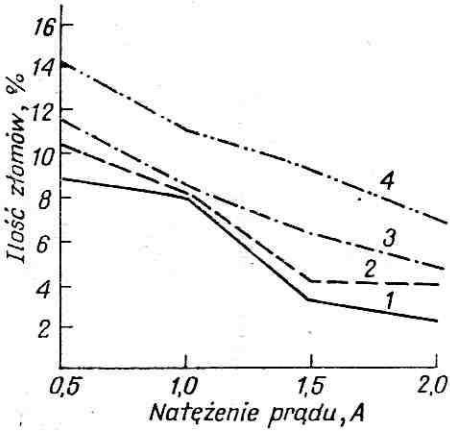
Rys. 8. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania na wielkość sił użytych przy gięciu łat na deski oparciowe; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



Rys. 9. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania na wielkość sił użytych do gięcia łat na ramy siedzeniowe; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



Rys. 10. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania na wielkość sił użytych do gięcia łat na nogi oparciowe; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1

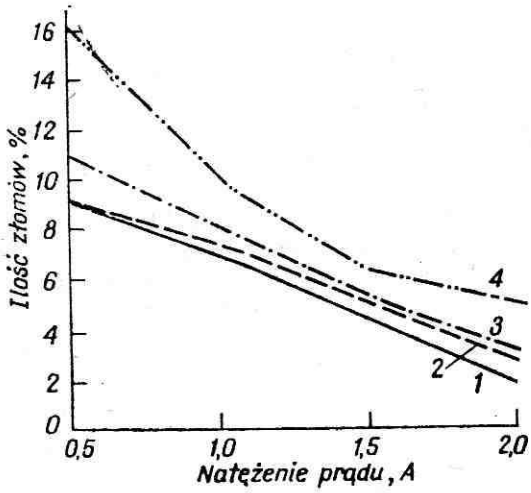


Rys. 11. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania łat na deski oparciowe na ilość złomów w czasie gięcia; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1

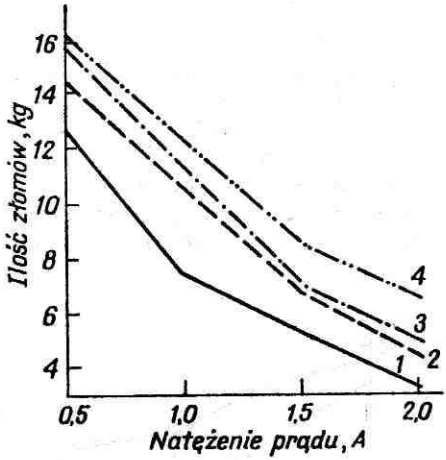
Z badań wynika, że najmniejszych sił wymaga gięcie łat meblowych uplastycznionych w polu prądu w.cz. o natężeniu 2,0 A w czasie 20-30 sek, niezależnie od wymiarów łat poddawanych gięciu.

4. OCENA UPLASTYCZNIANIA DREWNA W POLU PRĄDU W. CZ. NA PODSTAWIE ILOŚCI ZŁOMÓW W PROCESIE GIĘCIA

Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 11-13. Na ich podstawie można stwierdzić, że im większe było natężenie prądu w procesie uplastyczniania łat, tym ilość złomów podczas gięcia była mniejsza przy stosunkowo krótkim czasie nagrzewania.



Rys. 12. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania łat na nogi oparciowe na ilość złomów w czasie gięcia; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1

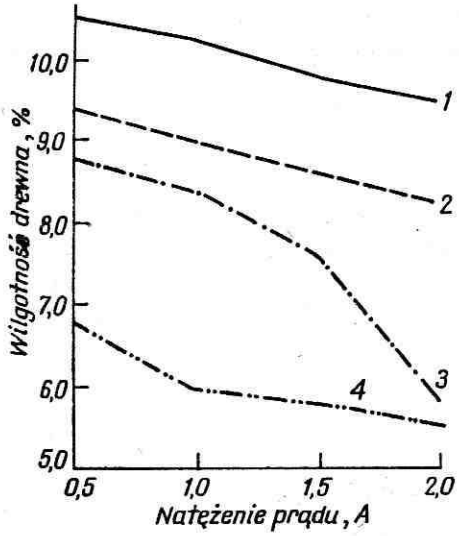


Rys. 13. Wpływ natężenia prądu w procesie uplastyczniania łat na ramy siedzeniowe na ilość złomów w czasie gięcia; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1

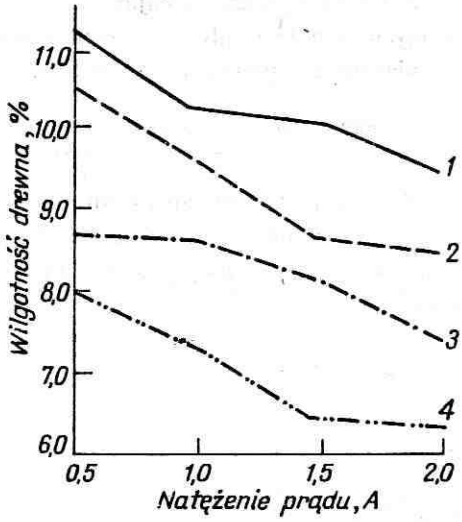
5. WPŁYW NATĘŻENIA PRĄDU W. CZ. NA KOŃCOWĄ WILGOTNOŚĆ ŁAT SUSZONYCH PO GIĘCIU

Wilgotność łat doświadczalnych w zależności od stosowanego natężenia prądu w.cz. i czasu suszenia przedstawiono na rysunkach 14-16. Drewno osiągało tym niższą wilgotność, im dłużej trwał proces suszenia i im większe było natężenie prądu. We wszystkich stosowanych przedziałach natężenia prądu (0,5-2,0 A) i czasu suszenia (2-8 min) w polu prądu w.cz. osiągnięto dostateczną końcową wilgotność drewna, mieszczącą się w granicach ogólnie uznanych w procesie produkcji mebli giętych za optymalne dla wysuszonych łat giętych. Biorąc jednak pod uwagę jakość łat po suszeniu stwierdzono, że najlepsze efekty suszenia w polu prądu w.cz. można osiągnąć stosując natężenie prądu 0,5 A w czasie 8 min.

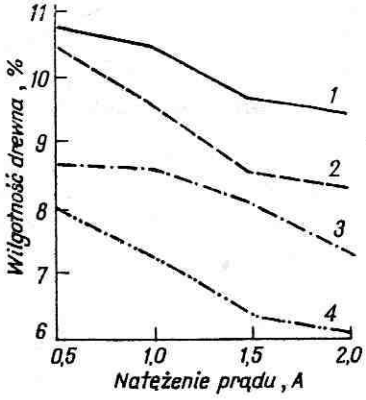
Z przedstawionych danych wynika, że łaty suszone w polu prądu w.cz. osiągają



Rys. 14. Końcowa wilgotność łat na deski oparciowe po suszeniu w polu prądu w.cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



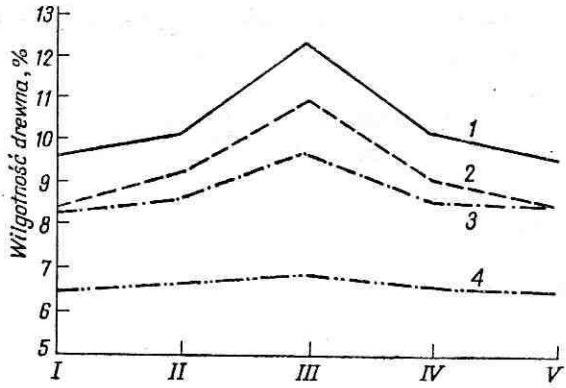
Rys. 15. Końcowa wilgotność łat na ramy siedzeniowe po suszeniu w polu prądu w.cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



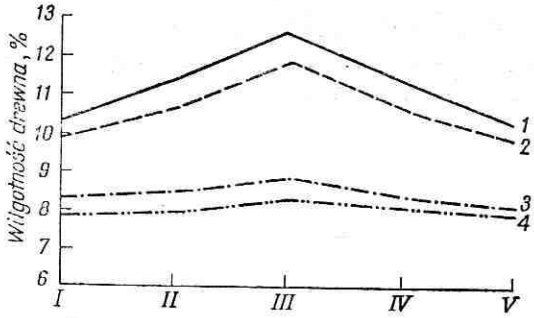
Rys. 16. Końcowa wilgotność łat na nogi oparciowe po suszeniu w polu prądu w.cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1

końcową wymaganą wilgotność w wielokrotnie krótszym czasie niż suszone metodą tradycyjną. Istnieje zatem możliwość takiego dobrania natężenia prądu i czasu suszenia łat giętych, przy których można osiągnąć wymaganą końcową wilgotność drewna i uzyskać dobrą ich jakość.

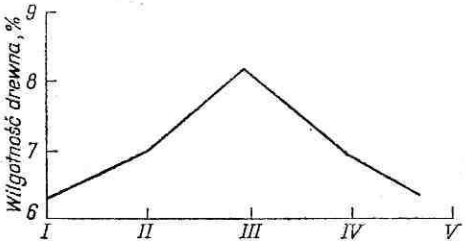
Rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym łat suszonych w polu prądu w.cz. i suszonych tradycyjnie przedstawiono na rysunkach 17-20. Stwierdzono, że po wysuszeniu łat w polu prądu w.cz. różnice wilgotności występujące na przekroju poprzecznym są niewielkie (do 2,6%), niezależnie od stosowanego natężenia prądu



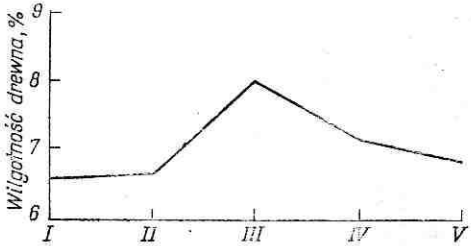
Rys. 17. Rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym w łatach grubości 20 mm wysuszonych w polu prądu w. cz. o natężeniu 0,5 A; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1; *I* i *V* — warstwy przypowierzchniowe, *III* — warstwy środkowe



Rys. 18. Rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym w łatach grubości 38 mm wysuszonych w polu prądu w. cz. o natężeniu 0,5 A; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1; *I* i *V* — warstwy przypowierzchniowe, *III* — warstwa środkowa



Rys. 19. Rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym w łatach grubości 20 mm wysuszonych w suszarni kanałowej; *I* i *V* warstwy przypowierzchniowe, *III* — warstwa środkowa



Rys. 20. Rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym w łatach grubości 38 mm wysuszonych w suszarni kanałowej: *I* i *V* — warstwy przypowierzchniowe, *III* — warstwa środkowa

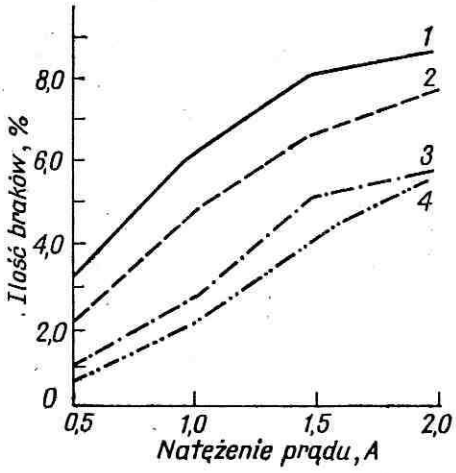
i czasu suszenia. Stwierdzono również, że w miarę przedłużania czasu suszenia przy stałym natężeniu prądu rozkład wilgotności na przekroju badanych łat stawał się bardziej równomierny.

Najbardziej równomierny rozkład wilgotności na przekroju poprzecznym łat uzyskano po suszeniu w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5-2,0 A, w czasie 8 min. Ze względu jednak na występowanie znacznej liczby pęknięć powierzchniowych przy stosowaniu natężenia około 2,0 A, wynikłych na skutek nadmiernego wysuszenia, bardziej wskazane jest stosowanie natężenia prądu około 0,5 A. Przy optymalnych parametrach suszenia łat w polu prądu w.cz. różnice wilgotności między warstwami środkowymi a zewnętrznymi były małe i wynosiły zaledwie 0,3-0,4%. Różnice wilgotności między warstwami środkowymi a zewnętrznymi w łatach po 24-godzinnym suszeniu tradycyjnym były większe i wynosiły 1,4-1,9%.

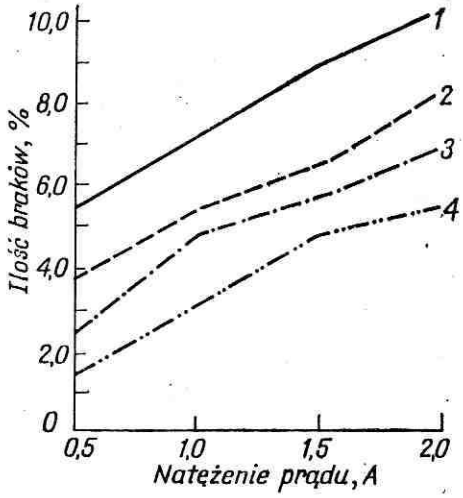
6. OCENA JAKOŚCI SUSZENIA ŁAT NA PODSTAWIE ILOŚCI POWSTAJĄCYCH BRAKÓW

Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 21-23. Na ich podstawie można stwierdzić, że ilość braków powstających w procesie suszenia poszczególnych grup łat doświadczalnych jest najmniejsza podczas suszenia łat giętych w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5 A w czasie 8 min. Stosując te parametry uzyskano udział braków wynoszący, zależnie od przekroju łaty i profilu gięcia, od 0,5 do 2,0%. Ilość braków przy suszeniu tradycyjnym była większa i wynosiła od 3,6 do 5,0%.

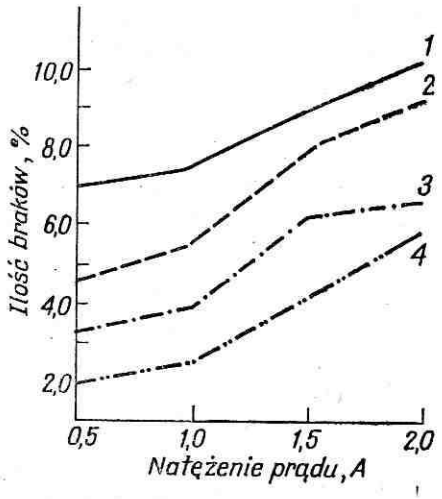
Jedną z wad, która powoduje dyskwalifikację giętych łat meblowych po suszeniu, jest zmiana ich kształtów nadanych podczas obróbki gięciem. Przeprowadzone



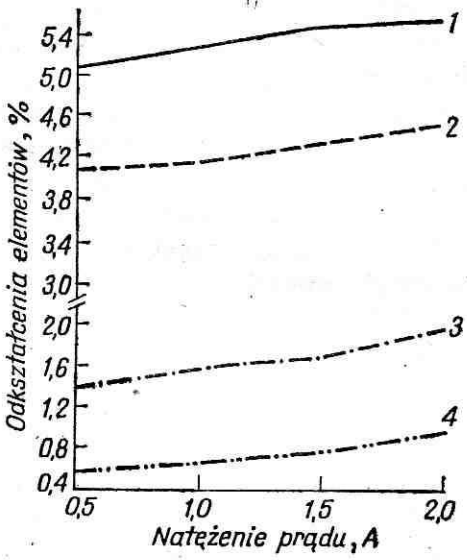
Rys. 21. Ilość braków powstałych w łatach na deski oparciowe suszonych w polu prądu w. cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



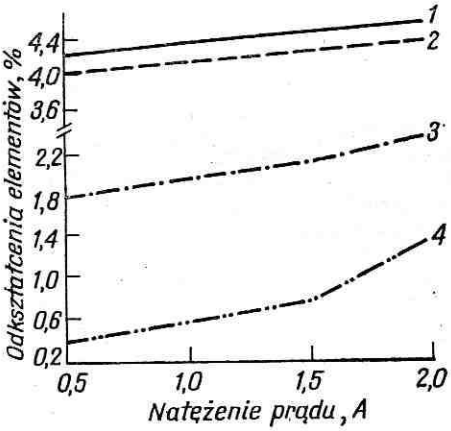
Rys. 22. Ilość braków powstałych w łatach na nogi oparciowe suszonych w polu w. cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



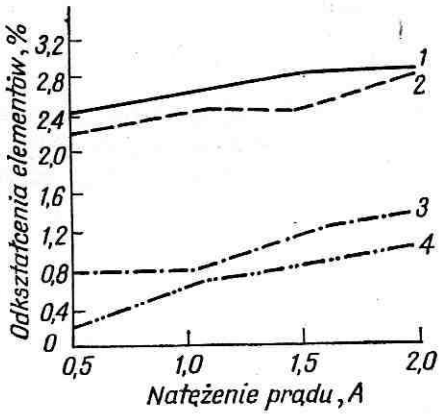
Rys. 23. Ilość braków powstałych w łatach na ramy siedzeniowe suszonych w polu prądu w. cz. w zależności od natężenia prądu; objaśnienia *1-4* jak na rysunku 1



Rys. 24. Odkształcenia desek oparciowych wysuszonych w polu prądu w. cz. zmierzone po 12 miesiącach; objaśnienia *1-4* jak na rys. 1



Rys. 25. Odkształcenia nóg oparciowych wysuszonych w polu prądu w. cz. zmierzone po 12 miesiącach; objaśnienia *1-4* jak na rys. 1



Rys. 26. Odkształcenia ram siedzeniowych wysuszonych w polu prądu w. cz. zmierzone po 12 miesiącach; objaśnienia *1-4* jak na rys. 1

dorywczo badanie wielkości odkształceń w łatach giętych uplastycznionych tradycyjnie, a uznanych w praktyce przemysłowej za odpowiednie do dalszej produkcji, wykazało, że różnica strzałek krzywizny dochodziła nawet do 2%.

W przeprowadzonych badaniach przyjęto za górną granicę dopuszczalnych odkształceń 1%. Łaty z większymi odkształceniami dyskwalifikowano.

Wyniki badanych zmian wielkości strzałki krzywizny łat przedstawiono na rysunkach 24-26. Stwierdzono, że najmniejsze odkształcenia wykazywały łaty suszone przez 8 min w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5 A. Stosunkowo małe odkształcenia wykazywały również łaty suszone przez 8 min w polu prądu w.cz. o natężeniu 2,0 A. Ze względu jednak na występowanie dużej ilości pęknięć łat w czasie suszenia, stosowanie natężenia powyżej 0,5 A nie jest wskazane.

Podczas badań prowadzono dodatkowe obserwacje łat uplastycznionych przed gięciem i wysuszonych po gięciu w polu prądu w.cz. w dalszym procesie technologicznym. W tym celu łaty poddawano obróbce skrawaniem i szlifowaniem w warunkach produkcyjnych. W jej toku nie stwierdzono żadnych różnic w porównaniu z łatami uplastycznionymi i wysuszonymi po gięciu sposobem tradycyjnym.

7. ANALIZA TECHNICZNO-EKONOMICZNA

Opłacalność stosowania metody pojemnościowej w przemyśle mebli giętych jest przedmiotem licznych dyskusji, w których zarysowuje się duża rozbieżność opinii. Na ogół przeważa jednak pogląd, że metoda ta jest kosztowna z uwagi na inwestycje z tym związane i duże zużycie energii elektrycznej. Zastrzeżenia te są częściowo słuszne, ale tylko w odniesieniu do wysokich kosztów inwestycyjnych, które są wliczane do kalkulacji w postaci kwot amortyzacyjnych.

Na podstawie materiałów zebranych w dziale finansowo-księgowym, technologicznym i energetycznym Zakładów Przemysłu Meblarskiego w Radomsku przeprowadzono kalkulację kosztów uplastyczniania i suszenia łat meblowych przy zastoso-

Tabela 2

Porównanie kosztów jednostkowych procesu uplastyczniania, suszenia i gięcia łat meblowych przy zastosowaniu metody pojemnościowej i tradycyjnej

Lp.	Składniki kosztów	Metoda pojemnościowa		Metoda tradycyjna	
		koszt zł/m³	udział %	koszt zł/m³	udział %
1	Płace	162,0	31,1	151,0	28,4
2	Narzuty na ubezpieczenia — 15,5% od poz. 1	27,0	5,3	23,0	4,4
3	Energia elektryczna, para technologiczna i woda	21,0	4,1	78,0	14,6
4	Amortyzacja	89,0	17,3	46,0	8,7
5	Remonty i konserwacja	17,0	3,3	49,0	9,4
6	Materiały	5,0	1,0	8,0	1,5
7	Oprocentowanie zapasów materiałowych — 10% od poz. 6	0,5	0,1	0,8	0,2
8	Narzuty ogólnofabryczne — 120% od poz. 1	194,0	37,8	174,0	32,8
	Razem koszt jednostkowy	515,5	100,0	529,8	100,0

waniu metody pojemnościowej i tradycyjnej. Dane dotyczące zużycia energii elektrycznej w generatorze w.cz. podczas przeprowadzania badań ustalono na podstawie wskazań aparatury pomiarowo-kontrolnej, stanowiącej wyposażenie generatora. W tabeli 2 zestawiono liczby dotyczące kosztów uplastyczniania przed gięciem i suszenia po gięciu bukowych łat meblowych w polu prądu w.cz. oraz liczby dotyczące wykonania operacji gięcia w prasie połączonej z generatorem w porównaniu z kosztami tych operacji w metodzie tradycyjnej.

Na podstawie tych danych można stwierdzić, że koszt uplastyczniania, gięcia i suszenia łat meblowych kształtuje się na korzyść nowo wprowadzanej metody.

Ważnym czynnikiem jest fakt, że zastosowanie metody pojemnościowej do uplastycznienia i suszenia łat meblowych powoduje skrócenie czasu operacji w stosunku do metody tradycyjnej aż 120 do 150 razy.

Wydajność generatora do uplastyczniania i suszenia bukowych łat meblowych przy pełnym jego wykorzystaniu może osiągnąć 700 m^3 rocznie. Wobec tego zainstalowanie 8 generatorów w.cz. w Zakładach Przemysłu Meblarskiego w Radomsku może całkowicie zaspokoić potrzeby produkcyjne Zakładów w tym zakresie.

Pozytywne wyniki dotychczasowych badań wskazują na możliwość:

1) znacznego skrócenia cyklu produkcyjnego uplastyczniania, gięcia i suszenia łat meblowych,

2) ograniczenia liczby zbrakowanych łat,

3) zwolnienia powierzchni produkcyjnych i zmniejszenia liczby pracowników zatrudnionych przy obsłudze urządzeń.

Uzyskane wyniki powinny być sprawdzone w skali przemysłowej.

V. SYNTEZA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, co następuje.

1. Niezależnie od natężenia prądu i czasu nagrzewania łaty osiągały temperaturę we wnętrzu znacznie przewyższającą uzyskiwaną przy stosowaniu metody tradycyjnej. Stosując natężenie prądu 2,0 A osiągnięto maksymalne temperatury drewna od 102 do 107° C. Temperatury drewna uplastycznianego tradycyjnie w czasie 60 min wynosiły od 80 do 85° C.

Nagrzewanie drewna w polu prądu w.cz. jest równomierne w całej jego objętości, różnice temperatur na przekroju poprzecznym łat między warstwami środkowymi i zewnętrznymi wynoszą od 2,0 do 6,0° C; różnice temperatur łat uplastycznianych tradycyjnie są większe i wynoszą około 10,0° C.

2. Spadek wilgotności drewna w procesie uplastyczniania w polu prądu w.cz. wynosił od 6 do 10%. Im grubsze łaty, tym spadek wilgotności był mniejszy. Przy stosowaniu metody uplastyczniania tradycyjnego występuje wzrost wilgotności łat o 5,0 do 6,0%.

3. W miarę wzrostu natężenia prądu przy tym samym czasie nagrzewania maleją siły potrzebne do nadania łatom odpowiednich kształtów w procesie gięcia, natomiast

ze wzrostem czasu nagrzewania przy tym samym natężeniu prądu siły użyte do gięcia rosną. Najmniejsze siły użyte do gięcia łat meblowych uplastycznionych w polu prądu w.cz. stwierdzono przy stosowaniu prądu o natężeniu 2 A w czasie 20 sek.

4. Ilość złomów występujących w procesie gięcia jest najmniejsza przy gięciu łat uplastycznionych w polu prądu w.cz. o natężeniu 2,0 A w czasie 20 sek i wynosi dla nóg oparciowych 1,7 %, a dla ram siedzeniowych 4,3 %; przy stosowaniu tradycyjnej metody uplastyczniania ilość powstających złomów w procesie gięcia wynosiła odpowiednio 2,3 i 6,7 %.

Najmniejsza ilość braków wystąpiła podczas suszenia łat w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5 A w czasie 8 min. Ilość ta wynosiła 0,5 % dla desek oparciowych i 2,0 % dla ram siedzeniowych; w łatach suszonych tradycyjnie ilość braków wynosiła odpowiednio 3,6 i 5,0 %.

5. W procesie suszenia łat meblowych po gięciu spadek wilgotności drewna jest wprost proporcjonalny do czasu suszenia i do natężenia prądu. Biorąc jednak pod uwagę jakość łat po suszeniu, najlepsze efekty osiągnięto przy suszeniu w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5 A przez 8 min. Przy tych parametrach różnice wilgotności na przekroju poprzecznym łat po suszeniu wynosiły od 0,3 do 0,5 %; różnice te w łatach suszonych tradycyjnie wynosiły 1,5 do 2,0 %. Również ilość pęknięć powierzchniowych i wewnętrznych po suszeniu w polu prądu w.cz. była mniejsza niż w łatach suszonych metodą tradycyjną.

6. Najmniejszą odkształcalność wykazywały łaty suszone w polu prądu w.cz. o natężeniu 0,5 A przez 8 min; wielkość odkształceń wynosiła 0,2 do 0,6 %. W łatach suszonych tradycyjnie odkształcalność wynosiła 1,0 do 1,9 %.

7. Łaty poddawane nagrzewaniu w polu prądu w.cz. uzyskały zabarwienie różowobrunatne, zbliżone do zabarwienia łat uplastycznionych i suszonych tradycyjnie. W procesie obróbki mechanicznej i po wykończeniu ich powierzchni powłokami lakierowymi nie wykazywały one wad produkcyjnych.

8. W wyniku orientacyjnej analizy techniczno-ekonomicznej stwierdzono, że koszt jednostkowy uplastycznienia, gięcia i suszenia łat meblowych nową metodą wynosił około 515 zł/m^3, natomiast koszt jednostkowy przy zastosowaniu metody tradycyjnej — około 530 zł/m^3.

9. Czas operacji uplastyczniania, gięcia i suszenia jednej łaty w nowo zastosowanej metodzie jest 120-150 razy krótszy niż w metodzie tradycyjnej.

10. Najlepsze efekty uplastyczniania i suszenia łat meblowych uzyskano przy zastosowaniu następujących parametrów: natężenie prądu przy uplastycznianiu — 2,0 A, czas nagrzewania przy tym natężeniu — 20 sek, natężenie prądu przy suszeniu — 0,5 A, czas suszenia — 8 min.

Badania wykazały pełną przydatność zastosowania nagrzewania pojemnościowego do procesu uplastyczniania, gięcia i jednoczesnego suszenia łat przeznaczonych do produkcji mebli giętych. Wprowadzenie tej metody jest uzależnione przede wszystkim od możliwości dostaw generatorów wielkiej częstotliwości do zakładów mebli giętych.

LITERATURA

1. Bierdinskich I. P.: Suszka i sklejka driewiesiny w pole tokow wysokoj czastoty. Moskwa 1950.
2. Biriukow W. A.: Kamiernaja suszka driewiesiny w elektriczeskom pole wysokoj czastoty. Moskwa 1950.
3. Fessel F.: Probleme bei Holzbiegen. „Holz als Roh- und Werkstoff" 1951; nr 2.
4. Gonet B.: Niektóre zagadnienia cieplne w procesie parzenia drewna. „Przemysł Drzewny" 1957; nr 6.
5. Gonet B.: Zmiany fizykochemiczne drewna w czasie parzenia. „Przemysł Drzewny" 1957; nr 7.
6. Gonet B., Walther S.: Wstępne badania nad wpływem sposobu obróbki hydrotermicznej przed gięciem i czasu i jej trwania na plastyczne właściwości drewna bukowego. „Przemysł Drzewny" 1958; nr 8.
7. Gonet B.: Parzenie drewna przed obróbką gięciem. „Przemysł Drzewny" 1959; nr 6
8. Gonet B.: Plastyfikačne pařenie dřeva. „Dřevo" 1961; z. 4.
9. Higins A. E., Griffin F. V.: „J. Coune Sci. Int. Res." 1947; 20.
10. Kollman F.: Über das Biegen der Hölzer. „Holz-Zentralbaltt" 1952; nr 104-105.
11. Kollman F.: Über das Biegen der Hölzer. „Int. Holzmarkt" 1952; nr 12.
12. Kollmann F.: Über das Biegen der Hölzer Oster. „Forst u. Holzwirtschaft" 1952; nr 4.
13. Korzeniowski A.: Badania nad przydatnością pojemnościowego nagrzewania drewna bukowego prądem wielkiej częstotliwości jako obróbki cieplnej przed gięciem. „Przemysł Drzewny" 1957; nr 12.
14. Krieczetow I. W.: Suszenie drewna. Warszawa 1953.
15. Leontijew I. I.: Proizwodstwo gnutych stuljew iz driewiesiny chwojnych i miagkich listwiennych porod. Moskwa — Leningrad 1952.
16. Mankiewicz L. A.: Osnowy gnutja driewiesiny. Minsk 1961.
17. Prodehl A.: Zur Holzbiegetechnik. Berlin 1931.
18. Runkel R.: Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens. „Holz als Roh- und Werkstoff" 1951; nr 2.
19. Skrzypek T.: Suszenie drewna prądami wielkiej częstotliwości. „Przemysł Drzewny" 1951.
20. Turner N., Dran A. R.: The reaction of Some Well — know bending timbers when in a radio frequency field. „Wood" 1959; nr 3.
21. Vorreiter A.: Holztechnologisches Handbuch. Wien 1958; Bd II.
22. Zieliński R.: Klejenie i suszenie drewna prądami wielkiej częstotliwości. Warszawa 1956.

Здзислав Серва

ПЛАСТИФИКАЦИЯ И СУШКА МЕБЕЛЬНЫХ РЕЕК В ПОЛЕ ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ГНУТОЙ МЕБЕЛИ

Краткое содержание

Целью работы было исследование возможности использования тока высокой частоты для пластификации и сушки буковых мебельных реек в производстве гнутой мебели. Решая этот вопрос, определено влияние изменчивых параметров времени и силы тока высокой частоты на: температуру и влажность мебельных реек во время нагрева, величину силы необходимой для изгибания реек, формирование влажности во время сушки мебельных реек, а также количество слома и брака, возникающее в процессе гнутья и сушки исследо-

ванных реек. Исследования проводились в прессе соединенном с генератором тока высокой частоты, применяя соответствующее оборудование. Для пластификации гнутья и сушки реек традиционным методом, использовано машины и устройства, применяемые в текущим заводском производстве. Исследованию были подвержены буковые рейки, предназначенные для производства досок спинок, обвязок к сиденьям и ножек спинок. Самые лучшие эффекты пластификации и сушки мебельных реек были получены при следующих параметрах: сила тока для пластификации — 2 *a*, время нагрева — 20 сек; сила тока при сушке реек — 0,5 *a*, время нагрева — 8 мин. Удельное время операций пластификации, гнутья и сушки мебельных реек в 120 -150 раз короче, чем при традиционном методе. Пластифицированные и сушенные в поле тока высокой частоты рейки в течение дальнейшего технологического процесса сохраняли наружные признаки сходные с рейками пластифицированными и сушенными традиционным образом. Введение этого метода в промышленном масштабе зависит, прежде всего, от поставок генераторов тока высокой частоты.

Zdzisław Serwa

PLASTICIZATION AND DRYING OF BEECH LATHS WITHIN THE FIELD OF HIGH FREQUENCY CURRENT IN THE PROCESS OF BENT FURNITURE MANUFACTURING

Summary

The purpose of work was to examine possibilities of the application of high frequency current in plasticization and drying of beech furniture laths in manufacturing of bent furniture. While solving this problem the effect of variable parameters of time and intensity of high frequency curren upon: temperature and moisture of furniture laths during heating, size of strength required to bend laths, course of moisture during the drying fo furniture laths, the number of fractures and rejects occuring in the process of bending and drying of laths were determined. Tests were carried out in a press cambined with generator of a high frequency current, while using adequate instrumentation. Plasticization, bending, and drying of laths according to conventional methods was done with the aid of machines and devices used in the current production of the plant. Tests included beech laths designated for the production of support boards, seat frames, and support legs. The best effects of the plasticization and drying of furniture laths were obtained under following parameters: intensity of current for plasticization — 2 A, heating duration — 20 sec., current intensity during the drying of laths — 0.5 A, duration of drying — 8 min. Unit time of the operation of plasticization, bending, and drying of furniture laths is by 120-150 times shorter when compared to the conventional technique. Laths plasticized and dried in the field of high frequency current maintained in further technological process external features similar to those of laths plasticized and dried conventionally. The introduction of this technique on an industrial scale depends first of all upon supplies of generators of high frequency current.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego w maju 1975 r.